การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

ดุสิต โพธิ์พันธุ์

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
เมษายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ ดุสิต โพธิ์พันธุ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

.....ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ อุปถัมภ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.ลักษณาพร กรุงไกรเพชร)

.....กรรมการ
(ดร.ปรัชญา แก้วแก่น)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)
วันที่.....เดือน .....พ.ศ. 2559

ประกาศคุณูปการ

ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวก สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบพระคุณ อาจารย์ยรรยงค์ พันธ์สวัสดิ์ และอาจารย์ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลและการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมอง ตลอดจนเพื่อนนิสิตวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาทุกคนที่เป็นกำลังใจซึ่งกันและกันด้วยดีมาโดยตลอด

กราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่า ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ และขอบคุณครอบครัวที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจตลอดมา ประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ดุสิต โพธิ์พันธุ์

52810220: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: ความใส่ใจ/ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ดุสิต โพธิ์พันธุ์: การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Enhancing the Attention of Marine Non Commissioned Officer Students Using a Saccadic Eye Movement Computer Training Program: An Event-Related Potential Study) อาจารย์ผู้ควบคุมดุษฎีนิพนธ์: เสรี ชัดแช้ม, ค.ด., 222 หน้า, ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้น โดยการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา และเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ปีการศึกษา 2557 อายุระหว่าง 17-22 ปี จำนวน 44 คน โดยสุ่มเข้ากลุ่มทดลองก่อนและหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุด้วยจำนวนผู้ทดลองที่เท่ากัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แบบทดสอบความใส่ใจ และเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (*t*-test) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลัง

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนความใส่ใจ หลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและมีเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความใส่ใจของกลุ่มทดลอง หลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรม ที่ตำแหน่ง FP1 FP2 AF3 AF4 F7 F5 F2 T7 T8 CP1 P1 O1 และมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มากกว่าก่อนใช้โปรแกรม ที่ตำแหน่ง F3 F4 T7 CP3 P3 POz อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรม ที่ตำแหน่ง FP1 FP2 AF3 F7 F5 C3 C1 CP5 CP1 P1 O1 และมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรม ที่ตำแหน่ง F3 F4 CP5 CP3 POz อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธินได้

52810220: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE
Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: ATTENTION/ SACCADIC EYE MOVEMENT COMPUTER TRAINING PROGRAM
DUSIT POPHAN: ENHANCING THE ATTENTION OF MARINE NON-COMMISSIONED OFFICER STUDENTS USING A SACCADIC EYE MOVEMENT COMPUTER TRAINING PROGRAM: AN EVENT-RELATED POTENTIAL STUDY. ADVISORY COMMITTEE. SEREE CHADCHAM, Ph.D., 222, P. 2015

The purposes of this research were to develop a computer training program for saccadic eye movements; to compare the average response accuracy rate and reaction time; and to compare the latency and amplitude of electroencephalography (ERP) P100. The participants were forty-four Marine Non-Commissioned Officer Students in the academic year 2014, aged between 17 and 22 years. They were randomly assigned to experimental and control groups with the same number of participants in each group. The research instruments were a saccadic eye movement computer training program, an attention network test, and the Neuroscan system. The *t*-test and descriptive statistics including average, and standard deviation, were used to analyze the data.

The results showed that:

1. The attention of the experimental group after training with the program had a higher response accuracy rate, and had less reaction time when compared with before training with the program, and with the control group (p <.05).

2. Regarding the attention of the experimental group after training with the program: the latency of ERP P100 was lower than before training at positions FP1 FP2 AF3 AF4 F7 F5 F2 T7 T8 CP1 P1 O1, and the amplitude of P100 was higher than before training at positions F3 F4 T7 CP3 P3 POz (p <.05). The latency of P100 in the experimental group was lower than the control group at positions FP1 FP2 AF3 F7 F5 C3 C1 CP5 CP1 P1 O1, and the amplitude of P100 in the experimental group was higher than the control group at positions F3 F4 CP5 CP3 POz (p <.05).

The results indicate that it may be concluded that the saccadic eye movement computer training program was capable of enhancing the attention of Marine Non-Commissioned Officer Students.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
สารบัญ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 6
กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 6
สมมติฐานการวิจัย..... 10
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 10
ขอบเขตของการวิจัย..... 10
นิยามศัพท์เฉพาะ..... 11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14
ตอนที่ 1 ความหมาย แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14
ตอนที่ 2 ลักษณะของสิ่งเร้า การรับรู้ทางสายตาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 25
ตอนที่ 3 การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 39
ตอนที่ 4 คลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 47
3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 67
ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 69
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 87
กลุ่มตัวอย่าง..... 88
แบบแผนการทดลอง..... 89
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 90
วิธีดำเนินการทดลอง..... 96
การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 101
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 106
4 ผลการวิจัย..... 108
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 109

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้น	115
5	สรุปและอภิปรายผล	150
	สรุปผลการวิจัย	150
	การอภิปรายผล	152
	ข้อเสนอแนะ	161
บรรณานุกรม		158
ภาคผนวก		176
	ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	177
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	179
	ภาคผนวก ค ผลวิเคราะห์ค่าสถิติด้วยโปรแกรม SPSS	200
	ภาคผนวก ง ข้อมูลและกิจกรรมการทดลอง	205
ประวัติย่อของผู้วิจัย		222

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	79
2	การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	80
3	การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	81
4	การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	82
5	การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	83
6	การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	84
7	ปัญหาที่พบขณะทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและการแก้ไข	85
8	กิจกรรมการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย	92
9	กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	93
10	การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง	98
11	สรุปขั้นตอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	113
12	จำนวนและร้อยละลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	116
13	ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	117
14	ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	119
16	ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	120
17	ผลการเปรียบเทียบความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	121
18	ผลการเปรียบเทียบความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	127
19	ผลการเปรียบเทียบความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	136
20	ผลการเปรียบเทียบความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	142

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
2	วงจรสัญญาณของระบบประสาทเกี่ยวกับการรับรู้จากการมองเห็น	17
3	โครงข่ายระบบประสาทที่เกี่ยวกับความใส่ใจต่อสิ่งเร้า	18
4	แบบจำลอง Broadbent’s Filter Model	20
5	แบบจำลอง Treisman's Attenuation Model	21
6	ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention	22
7	แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์	24
8	การจัดหมวดหมู่สิ่งเร้าตามกฎของ เกสตัลท์	26
9	ลำดับพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตา	29
10	กระบวนการรับรู้	33
11	การนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นจากตาสู่สมอง	35
12	วงจรของความใส่ใจ การรับรู้ การเรียนรู้และความจำ	36
13	กล้ามเนื้อและการทำงานของกระบวนการหายใจ	45
14	ตำแหน่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง	48
15	การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระบบสากล 10/20	49
16	ขั้นตอนในการจัดเก็บสัญญาณอีอีจี	53
17	ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมอง	54
18	ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง	55
19	ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมองที่พบในระบบ EEG	55
20	การจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา	58
21	การจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง	59
22	การจัดวางเรียงขั้ววัดไฟฟ้าตามกายวิภาค	59
23	ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากสิ่งเร้าจากการมองเห็น	62
24	ขั้นตอนการวิจัย	68
25	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	69
26	การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	73
27	รูปร่างเรขาคณิตที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	75
28	สีและอัตราส่วนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	76
29	โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	76
30	หน้าจอคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	79
31	ความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	80

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	ความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	81
33	เวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	82
34	เวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	83
35	ความถูกต้องของการตอบสนอง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	84
36	เวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	85
37	ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	87
38	แบบแผนการทดลองแบบ Pretest and Posttest Control Group Design	89
39	ลักษณะการหายใจแบบลึก	91
40	ภาพเป้าหมายที่แสดงทิศทางในแบบทดสอบความใส่ใจ	94
41	ภาพชี้นำ (Cue) ในแบบทดสอบความใส่ใจ	94
42	ภาพเป้าหมายและภาพชี้นำ ในแบบทดสอบความใส่ใจ	94
43	แบบทดสอบความใส่ใจ ที่สร้างด้วยโปรแกรม STIM2	95
44	เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan	96
45	หมวกที่มีขั้วไฟฟ้าอิเล็กโทรด (Electrode)	96
46	การสวมหมวกที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode) และการบรรจุนำเกลือ (Electrolyte) เพื่อนำสัญญาณ ไฟฟ้า	99
47	ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าจากโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0	100
48	หน้าจอแสดงการกำหนดค่าความต้านทานในแต่ละขั้วไฟฟ้า (Impedance)	100
49	หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการกรองสัญญาณ (Filter) คลื่นไฟฟ้าสมอง	102
50	หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการกรองสัญญาณช่วงความถี่ผ่าน	102
51	หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการตัดสัญญาณรบกวน	103
52	หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการตัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ERPs	103
53	หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการคำนวณหาค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด	104

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

54 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บริเวณเปลือกสมองส่วนหลัง (Occipital)..... 104
55 หน้าต่างโปรแกรม Notepad แสดงการบันทึกค่าความกว้างและความสูง ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง ในรูปของ Text File..... 105
56 หน้าต่างโปรแกรม Excel แสดงการบันทึกค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง..... 105
57 ไอคอนการเข้าโปรแกรม..... 110
58 หน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 110
59 ภาพหน้าจอขณะฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 111
60 ระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์และมุมการมอง..... 113
61 ลักษณะการนั่งขณะฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย..... 114
62 การนั่งขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 115
63 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการตอบสนองของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 117
64 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 118
65 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องการตอบสนองของกลุ่มทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 119
66 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 120
67 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)..... 124
68 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)..... 124
69 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)..... 125
70 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)..... 125

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

71 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) 126

72 ตำแหน่งอิเลคโทรด ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรม..... 127

73 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)..... 130

74 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)..... 130

75 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)..... 131

76 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)..... 131

77 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)..... 132

78 ตำแหน่งอิเลคโทรด ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมากกว่าก่อนใช้โปรแกรม..... 133

79 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ทั้งหมดของบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ 134

80 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ทั้งหมดของบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที หลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 135

81 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)..... 138

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

82 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)..... 139

83 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)..... 139

84 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)..... 140

85 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)..... 140

86 ตำแหน่งอิเลคโทรด ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ 141

87 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) 144

88 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) 145

89 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)..... 145

90 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)..... 146

91 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)..... 146

92 ตำแหน่งอิเลคโทรด กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมหลังการทดลอง..... 147

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

93 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 148
94 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ..... 149

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความใส่ใจ (Attention) เป็นการทำงานที่สำคัญของสมองด้านวิทยาการปัญญา (Cognitive Science) เนื่องจากส่งผลกระทบที่เด่นชัดต่อกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มหรือลดการทำงานของสมอง (Kafshgari, Kahaki, Moradi, & Younesi, 2014, pp. 1976-1979) ที่เชื่อมโยงระหว่างสมองกับพฤติกรรมของมนุษย์ (Raz & Buhle, 2006, pp. 367-379) ความใส่ใจต่อสิ่งเร้า (Stimulus) เป็นหน้าที่ขั้นสูงของสมองในกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processing) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้และเป็นกลไกในกิจกรรมการเรียนรู้ของมนุษย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการประมวลผลสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้อง (Taylor & Fragopanagos, 2005, pp. 353-369; Beteleva & Petrenko, 2006, pp. 509-516) โดยความใส่ใจจะเกี่ยวข้องในทุกแง่มุมของชีวิตมนุษย์ ตั้งแต่ทักษะการรับรู้ขั้นพื้นฐานจนถึงความสามารถในการพัฒนาด้านสติปัญญาที่ซับซ้อน (McConnell & Shore, 2011, pp. 1096–1107) เพราะความใส่ใจจัดเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการทางปัญญา ดังนั้น ความใส่ใจจึงเป็นคุณสมบัติหลักของการรับรู้และกระบวนการความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ ของมนุษย์ (Bahrick, 2010, pp. 120-166; Chun, Golomb & Turk-Browne, 2011, pp. 73-101)

ความใส่ใจมีบทบาทที่สำคัญต่อการปรับสภาพการเข้ารหัส (Modulation of Encoding) เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการกู้คืนความจำ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของความใส่ใจ (Chun & Turk-Browne, 2007, pp. 177-184) กระบวนการเข้ารหัสนี้จะลดลงตามระยะเวลาที่ผ่านไปส่วนสาเหตุของการลดลงอาจเกิดจากความล้มเหลวของความใส่ใจหรือกระบวนการเข้ารหัสความจำ (Anderson et al., 2000, pp. 775-792) การทำกิจกรรมการรับรู้ทางสายตาของความจำขณะทำงาน (Visual Working Memory Tasks) เป็นสิ่งสนับสนุนว่า ความใส่ใจทำหน้าที่ประหนึ่งประตูไปสู่ความจำ (Cavanagh & Alvarez, 2005, pp. 349-354) และเป็นสิ่งขับเคลื่อนหลักของความจำขณะทำงาน (Core Vehicle of Working Memory) (Cowan, 2011, pp. 1401-1406) ในขณะที่มีหลักฐานที่สนับสนุนว่า ความใส่ใจและความจำระยะสั้นมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในระหว่างการเข้ารหัสความจำ (Fougnie, 2008, pp. 1-45) ที่ส่งผลต่อความสามารถของความจำขณะทำงาน (Unsworth, Fukuda, Awh, & Vogel, 2014, pp. 1-26)

กลไกที่เป็นสิ่งกระตุ้นความใส่ใจ ประกอบด้วย 1) กลไกภายนอกหรือล่างขึ้นบน (Exogenous, Bottom-Up) หมายถึง การเปลี่ยนความใส่ใจที่มีลักษณะเป็นไปโดยอัตโนมัติตามลักษณะเด่นของสิ่งเร้า เช่น สิ่งเร้าที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน และ 2) กลไกภายในหรือบนลงล่าง (Endogenous, Top-Down) เป็นการใช้ความตั้งใจในการควบคุมความใส่ใจไปยังสิ่งเร้า เพื่อให้แสดงพฤติกรรมไปในทิศทางที่มุ่งหวัง ซึ่งกลไกของล่างขึ้นบนและบนลงล่างจะมีการทำงานร่วมกัน ดังนั้น ความสมดุลของการกระตุ้นความใส่ใจจากภายนอกและภายในจึงมีความสำคัญต่อมนุษย์ เพราะหากไม่มีความสมดุลอาจนำไปสู่จิตพยาธิวิทยา (Psychopathology)

เช่น โรคสมาธิสั้น (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) (Neokleous & Schizas, 2011, pp. 244-245)

การมองเห็นจัดอยู่ในระบบประสาทรับความรู้สึกพิเศษ (Special Senses) ที่ทำให้มนุษย์และสัตว์สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จากการกระตุ้นผ่านทางการมองเห็น ถ้าเปรียบเทียบระหว่างระบบประสาทรับความรู้สึก (Sensory System) ทั้งหมด การมองเห็นนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการดำรงชีวิต เนื่องจากมนุษย์มีการรับรู้ผ่านการมองเห็น (Visual Perception) ประมาณร้อยละ 70 ของระบบประสาทรับความรู้สึก (ราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม, 2550, หน้า 48) ที่ช่วยให้มนุษย์รู้ว่า ควรจะทำอย่างไรต่อสภาพแวดล้อมรอบตัวที่ส่งผลต่อความสามารถด้านการเรียนรู้ เพื่อแปลความหมายจากสิ่งที่มองเห็น การรับรู้ทางการมองเห็นจึงต้องใช้การพัฒนาความสามารถของสมองร่วมกับประสบการณ์จากการเรียนรู้ (นนทิชา ถาวรไพบูลย์บุตร, 2555, หน้า 25) ซึ่งวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่มีการรับรู้ของกระบวนการทางจิตกับกระบวนการทางกาย (Psychophysics) ผ่านการมองเห็นได้ดีกว่าการรับรู้ทางการได้ยินและมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นจากภาพได้ดีกว่าการกระตุ้นจากเสียง (Droit-Volet, Tourret, & Wearden, 2004, pp. 797-818)

ปัจจุบันวัยรุ่นมีการรับรู้จากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีผลต่อความใส่ใจ เช่น การดูโทรทัศน์มากกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน มีความเสี่ยงสูงต่อปัญหาด้านความใส่ใจและการเรียนรู้ (Johnson, Cohen, Kasen, & Brook, 2007, pp. 480-486) ในขณะที่การดูโทรทัศน์และเล่นวิดีโอเกมก็ยังเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจและการเรียนรู้ (Swing, Gentile, Anderson, & Walsh, 2010, pp. 214-221; Gentile, Swing, Lim, & Khoo, 2012, pp. 62-70) โดยเฉพาะเนื้อหาของเกมที่มีความรุนแรงและระยะเวลาที่อยู่กับเกมยิ่งจะส่งผลกระทบมากขึ้นกับปัญหาความใส่ใจและการเรียนรู้ (Gentile et al., 2012, pp. 62-70)

ผลการสำรวจผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปรากฏว่า ใช้เวลามากกว่า 3.1 ชั่วโมงต่อวันกับโทรศัพท์มือถือในการรับข้อมูลข่าวสารรวมทั้งการเล่นเกม (ไทยรัฐออนไลน์, 2557) สอดคล้องกับการสำรวจการมีและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในครัวเรือนของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ระหว่างปี พ.ศ. 2554-2558 ปรากฏว่า กลุ่มวัยรุ่นไทยที่มีอายุระหว่าง 15-24 ปี มีสัดส่วนการใช้อินเทอร์เน็ตสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยมีการใช้สูงถึง 3.1 ชั่วโมงต่อวัน และร้อยละ 87.4 ใช้เพื่อการเล่นเกม ดูหนัง ฟังเพลง ผ่านคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2558, หน้า 6) จึงต้องหากิจกรรมกระตุ้นการทำงานของสมอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ด้วยการกระตุ้นให้เกิดความผ่อนคลายหรือการทำกิจกรรมที่เหมาะสม ที่ส่งผลต่อการทำงานของสมองและความใส่ใจที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของมนุษย์ (Morris, Sparks, Mitchell, Weickert, & Green, 2012, pp. 1-9)

การวัดความใส่ใจของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบทางจิตประสาท (Neuropsychological Test) เช่น แบบทดสอบ D2-test แบบทดสอบ Continuous Performance Test (CPT) การทดสอบ Stroop Test ที่ใช้วัดความใส่ใจต่อสิ่งเร้าและการยับยั้งสิ่งรบกวน (Impulse Control) เป็นการตอบสนองต่อการแยกแยะต่อสิ่งเร้า ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ถูกทดสอบเป็นสำคัญ แต่ไม่สามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองต่อกระบวนการความใส่ใจ (Budde, Voelcker-Rehage, Pietrabyk-Kendziorra, Ribeiro, & Tidow, 2008, pp. 219-223)

ปัจจุบันมีวิธีการวัดความถูกต้องและระยะเวลาในการตอบสนอง เช่น การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERPs) ซึ่งเป็นการศึกษาค่าเฉลี่ยของศักย์ไฟฟ้าสมองที่เปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการปรากฏของสิ่งเร้า (Sensory Stimuli) ที่สะท้อนให้เห็นถึงขั้นตอนของการประมวลผลการรับรู้หลังจากการเริ่มกระตุ้นของสิ่งเร้าที่สอดคล้องกับลำดับและระดับของความใส่ใจ (Saavedra, 2012, pp. 1-6) ERPs จึงเป็นเทคนิคที่ได้รับการพิสูจน์ว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งสำหรับการทดสอบทฤษฎีการรับรู้และความใส่ใจ (Woodman, 2010, pp. 2031-2046) ตลอดจนสามารถนำมาใช้ในการวัดความใส่ใจ โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะทำกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ในการประเมินระดับของความใส่ใจในมนุษย์ได้อย่างละเอียด เพราะเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในสมอง รวมถึงยังสามารถใช้ศึกษาทั้งในภาวะความบกพร่องและการพัฒนาความสามารถด้านความใส่ใจได้อีกด้วย (วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์, 2556, หน้า 10)

งานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความใส่ใจของ Tang et al. (2007) ใช้วิธี Integrative Body–Mind Training (IBMT) ซึ่งเป็นการฝึกร่วมกัน 4 อย่าง คือ 1) การฝึกผ่อนคลายร่างกาย (Body Relaxation) 2) การฝึกการหายใจ (Breathing Practice) 3) การฝึกจินตภาพ (Mental Imagery) และ 4) การฝึกเจริญสติ (Mindfulness Training) ร่วมกับใช้เสียงดนตรี โดยใช้ผู้ควบคุมการฝึกที่เชี่ยวชาญตามหลักของลัทธิเต๋าและขงจื้อ (Taoism and Confucianism) ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นเวลา 20 นาทีต่อวัน เป็นระยะเวลา 5 วัน หลังจากนั้นใช้แบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ (Attention Network Test: ANT) และแบบประเมินภาวะทางอารมณ์ (Profile of Mood States: POMS) ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีอัตราการตอบได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม มีความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้าและความโกรธที่ลดลง (Tang et al., 2007, pp. 17152-17156) การศึกษาในเด็กสมาธิสั้น (ADHD) ของ Moore (2008) ใช้การบริหารตา (Eye Exercises) ด้วยการมองตามวัตถุในมือของผู้ฝึก ปรากฏว่า สามารถเพิ่มความใส่ใจและลดอาการหุนหันพลันแล่น (Impulsivity) ในเด็กสมาธิสั้นได้ (Moore, 2008, pp. 147-154)

งานวิจัยของ Organ (2010) ใช้วิธีการออกกำลังกาย 30 นาที ร่วมกับการเคลื่อนไหวของตาหลังจากรับประทานอาหารกลางวันของทุกวัน ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน อายุระหว่าง 17-19 ปี ใช้เวลาสองสัปดาห์ ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลการทดสอบความใส่ใจที่ดีขึ้น แต่กลุ่มตัวอย่างบางส่วนมีอาการหลับในระหว่างการเรียนหลังจากการออกกำลังกาย (Organ, 2010, pp. 220-245) งานวิจัยที่ใช้การปฏิบัติสมาธิ ในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 18-30 ปี แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยปฏิบัติสมาธิเป็นเวลา 3 ชั่วโมงต่อวัน ใช้เวลาในการทดลองเป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นให้ทำแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า กลุ่มทดลองสามารถตอบได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (MacLean et al., 2010, pp. 829-839)

Hoza et al. (2014) ศึกษาด้วยวิธีการเคลื่อนไหวร่างกายแบบแอโรบิค Aerobic ในกลุ่มเด็ก ADHD เป็นเวลา 31 นาทีต่อวัน นาน 12 สัปดาห์ ใช้แบบวัด Pittsburgh Modified Conners Parent and Teacher Rating Scale (PMC) ก่อนกับหลังการทดลอง ปรากฏว่า กลุ่มเด็ก ADHD มีสมาธิเพิ่มมากขึ้น ลดอาการสมาธิสั้นและความหงุดหงิด (Inattention and Moodiness) (Hoza et al., 2014, pp. 1-13) แต่ข้อด้อยของวิธีเหล่านี้ คือ เป็นการวัดเพียงด้านพฤติกรรม ใช้เวลานาน กลุ่มตัวอย่างเกิดความเบื่อหน่ายและยุ่งยากในการปฏิบัติ วิธีดังกล่าวจึงไม่สะดวกและเหมาะสมกับนักเรียนจ่านาวิกโยธิน

การเพิ่มความใส่ใจผ่านการรับรู้ทางการมองเห็นซึ่งมีหลายระบบที่ทำหน้าที่ร่วมกัน เพื่อสนับสนุนการเพิ่มขึ้นของความใส่ใจ มีหลักฐานที่เชื่อได้ว่าการให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายอย่างจดจ่อ (Concentrate) จะทำให้เกิดการกระตุ้นการสร้างสารสื่อประสาท (Neurotransmitters) อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และความใส่ใจ (Fernandez-Duque & Posner, 2001, pp. 74-93; Hobson, 2009, pp. 803–813; Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, pp. 1-19) นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งมีส่วนช่วยในการดำรงความใส่ใจ (Sustain Attention) (Himmelheber, Fadel, Sarter, & Bruno, 1998, pp. 949-957; Himmelheber, Sarter, & Bruno, 2000, pp. 313-325; Sarter, Gehring, & Kozak, 2006, pp. 145-160)

การฝึกใช้สายตาจดจ่อตามการเคลื่อนไหวของสิ่งเร้าหรือการมีสติอยู่กับการเคลื่อนไหวที่เรียกว่า สมาธิบนฐานการเคลื่อนไหว (Dynamic Meditation) ร่วมกับการฝึกการหายใจที่ถูกต้อง สามารถช่วยเพิ่มระดับของสมาธิและการลดความเครียด (ศุภวรรณ พิพัฒพรรณวงศ์ กรีน, 2550, หน้า 85) อีกทั้งการฝึกให้สายตาจดจ่อตามการเคลื่อนไหวของสิ่งเร้า จะช่วยปรับสมดุลให้ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nerves System: CNS) ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nerves System: ANS) และระบบประสาทส่วนปลายหรือระบบประสาทรอบนอก (Peripheral Nervous System: PNS) ให้มีการเปลี่ยนแปลงของการส่งผ่านกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่ส่งผลต่อระบบประสาทพาราซิมพาเธติก (Parasympathetic System) ให้มีการทำงานเพิ่มขึ้นและมีการรับรู้ที่ดีขึ้น (สมพร กันทรดุษฎีเตรียมชัยศรี, 2554, หน้า 32)

การศึกษาการเคลื่อนไหวของตา มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวของตา ด้วยวิธีการวางแผนควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (Eye Movement Control) ด้วยการใส่ใจในการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งต่าง ๆ ของวัตถุ มีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมองและมีความเชื่อมโยงกับการเพิ่มขึ้นของความใส่ใจ (Moore & Fallah, 2001, pp. 1273-1276) การเคลื่อนไหวของตาแบบ Conjugate Eye Movement ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของตาซ้ายและตาขวาไปทางเดียวกันของคนปกติ สามารถแบ่งเป็น 1) การเคลื่อนของไหวตาอย่างช้า ๆ ตามวัตถุที่มองเห็นที่เรียกว่า Pursuit Eye Movement และ 2) การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Rapid Eye Movement) แบบการกวาดตามอง (Scanning) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่เรียกว่า Saccadic eye movement ด้วยการกระตุ้นการรับรู้ จากการเลือกลักษณะเฉพาะหรือตำแหน่งของวัตถุ (Souto & Kerzel, 2011, pp. 13-20; Zhong, Zhao, Zou, Wang, & Wang, 2014, pp. 1-10)

การทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างแบบเร็ว (Saccadic) ตามการเคลื่อนที่ของแสงไฟที่กระพริบ (Flashing Dot) กับการมองแสงไฟที่กระพริบแต่ไม่เคลื่อนที่ (Stationary Dot) เป็นเวลา 30 วินาที เรียกการค้นพบนี้ว่า Saccade-induced Retrieval Enhancement (SIRE) (Lyle, Logan, & Roediger, 2008, pp. 515-520) ผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความถูกต้องและลดความผิดพลาดของความจำขณะปฏิบัติงาน (Christman, Garvey, Propper, & Phaneuf, 2003, pp. 221-229)

การศึกษาที่เรียกว่า Rapid Aerial Visual Presentation (RSVP) ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีการตอบสนองต่อเป้าหมายที่มีสิ่งรบกวนได้ถูกต้องมากกว่าและใช้เวลาน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (Di Noto, Uta & DeSouza, 2013, pp. 1-9) การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองในระหว่างการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วในคนขณะหลับ

หรือที่เรียกว่า REM Sleep (Rapid Eye Movement Sleep) ปรากฏว่า มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอย่างมีนัยสำคัญ ข้อมูลจากการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดตามแบบจำลองเกี่ยวกับความจำเหตุการณ์ (Model of Episodic Memory) ของ Tulving et al. (1994) ที่เรียกว่า Hemispheric Encoding/ Retrieval Asymmetry (HERA) ซึ่งได้อธิบายถึงการทำงานของสมองว่า การเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างจะช่วยเพิ่มการตอบสนองทางระบบประสาทและการทำงานร่วมกันของสมองทั้งสองซีก โดยการเคลื่อนไหวของตาซ้ายจะมีผลต่อสมองซีกขวาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความจำ ส่วนการเคลื่อนไหวของตาขวาจะส่งผลต่อสมองซีกซ้ายซึ่งเกี่ยวข้องกับการเข้ารหัสความจำ (Habib, Nyberg, & Tulving, 2003, pp. 241-245; Brunye, Mahoney, Augustyn, & Taylor, 2009, pp. 279-288; Christman & Propper, 2010, pp. 128–134)

การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) เป็นเทคนิคทางด้านจิตวิทยาแบบหนึ่ง ที่สามารถใช้ได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ขั้นตอนการฝึกไม่ยุ่งยาก สามารถฝึกได้ด้วยตัวเอง ในงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 กิจกรรม คือ 1) การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ซึ่งช่วยลดปริมาณการใช้ออกซิเจน กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic System) ที่ส่งไปยังอวัยวะในช่องอกและในสมองที่บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้เกิดการผ่อนคลาย (Relaxation Response) มีผลให้การเต้นของหัวใจช้าลง ตลอดจนการลดลงของคอติซอล (Cortisol) (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269) ซึ่งแสดงถึงการทำงานของระบบพาราซิมพาเทติกและการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าและเบต้า (Busek & Kemlink, 2005, pp. 327-333) และ 2) การจินตภาพ (Imagery) เป็นการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery/Imagination) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มแรงจูงใจและความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Abbott & Hunt, 2014, pp. 620-633)

การฝึกใช้ทักษะการจินตภาพ จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าที่บริเวณเยื่อหุ้มสมองบริเวณส่วนขมับ (Temporal Lobe) ส่วนบน (Parietal Lobe) และบริเวณเนื้อเยื่อสมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) (Gualberto, 2002, pp. 261-271) ผู้วิจัยจึงนำทักษะการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายมาใช้ เพื่อปรับสภาพทางด้านร่างกายและจิตใจ โดยด้านร่างกายแสดงถึงการทำงานของระบบประสาท การฟื้นสภาพร่างกายจากการปฏิบัติงาน ส่วนด้านจิตใจแสดงถึงสภาพทางจิตใจและอารมณ์ความวิตกกังวลและความสามารถในการรวบรวมสมาธิ

นักเรียนจ่านาวิกโยธิน จัดเป็นกลุ่มวัยรุ่นตอนปลายซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์และพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development) (Ernst, Daniele, & Frantz, 2011, pp. 377-389) รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนและสารเคมีในสมอง (Casey, Jones, & Hare, 2008, pp. 111-126) และมีความเสี่ยงต่อปัญหาความใส่ใจจากการใช้ระบบสารสนเทศที่ไม่เหมาะสมในการรับข้อมูลข่าวสารรวมทั้งการเล่นเกม นักเรียนจ่านาวิกโยธิน ยังจะต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่มีความเครียด ความกดดัน ความวิตกกังวลในระหว่างการฝึกซ้อมหรือการปฏิบัติงาน ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นสิ่งที่บั่นทอนสภาพจิตใจและมีผลเสียต่อสภาพร่างกายตามมา จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาเพื่อเป็นการเสริมสร้างศักยภาพต่อไป

การเพิ่มความใส่ใจ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ พัฒนาจากแนวคิดของการที่สมองจะรับรู้ต่อสิ่งเร้า สมองจะต้องมีการเลือกสิ่งเร้า โดยที่บุคคลสามารถเลือกหรือคัดกรองที่จะใส่ใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Selective Attention) ที่เข้ามาเป็นจำนวนมากจนทำให้เกิดเป็นคอคอด (Bottle Neck) ซึ่งในขั้นต้นจะเป็นการวิเคราะห์ลักษณะของสิ่งเร้าทางกายภาพ เช่น รูปร่าง สี เสียงเบาหรือดัง การระบุเอกลักษณ์หรือตำแหน่งของสิ่งเร้า ตามทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention ของ Treisman and Gelade (1980) และทฤษฎี Biased Competition Theory of Selective Attention ของ Desimone and Duncan (1995) ร่วมกับงานวิจัยเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของตา ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองและความใส่ใจ (Christman & Propper, 2010, pp. 128–134; Choi et al., 2011, pp. 148-158) และแนวคิดการฝึกการจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายของ เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2556); Holmes and Mathews (2005) และ Jerath, Edry, Barnes, and Jerath (2006) ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าว มาพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อกระตุ้นการบริหารสมองทั้งสองซีกในการเพิ่มความใส่ใจ รวมทั้งศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERPs) ที่สามารถนำไปใช้ในการฝึกได้ด้วยตนเองและปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ เพื่อเพิ่มความใส่ใจในของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.2 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.3 เปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.4 เปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ พัฒนาจากแนวคิดการเคลื่อนไหวของตาที่เป็นการเคลื่อนไหวแบบจดจ่อและมีเป้าหมายภายใต้อำนาจจิตใจ (Goal Directed Voluntary Movement) ซึ่งมีการสั่งการและควบคุมโดยศูนย์สั่งการในส่วนของเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) ประกอบด้วย เปลือกสมองพรีฟรอนทัล (Prefrontal Cortex) ส่วนลิมบิก (Limbic) เบซัลแกงเกลีย (Basal Ganglia) สมองน้อย (Cerebellum) และบริเวณเปลือกสมองส่วนสั่งการการเคลื่อนไหว (Motor Area) เมื่อมนุษย์มีการรับรู้ทางการมองเห็น เปลือกสมองส่วนที่เกี่ยวกับการมองเห็น (Occipital Lobe) ซึ่งการรับรู้ทางการมองเห็นสามารถแบ่งเป็น 2 วงจร คือ 1) วงจรสัญญาณด้านบน (Dorsal Stream) ประกอบด้วย สมองส่วนบน (Parietal Lobe) ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง การเคลื่อนไหวและระยะระหว่างวัตถุ 2) วงจรสัญญาณด้านล่าง (Ventral Stream) ประกอบด้วย สมองส่วนเทมเพอรัล (Temporal Lobe) ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่าง ขนาดและประเภทของวัตถุ โดยมีสมองส่วนหลังเป็นส่วนหนึ่งของทั้งสองวงจร (Mochizuki & Kirino, 2008, pp. 98-104)

การเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างที่บริเวณฟรอนทอลอายฟีลด์ (Frontal Eye Field: FEF) ซึ่งมีหน้าที่ประสานการเคลื่อนไหวของตา สามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพด้วยสิ่งเร้า เมื่อวัตถุนั้นอยู่ในตำแหน่งพื้นที่การกระตุ้นของสมอง (Moore & Fallah, 2001, pp. 1273-1276) การเคลื่อนไหวของตาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสมองส่วน frontal cortex กับ frontal eye fields ที่ส่งผลต่อความใส่ใจ (Schall, Sato, Thompson, Vaughn, & Juan, 2004, pp. 2765-2769) อีกทั้ง วิธีการบริหารตา ด้วยการมองตามการเคลื่อนที่วัตถุสามารถช่วยเพิ่มความใส่ใจและลดอาการหุนหันพลันแล่น (Impulsivity) ในเด็กสมาธิสั้น (Moore, 2008, pp. 147-154) และช่วยลดความเครียดและภาวะซึมเศร้า (Anxiety and Depression) ของกลุ่มทดลองได้ (Armstrong & Olatunji, 2012, pp. 704–723) ขณะที่การเคลื่อนไหวของตาด้วยการติดตามวัตถุแบบ Saccadic Eye Movements มีอิทธิพลต่อความใส่ใจมากกว่าการเคลื่อนไหวของตาแบบ Pursuit Eye Movements (Kowler, 2011, pp. 1457-1483) การเคลื่อนไหวของตาช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เพิ่มขึ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่า (Alpha Amplitude) และคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้า (Delta Amplitude) อีกทั้งการเคลื่อนไหวของตาที่นานพอจะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้มากกว่า (Choi et al., 2011, pp. 148-158; Samara, Elzinga, Slagter, & Nieuwenhuis, 2011, pp. 1-9)

การเคลื่อนไหวของตาจะต้องใช้สิ่งเร้าในการกระตุ้นและจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจก่อน ซึ่งจะทำให้มีระยะเวลาการตอบสนองต่อการกระตุ้นสั้นลง (Shepherd, Findlay & Hockey, 2007, pp. 475-491) ในขณะที่สิ่งเร้าที่อยู่ในลานสายตา (Visual Field) จะส่งผลต่อการตอบสนองของความใส่ใจจากการมองเห็น (Visual Attention) และการรับรู้จากการมองเห็น (Visual Perception) ขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้าที่มากระตุ้น (Torralba, Oliva, Castelhano, & Henderson, 2006, pp. 766-786) ซึ่งลักษณะของสิ่งเร้าที่เป็นปัจจัยในการกระตุ้นการรับรู้และความใส่ใจ มีลักษณะ ดังนี้

1. การกำหนดสิ่งเร้าที่เป้าหมายในการกระตุ้นการรับรู้ทางการมองเห็น ด้วยการใช้ลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ จะสามารถกระตุ้นความใส่ใจได้มากกว่าการกำหนดในรายละเอียดของสิ่งเร้า (Fougnie, 2008, pp. 1-45)

2. การเคลื่อนที่ของสิ่งเร้าจะช่วยเพิ่มความใส่ใจและระบบการมองเห็น (Visual System) ของมนุษย์ ด้วยวิธีการใช้สายตาในการติดตามการเคลื่อนที่ของสิ่งเร้า (Eye Tracking) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเข้ารหัสความจำ การรับรู้และการเรียนรู้ (Washburn & Putney, 1998, pp. 555-570; Nothdurft, 1999, pp. 2305-2310; Reynolds, Pasternak, & Desimone, 2000, pp. 703-714; Saiki, 2011, pp. 243-264; Faubert & Sidebottom, 2011, pp. 56-72)

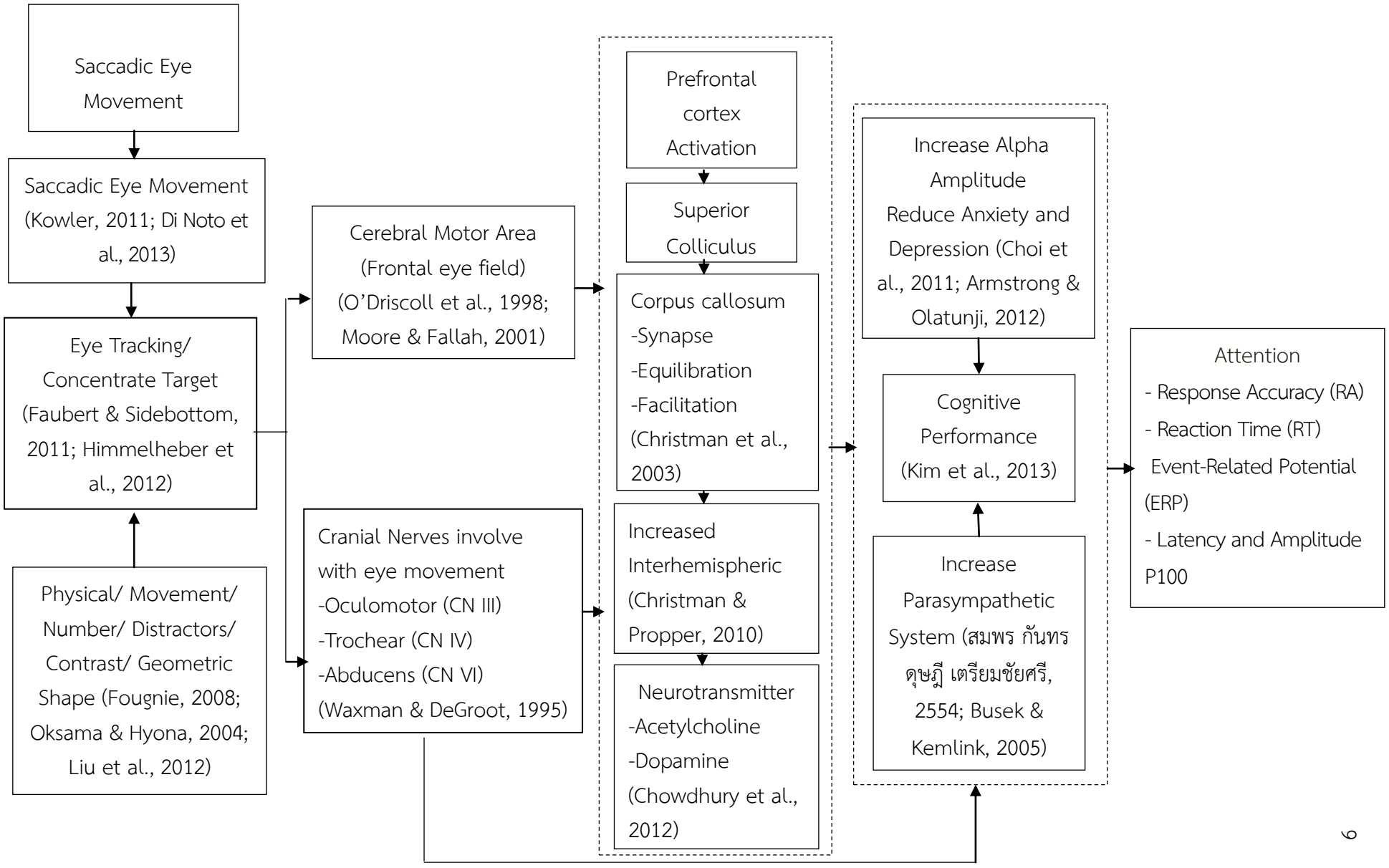
3. การกระตุ้นการรับรู้ทางการมองเห็นของมนุษย์จะเพิ่มขึ้น เมื่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายนั้นมีสิ่งรบกวนหรือการทำให้ไขว้เขว (Distractors) ซึ่งจำนวนของสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายที่เหมาะสม คือ 4 เป้าหมาย (Pylyshyn & Storm, 1998, pp. 179-197; Scholl et al., 2001, pp. 159-177; Saiki, 2003, pp. 6-21; Oksama & Hyona, 2004, pp. 631-671)

4. ความแตกต่าง (Contrast) ที่ชัดเจนของสิ่งเร้าจะช่วยการรับรู้ทางการมองเห็นและการจดจำสิ่งนั้น ๆ ได้ดีกว่าสิ่งเร้าที่มีความพร่ามัว (Blur) (Todd et al., 2012, pp. 11201-11212; MacDonald & Enns, 2012, pp. 1002-1012; Enns & MacDonald, 2013, pp. 568-578)

สิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นที่นักวิจัยส่วนใหญ่ ใช้ในการศึกษาหรือการทดลอง คือ รูปร่างเรขาคณิตและสี (Geometric Shape and Color) (Georgopoulos et al., 2001, pp. 72-89; Proverbio et al., 2004, pp. 288-300; Fougnie, 2008, pp. 1-45; Kowler, 2011, pp. 1457-1483; Liu et al., 2012, pp. 145-151) เนื่องจากรูปร่างเรขาคณิตและสี ถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการเรียนรู้ของมนุษย์ (Giofre, Mammarella, & Cornoldi, 2014, pp. 112-128)

การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation) ที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ 1) การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ที่ช่วยการเพิ่มขึ้นออกซิเจนในเลือดและกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ที่ส่งไปยังสมองที่ระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้เกิดการผ่อนคลาย การเต้นของหัวใจช้าลง ลดระดับของคอติซอล (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571) และ 2) การจินตภาพ (Imagery) เป็นเทคนิคทางจิตวิทยาด้วยการสร้างภาพขึ้นมาในใจ โดยใช้ภาพจากการมองเห็นในจินตนาการ (Visual Imagination) เพื่อการเบี่ยงเบนความใส่ใจ จากความตึงเครียดหรือปัญหาต่าง ๆ เพิ่มแรงจูงใจและความสามารถของการตัดสินใจ ลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ เพิ่มความสามารถในการรวบรวมสมาธิ กระตุ้นการทำงานของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา (เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์, 2556, หน้า 39-40; Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571; Hasselmo, 2006, pp. 710-715; Chowdhury et al., 2012, pp. 14193-14204) รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่า (Gualberto, 2002, pp. 261-271)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุเพื่อเพิ่มความใส่ใจซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และนำไปใช้กับหน่วยงานทางทหารหรือบุคคลทั่วไป โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

3. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจน้อยกว่าและมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมากกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

4. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจน้อยกว่าและมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมากกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการเพิ่มความใส่ใจ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ผลการวิจัยที่ได้จะก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มความใส่ใจ เป็นทางเลือกใหม่ที่เหมาะสมกับบริบทของคนไทย

2. ได้วิธีการเพิ่มความใส่ใจ ด้วยวิธีกระตุ้นการทำงานของสมองด้วยวิธีการเคลื่อนไหวของตา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและทราบผลของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน

3. สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นแนวทางในการพัฒนาเกี่ยวกับความสามารถทางปัญญาด้านอื่น ๆ เช่น ความจำ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ สำหรับกองทัพเรือและหน่วยงานทั่วไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบ Pretest and Posttest Control Group Design (Edmonds & Kennedy, 2013, pp. 24-27) เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุกับนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยเป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรเป็นนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 17-22 ปี จากศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2557

2. ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน 2 แบบ ได้แก่

2.1.1 แบบใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.1.2 แบบไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน พิจารณาได้จาก

2.2.1 ความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ

2.2.2 เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ

2.2.3 คลื่นไฟฟ้าสมอง ประกอบด้วย ความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความใส่ใจ (Attention) หมายถึง ความสามารถของการตอบสนองต่อสิ่งเร้า โดยวัดจากความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) และศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERPs) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ

แบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test) หมายถึง สิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นให้เกิดการทำงานของสมอง เพื่อแสดงถึงความสามารถในการให้ความใส่ใจกับข้อมูล ซึ่งสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายมีลักษณะเป็นลูกศรแสดงทิศทาง จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยให้กดคำตอบหลังจากภาพสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายปรากฏ มีทั้งหมด 3 ชุด แต่ละชุดมี 96 ข้อ รวมทั้งหมด 288 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบความใส่ใจ 15.5 นาที

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (Saccadic Eye Movements Computer Training Program) หมายถึง การฝึกการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างไปในทิศทางเดียวกัน ที่เป็นการกระทำอย่างจดจ่อ (Concentrate) ด้วยความตั้งใจและมีเป้าหมาย (Goal Directed Voluntary Movement) ไปยังเป้าหมายหรือสิ่งเร้า คือ ภาพรูปร่างเรขาคณิต (Geometric Shape) ซึ่งมีสีและลักษณะที่แตกต่างกัน จำนวน 10 ภาพ มีการเคลื่อนที่แบบอิสระ (Dynamic) บนจอคอมพิวเตอร์ ขนาด 23 นิ้ว ร่วมกับจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation)

ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERPs) หมายถึง ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมองที่เปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการปรากฏของสิ่งเร้า (Sensory Stimuli) ในการศึกษานี้ คือ แบบทดสอบความใส่ใจ โดยการวัดองค์ประกอบของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ด้านความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Latency) และความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude)

คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 (Electroencephalography P100) หมายถึง รูปแบบของคลื่นคลื่นไฟฟ้าสมอง (Wave Form) ที่เป็นคลื่นบวกคลื่นแรก (First Positive) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของความกว้าง (Latency) และ

ความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการปรากฏของสิ่งเร้า (Onset) ในช่วงเวลา 20-170 มิลลิวินาที ที่สะท้อนให้เห็นถึงการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ

ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Latency) หมายถึง การวัดระยะที่ใช้ในกระบวนการทำงานของสมองของกลุ่มตัวอย่างขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ตั้งแต่ช่วงระยะเวลาที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้า จนถึงเวลาที่มีระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด (Peak) ในช่วงเวลา 20-170 มิลลิวินาที มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (ms)

ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) หมายถึง การวัดระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดของคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มตัวอย่าง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ในช่วงเวลา 20-170 มิลลิวินาที เมื่อเทียบกับระยะพัก (Baseline) มีหน่วยเป็นไมโครโวลต์ (μV)

จินตภาพ (Imagery) หมายถึง การมองเห็นภาพที่สร้างขึ้นในจินตนาการ (Imagination) ให้มีความชัดเจน (Clarity) มีลักษณะที่เหมือนจริง (Realism) อาจเป็นภาพบุคคลสถานที่หรือเหตุการณ์ที่บุคคลนั้นจินตนาการขึ้นมาแล้วมีความสุข ลดความวิตกกังวล ลดภาวะซึมเศร้า มีสมาธิที่ดีขึ้นและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้

จินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation) หมายถึง วิธีการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery) ด้วยการนึกถึงภาพที่ประทับใจที่ได้จากการสำรวจของแต่ละบุคคล ร่วมกับการหายใจลึก (Deep Breathing) เพื่อการเบี่ยงเบนความใส่ใจ จากความตึงเครียดหรือปัญหาต่าง ๆ เพิ่มแรงจูงใจและความสามารถของการตัดสินใจ ลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและผ่อนคลายของร่างกายแต่ละส่วน ใช้เวลาในการฝึก 5 นาที

การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) หมายถึง วิธีการสูดอากาศเข้าผ่านทางจมูกอย่างช้า ๆ นานประมาณ 4 วินาที ให้ส่วนบริเวณอกยกขึ้น ท้องพองออก ค้างไว้ประมาณ 2-3 วินาที แล้วจึงผ่อนลมหายใจออกช้า ๆ ท้องจะแฟบ โดยมีระยะเวลาหายใจออกนานกว่าการหายใจ ใช้เวลาในการหายใจแบบลึก ใช้เวลาในการฝึก 2 นาที

ความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) หมายถึง การกดปุ่มที่กำหนดบนแป้นกดตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย จากแบบทดสอบความใส่ใจที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด แล้วนำมาคำนวณโดยนำจำนวนเป้าหมายที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกต้องมาเปรียบเทียบกับจำนวนเป้าหมายทั้งหมด

เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) หมายถึง เวลาตั้งแต่ที่สิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายปรากฏจนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตอบสนอง โดยนำเฉพาะเวลาที่ได้จากการตอบถูกเท่านั้นมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยรายบุคคลมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที สิ่งเร้าที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ แบบทดสอบความใส่ใจ

รูปร่างเรขาคณิต (Geometric Shape) หมายถึง การออกแบบและสร้างขึ้นโดยเส้นรอบนอกของวัตถุหรือการบรรจบกันของเส้นบนพื้นที่ว่าง มีความกว้างและความยาว ทำให้เกิดเป็นพื้นที่ขอบเขตของรูปต่าง ๆ จะแสดงผลในเชิง 2 มิติ (Two Dimensions: 2D) ในงานวิจัยนี้ มี 10 รูปร่าง ได้แก่ 1) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square) 2) รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (Rhombus) 3) รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) 4) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) 5) รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า (Regular Triangle) 6) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Right-Angled Triangle) 7) รูปวงกลม (Circle) 8) รูปวงรี (Oval)

9) รูปห้าเหลี่ยม (Regular Pentagon) และ10) รูปหกเหลี่ยม (Regular Hexagon)

สี (Color) หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์ของการแยกแยะสีจากสีหลัก คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (Red Green Blue: R G B) จากโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) จำนวน 10 สี ได้แก่ 1) สีดำ (Black) 2) สีแดง (Red) 3) สีเขียว (Green) 4) สีเหลือง (Yellow) 5) สีดอกกุหลาบ (Rosiness) 6) สีเขียวอมน้ำเงิน (Bluish Green) 7) สีเขียวเข้ม (Bottle Green) 8) สีม่วง (Burple) 9) สีเหลืองอมเขียว (Yellow Green) และ 10) สีม่วง (Purple)

นักเรียนจ่านาวิกโยธิน (Marine Non Commissioned Officer Students) หมายถึง บุคคลพลเรือนที่ผ่านการสอบคัดเลือก ตามประกาศกรมยุทธศึกษาทหารเรือ เรื่อง การรับสมัครบุคคลพลเรือนเข้าเป็นนักเรียนจ่าทหารเรือ ประจำปีการศึกษา 2557

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้นและนำไปใช้กับนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ที่เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและการทำงานของสมอง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความหมาย แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ความหมายและประเภทของความใส่ใจ

1.2 กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

1.3 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

1.4 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์

ตอนที่ 2 ลักษณะของสิ่งเร้า การรับรู้ทางสายตาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 4 คลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ความหมาย แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายและประเภทของความใส่ใจ

ความหมายของความใส่ใจ

ราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายของความใส่ใจว่า ความใส่ใจ (Attention) คือ ภาวะจิตใจที่จดจ่ออยู่ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ความพยายามที่มุ่งหมายให้เกิดความรู้อย่างกระจ่าง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554, หน้า 24)

ความใส่ใจ หมายถึง กระบวนการของความรู้ความเข้าใจและพฤติกรรมที่มุ่งเน้นในการเลือกที่จะรับรู้ข้อมูลที่มีเป็นจำนวนมากซึ่งอาจจะแยกกันไม่ว่าข้อมูลนั้นจะเป็นเชิงจิตวิสัยหรือเชิงวัตถุวิสัย (Subjective or Objective) ในขณะเดียวกันก็จะละเลยในการรับรู้ข้อมูลอื่น ๆ (Anderson, 2004, p. 519)

ความใส่ใจ เป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมีความเกี่ยวพันกับการทำงานร่วมกันของความจำขณะทำงานและการควบคุมขั้นสูงเพื่อดำเนินการแยกสิ่งสำคัญจากข้อมูลความรู้สึกที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก (Luck & Gold, 2008, p. 34)

ความใส่ใจ คือ การที่มีสติสัมปชัญญะและสตินั้นต้องมีเป้าหมายที่จะทำให้เกิดความรู้อย่างกระจ่างชัด (นันทพล โรจนโกศล, 2552, หน้า 51)

ความใส่ใจ หมายถึง กระบวนการที่ช่วยให้บุคคลเลือกและมุ่งเน้นในการป้อนเข้าของข้อมูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการประมวลผลต่อไป ในขณะเดียวกันก็จะยับยั้งข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ทำให้เสียสมาธิ (Stevens & Bavelier, 2012, p. 30)

ความใส่ใจ หมายถึง กระบวนการที่มุ่งใส่ใจจำนวนของข้อมูลที่จำกัด จากจำนวนข้อมูลที่มีเป็นจำนวนมากที่เป็นสิ่งเร้าการรับรู้ ซึ่งกระบวนการนี้ครอบคลุมไปถึงทุกมุมมองที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการที่มีหรือไม่มีสติสัมปชัญญะ (Conscious/ Unconscious Process) กระบวนการที่มีหรือไม่มีสติ (Awareness/ Unawareness) แม้แต่ความไม่ใส่ใจ (Inattention) ก็จัดเป็นความใส่ใจด้วย (นันทพล โรจนโกศล, 2552, หน้า 54)

ความใส่ใจ หมายถึง ส่วนประกอบของการรับรู้ เป็นตัวช่วยให้เกิดการรับรู้ข้อมูลที่จำเป็นท่ามกลางข้อมูลอันมากมาย หากไม่สามารถควบคุมความใส่ใจ ข้อมูลเหล่านี้จะไหลเข้าสู่การรับรู้จนนำไปสู่การเสียสติได้ ความใส่ใจนี้ครอบคลุมทั้งในส่วนที่มีสติและไม่มีสติ (Awareness and Unawareness) (นันทพล โรจนโกศล, 2552, หน้า 55)

จากความหมายข้างต้นสรุปเป็นความหมายของความใส่ใจในงานวิจัยนี้ หมายถึง ภาวะจิตที่จดจ่ออยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ช่วยให้เกิดการรับรู้ข้อมูล โดยการเลือกรับรู้และตอบสนองเฉพาะสิ่งเร้าที่จดจ่ออยู่ โดยความใส่ใจเกิดได้จากการกระตุ้นและลักษณะของสิ่งเร้าที่มากระตุ้น เช่น กระตุ้นด้วยการเคลื่อนที่ของสิ่งเร้าหรือความแตกต่างของสิ่งเร้า เป็นต้น

ประเภทของความใส่ใจ

ความใส่ใจแบ่งตามลักษณะของสิ่งเร้ามี 3 ลักษณะ ดังนี้ (Dennis & Solomon, 2010, pp. 457)

1. Selective Attention คือ พฤติกรรมที่ใส่ใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะการตอบรับต่อสิ่งเร้าประกอบกับการคงพฤติกรรมดังกล่าวไว้ในระยะเวลาหนึ่ง จนละทิ้งความใส่ใจหรือลดความใส่ใจในสิ่งอื่นในขณะเดียวกันนั้น

2. Focused Attention คือ การมุ่งใส่ใจจดจ่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะกระทำต่อสิ่งเร้านั้นโดยเจาะจงแคบลงไปที่บางส่วนหรือคุณสมบัติบางประการของสิ่งเร้า และละทิ้งความใส่ใจหรือลดความใส่ใจในส่วนอื่นหรือคุณสมบัติอื่น ๆ ของสิ่งเร้านั้น ๆ

3. Sustained Attention คือ การมุ่งใส่ใจจดจ่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะกระทำต่อสิ่งเร้าจนแสดงออกเป็นพฤติกรรมในระยะเวลาหนึ่ง

กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

การศึกษาภาพสมองในมนุษย์และสัตว์ในหลายการศึกษา แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างทางระบบประสาทเกี่ยวกับเครือข่ายของความใส่ใจ ประกอบด้วยส่วนหน้า (Frontal Component) ซึ่งอยู่ในสมองส่วนหน้า (Anterior) และส่วนพาไรเอทัล (Parietal Component) ในสมองส่วนหลัง (Posterior) (Driver & Frackowiak, 2001, pp. 1257-1262) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สมองส่วนหน้า (Forebrain) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมความสัมพันธ์ของการรับรู้ ความเข้าใจ การมีเหตุผล การแก้ปัญหา การสั่งการเคลื่อนไหวและกระบวนการทางปัญญา (Serrien, Ivry, & Swinnen, 2006, pp. 160-166) โดยสมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ คือ สมองส่วนหน้าสุดด้านล่างซ้าย (Ventrolateral Prefrontal Cortex: VLPFC) และสมองส่วนหน้าสุดด้านบนซ้าย มีความสำคัญต่อการตอบสนองในส่วนของการควบคุมบนลงล่างและให้ความใส่ใจโดยตรงต่อกิจกรรมและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Botvinick, Cohen, & Carter, 2004, pp. 539-546) สมองส่วนคอร์เท็กซ์ด้านหน้า (Anterior Cingulate Cotex: ACC) ทำหน้าที่ควบคุม ค้นหาความขัดแย้งจากสิ่งกระตุ้นที่มารบกวน (Weissman, Warner, & Woldorff, 2004, pp. 10941-10949) การเลือก

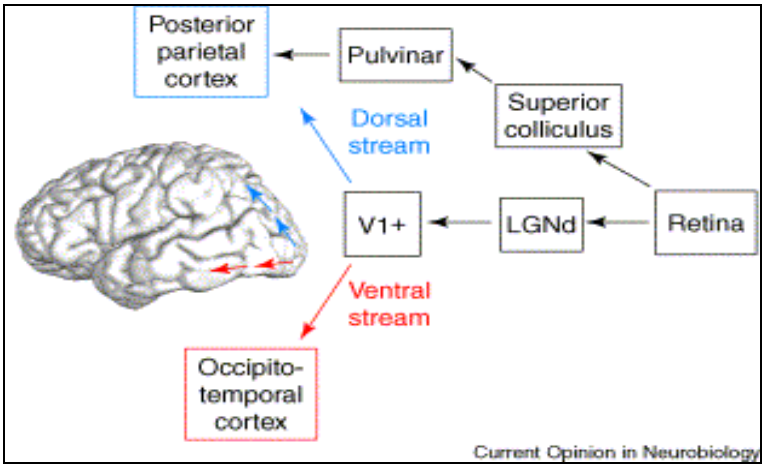
ตอบสนองและการยับยั้ง สมองส่วนนี้จะถูกกระตุ้นเมื่อต้องให้ความใส่ใจต่อลักษณะสิ่งเร้าที่มีมากกว่าหนึ่งลักษณะ

2. สมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ความรู้สึกสัมผัสจากร่างกาย การรับรู้ตำแหน่งของร่างกายส่วนต่าง ๆ รวมทั้งนำการรับรู้ในส่วนนี้ประสานกับการรับรู้ภาพและเสียง เช่น การประมวลผลข้อมูลทางสายตา ทางความรู้สึกสัมผัส ความรู้ ความเข้าใจ และจินตนาการเกี่ยวกับตำแหน่ง เป็นต้น (Kanwisher & Wojciulik, 2000, pp. 91-100) การวิเคราะห์ ผสมผสานข้อมูลของการมองเห็นในระดับสูงและเป็นเครือข่ายของการเกิดความใส่ใจร่วมกับบริเวณสมองส่วนหน้า คือ เครือข่ายฟรอนโตพาไรเอทัล (Frontoparietal Network) ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณความใส่ใจจากบนลงล่าง (Top-Down Attention) ไปยังพื้นที่ส่วนอื่น ๆ เช่น ส่วนรับความรู้สึก เพื่อให้ใส่ใจต่อลักษณะของสิ่งเร้า (Frith, 2001, pp. 1367-1371) นอกจากนี้ ยังมีพื้นที่หลายส่วนที่มีความสำคัญกับความใส่ใจ จึงเป็นเครือข่ายทำงานร่วมกันในบริเวณเปลือกสมอง เช่น เรติคูลาร์ ฟอร์เมชัน (Reticular Formation) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่เข้ามาไปยังทาลามัส (Thalamus) ซึ่งอยู่ใต้ซีรีบรัม (Cerebrum) และเหนือไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ซึ่งทำหน้าที่เหมือนศูนย์ถ่ายทอดสัญญาณของร่างกายระหว่างไขสันหลังและซีรีบรัม โดยทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมกระแสประสาทที่ผ่านเข้าแล้วถ่ายทอดกระแสประสาทไปยังส่วนต่าง ๆ ของสมองที่เกี่ยวข้องกับกระแสประสาทนั้น ๆ โดยการแปลสัญญาณที่รับเข้ามา เพื่อปรับความใส่ใจและการกรองสิ่งรบกวนออก (Filbey, Russell, Morris, Murray, & McDonald, 2008, pp. 1-13)

สมองแต่ละด้านจะมีเปลือกสมองส่วนการเห็น เปลือกสมองส่วนการเห็นของซีกสมองด้านซ้ายรับสัญญาณจากลานสายตา (Visual Field) ด้านขวา และเปลือกสมองส่วนการเห็นของซีกสมองด้านขวาจะรับสัญญาณจากลานสายตาด้านซ้าย ซึ่งเปลือกสมองส่วนการมองเห็นแบ่งเป็น 2 วงจร คือ

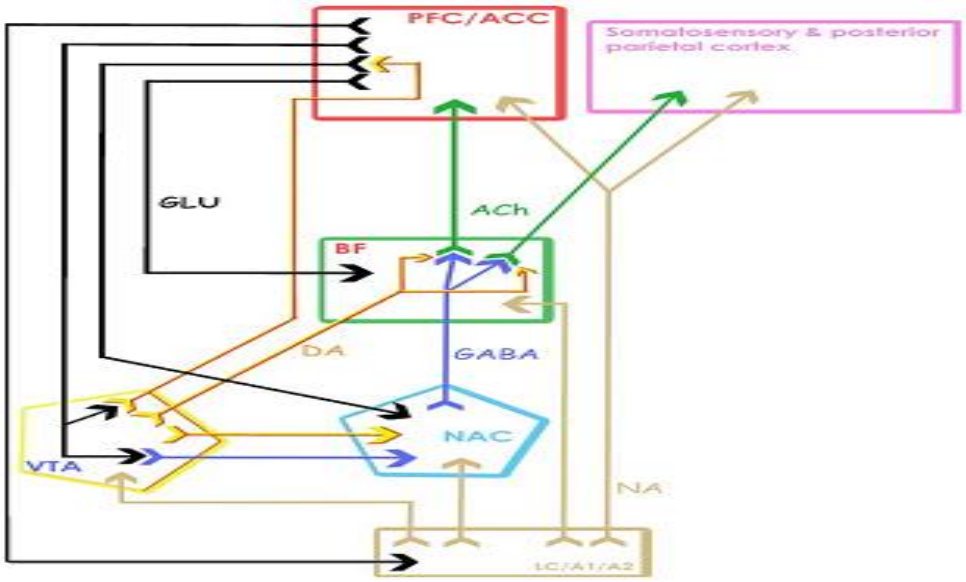
1. วงจรสัญญาณด้านบน (Dorsal Stream) หรือทางสัญญาณบอกว่าทำอย่างไร (How Pathway) ประกอบด้วยสมองกลีบด้านข้าง (Parietal Lobe) ที่เป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ทิศทาง การเคลื่อนไหว ระยะระหว่างวัตถุ เป็นต้น

2. วงจรสัญญาณด้านล่าง (Ventral Stream) หรือทางสัญญาณบอกว่าอะไร (What Pathway) ประกอบด้วย สมองส่วนกลีบขมับ (Temporal Lobe) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวัตถุ เช่น สี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น โดยมีสมองส่วนหลังเป็นส่วนหนึ่งของทั้งสองวงจร (Mochizuki & Kirino, 2008, pp. 98-104) แสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรสัญญาณของระบบประสาทเกี่ยวกับการรับรู้จากการมองเห็น (Goodale & Westwood, 2004, p. 207)

สมองซีกขวาเป็นสมองส่วนที่เป็นจิตใต้สำนึกทำหน้าที่เกี่ยวกับทิศทาง ความเข้าใจ การสร้างสรรค์ ทำให้สามารถทำได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน จะมองภาพแบบรวมมากกว่าการเจาะลึกในรายละเอียด เป็นส่วนที่ค่อนข้างผ่อนคลายและมีหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ (Perception) มากกว่าสมองซีกซ้าย ซึ่งเป็นสมองส่วนที่อยู่ใต้จิตสำนึกที่จะทำได้ทีละอย่างและทำหน้าที่เกี่ยวกับการแสดงออก การมุ่งใส่ใจจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะกระทำต่อสิ่งเร้า โดยเจาะจงแคบลงไปที่บางส่วนหรือคุณสมบัติบางประการของสิ่งนั้น และละทิ้งความใส่ใจหรือลดความใส่ใจในส่วนอื่นหรือคุณสมบัติอื่น ๆ สมองทั้งสองส่วนมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของสมองในบริเวณส่วนหน้า (Frontal Cortex) และมีการเชื่อมโยงกับการทำงานของสมองส่วนหลัง (Occipital Lobe) เมื่อมีความใส่ใจต่อสิ่งเร้า สมองส่วนของ Prefrontal lobe จะรับใยประสาทนำเข้ามาจากสมองส่วนกลางและสมองส่วนหน้า ในขณะเดียวกันสิ่งเร้าที่กระตุ้นการทำงานของ Anterior Attention System จะส่งใยประสาทไปกระตุ้นการทำงานของ Posterior Attention System บริเวณ Parietal Cortex ของสมอง จากนั้นจะส่งใยประสาทไปมีอิทธิพลต่อระบบประสาทรับความรู้สึกด้วย ซึ่งจะส่งไปยังสมองส่วน Prefrontal Cortex และสมองบริเวณ Amygdala เกิดเป็นกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการรับรู้ต่อสิ่งเร้า (Cognitive Processing) ซึ่งเป็นกระบวนการให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าขั้นสูงสุด กระบวนการให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้านี้ จัดเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมากในการเข้ารหัส (Encoding) ของกระบวนการเรียนรู้และความจำ โดยสมองที่มีบทบาทส่วนนี้ ได้แก่ Prefrontal และ Posterior Parietal ซึ่งกระบวนการเข้ารหัสเป็นกระบวนการเริ่มต้นที่สำคัญของความจำ มีโครงข่ายที่สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



(PFC=Prefrontal Cortex; CC=Cingulate Cortex; PP= Posterior Parietal Cortex; BC=Basal Forebrain; VIA= Ventral Tegmental Area; NAC=Nucleus Accumben; LC=Locus Ceruleus; BLA= Basolateral Amygdala; ACh=Acetylcholine; Glu= Ultimate; GABA=Gamma Amino Butyric Acid; DA= Dopamine; NA= Noradrenaline)

ภาพที่ 3 โครงข่ายระบบประสาทที่เกี่ยวกับความใส่ใจต่อสิ่งเร้า (Sarter et al., 2009, p. 152)

จากภาพที่ 3 ขณะที่สิ่งเร้ากระตุ้นการทำงานของ Anterior Attention System จะส่งใยประสาทไปกระตุ้นการทำงานของ Posterior Attention System ที่บริเวณ Parietal Cortex จากนั้นจะส่งใยประสาทไปมีอิทธิพลต่อระบบประสาทรับความรู้สึก รวมทั้งระบบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการตื่นตัวที่บริเวณก้านสมอง ซึ่งจะใช้สารสื่อประสาทกลุ่มนอร์อดรีนาลีน (Noradrenaline) เป็นสารสื่อประสาท นอกจากนั้น ในขณะที่สิ่งเร้ากระตุ้นระบบ Attention System ที่บริเวณเปลือกสมองใหญ่ก็ยังคงกระตุ้นที่บริเวณของ Locus Coeruleus ซึ่งเป็นสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์และการตอบสนองต่อความเครียด หากเป็นความใส่ใจที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่มีแรงจูงใจเป็นรางวัล (Reward) หรือแรงเสริมเชิงบวก (Positive Reinforcement) จะมีความเกี่ยวข้องกับระบบประสาทที่ใช้สารสื่อประสาทโดพามีน (Dopamine) หรือที่เรียกว่า ระบบประสาทโดพามิเนอร์จิค โดยเฉพาะ Mesocortical Pathway ที่มีความสำคัญในกระบวนการคิดและการวางแผน เนื่องจากระบบประสาทโคลิเนอร์จิค ที่เปลือกสมองใหญ่จะมีปฏิสัมพันธ์กับระบบประสาทโดพามิเนอร์จิค ผ่านใยประสาทของระบบประสาทโดพามิเนอร์จิค ที่ส่งมายังเปลือกสมองใหญ่ผ่านทางสมองส่วน Rectum และใยประสาทของระบบประสาทโดพามิเนอร์จิคที่ส่งมายังสมองส่วน Prefrontal Cortex และ Nucleus Accumben ซึ่งจะส่งใยประสาทไปยัง Basal forebrain การที่ระบบประสาทโดพามิเนอร์จิค มีใยประสาทมาควบคุมการทำงานของระบบประสาทโคลิเนอร์จิค ที่บริเวณเปลือกสมองใหญ่จะสามารถเพิ่มความใส่ใจต่อสิ่งเร้าได้ดีขึ้น ซึ่งกระบวนการของความใส่ใจมีองค์ประกอบย่อย ดังนี้ (ปรัชญา แก้วแก่น, 2555, หน้า 2-4)

องค์ประกอบที่ 1 ความตื่นตัว (Alert) หมายถึง การปรับสภาพให้พร้อมรับสถานการณ์ที่จะเกิด (Task Related Event) ทั้งนี้ต้องการบรรลุจากสภาวะปกติ (Internal State) และต้องคงสภาพระดับของการกระตุ้นให้คงอยู่ ถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญที่สุด ที่เป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดโครงข่ายความใส่ใจ (Attention Networks) ในการศึกษาทางประสาทกายวิภาคศาสตร์ (Neuroanatomy) และเทคโนโลยีภาพถ่ายรังสี (Radiology) ในปัจจุบันพบว่า ความตื่นตัวมีความเกี่ยวข้องกับสมองส่วนทาลามัส (Thalamus) กลีบสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) และกลีบสมองส่วนบน (Parietal Lobe) สารสื่อประสาทที่มีความสำคัญต่อความตื่นตัวนี้คือ นอร์เอฟิเนฟริน (Norepinephrine) ที่จะทำหน้าที่ปรับสัญญาณประสาท (Neural Activity Modulation)

องค์ประกอบที่ 2 การจัดเรียง (Orient) เป็นการเลือกข้อมูลที่เกิดจากสิ่งเร้าภายนอก ซึ่งอาจมีหลายอย่าง ขั้นตอนของการรับรู้และการจัดเรียงนั้นจะมุ่งที่สัญญาณนำเข้า (Input) ที่สำคัญที่สุดในทางสรีระที่เรียกว่า Afferent Nerve Fiber หมายถึง เส้นใยประสาทซึ่งนำสัญญาณประสาทเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น การรับความรู้สึก (Sensation) จากตัวรับ (Receptors) ซึ่งขั้นตอนในการรับรู้และการจัดเรียงจะเกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ มีหลักฐานการวิจัยที่ชี้ชัดว่า สมองที่มีความเกี่ยวข้องคือ กลีบสมองส่วนบน (Frontal Lobe) กลีบสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) รวมถึงบริเวณสมองส่วนการรับภาพ (Frontal Eye Field) ซึ่งการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องในส่วนของการรับรู้ การจัดเรียงสามารถแบ่งออกเป็นหลายลักษณะ คือ การควบคุมจากบนลงล่าง (Top-Down and Controlled) การควบคุมจากล่างขึ้นบน (Involuntary Bottom-Up and Automatic) การทำงานแบบเปิดเผย (Overt Without Head/ Eye Movement) การทำงานแบบไม่เปิดเผย (Covert Without Head/ Eye Movement) ที่พบในการเคลื่อนไหวของศีรษะและตา การจัดเรียงตำแหน่งและทิศทาง (Location Based Orienting to Spatial Locations) การจัดเรียงในวัตถุ (Object Based Orienting to Objects)

องค์ประกอบที่ 3 ความใส่ใจขั้นสูง (Executive Attention) คือ ความสามารถในการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ซับซ้อน โดยที่การแสดงออกสามารถเกิดขึ้นได้หลายแบบ ควบคุมการทำงานของความใส่ใจขั้นสูง มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนจนได้ผลลัพธ์คือ ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ ดังนั้น กระบวนการนี้จึงมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองขั้นสูง (Higher Brain Function) ประกอบด้วยการวางแผน การตัดสินใจ การแยกความแตกต่างระหว่างความถูกต้องหรือสิ่งที่ผิด สถานการณ์เก่าหรือสถานการณ์ใหม่ที่ต้องตอบสนอง วิธีการทดลองที่เป็นการศึกษานี้ คือ Stoop Task โดยผู้เข้าร่วมการทดลองต้องมีการตอบสนองต่อสีของหมึกที่ใช้พิมพ์ โดยไม่ตรงกับความหมายที่ปรากฏ ผลปรากฏว่า ผู้อ่านจะต้องใช้เวลามากขึ้นในการบอกความหมายของคำ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะสีของหมึกที่พิมพ์มารบกวนความใส่ใจของผู้อ่าน ทำให้ต้องใช้เวลามากขึ้น ในการบอกความหมายของคำ การศึกษาทางประสาทกายวิภาคศาสตร์และภาพถ่ายรังสี ปรากฏว่า พื้นที่สมองที่มีความเกี่ยวข้อง คือ บริเวณตรงกลางของสมองส่วนหน้า (Anterior Cingulate Cortex) และสมองส่วนหน้าด้านข้าง (Lateral Prefrontal Cortex) (Tang et al., 2007, pp. 17152-17156)

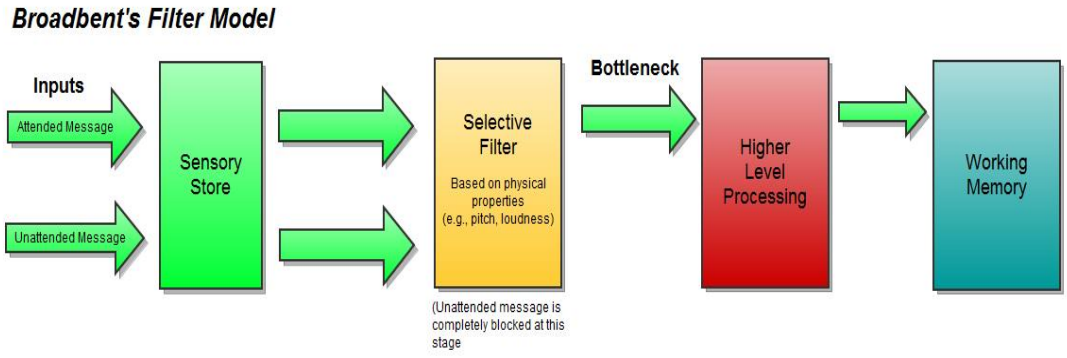
สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาการเพิ่มความใส่ใจจากการรับรู้จากการมองเห็น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในวิถีประสาทของการมองเห็นในสมองส่วนหน้า ส่วนขมับ ส่วนพาไรเอทัลและส่วนหลังทั้งซีกซ้ายและซีกขวา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ที่พัฒนาขึ้น เพื่อกระตุ้นการสร้างสารสื่อประสาทที่ทำหน้าที่กำกับการทำงานของสมอง เช่น อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) โดปามีน (Dopamine) กลูตาเมต (Glutamate) ซึ่งเมื่อสารสื่อประสาทเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นในสมองส่วนหน้า จะทำให้มีความใส่ใจ มีสติสัมปชัญญะดีขึ้นและอะเซทิลโคลีนที่เพิ่มขึ้นในบริเวณสมองส่วนพาไรเอทัล จะทำให้มีความสามารถในการกำกับดูแลตนเองดีขึ้น (สมพร กันทรดุษฎี เตรียมชัยศรี, 2554, หน้า 23) ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้จากการใช้สายตาในลักษณะตั้งใจและจดจ่อตามการเคลื่อนที่ของสิ่งเร้า (Eye Tracking) ที่เป็นเป้าหมาย (Fernandez-Duque & Posner, 2001, pp. 74-93; Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, pp. 1-19)

3. ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับความใส่ใจมีรายละเอียดดังนี้

แบบจำลองที่ 1 แบบจำลองของ โดแนล บรอดเบนท์ (Broadbent's Filter Model) ซึ่งได้อธิบายถึงกระบวนการรับข้อมูลความใส่ใจ โดยที่บุคคลสามารถเลือกหรือคัดกรองที่จะใส่ใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ (Selective Attention) ในขณะเดียวกันบุคคลยังสามารถแบ่งความใส่ใจไปยังกิจกรรมอื่นได้ในเวลาเดียวกันอีกด้วย (Divided Attention) จากนั้นจึงเข้าสู่ความจำระยะสั้น (Short Term Memory) เป็นกระบวนการที่รับข้อมูลมาจากตัวตรวจหา (Detector) ซึ่งเรียกแบบจำลองนี้ว่า Early-Selection model เนื่องจากมีข้อมูลจำนวนมากที่เข้ามาตามช่องทางการรับรู้ ทั้งข้อมูลที่ใส่ใจและไม่ใส่ใจเกินกว่าที่รับได้ เหตุผลนี้ ทำให้บางข้อมูลต้องถูกยับยั้งหรือไม่ใส่ใจ ซึ่งสามารถสรุปลักษณะของแบบจำลอง ได้ดังนี้ 1) แหล่งเก็บข้อมูลรับสัมผัส ข้อมูลที่เข้ามาจะได้รับการจัดเก็บไว้ในอวัยวะรับสัมผัส (Sensory Store) ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ 2) ตัวกรองข้อมูลรับสัมผัส ข้อมูลที่ใส่ใจจะยึดหลักคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพมากกว่ารายละเอียด เช่น สี รูปร่าง เสียงดัง เบา ส่วนข้อมูลที่ถูกกรองออกจะหายไปในที่สุด (Mcleod, 2008, pp. 56-63) ดังแสดงในภาพที่ 4

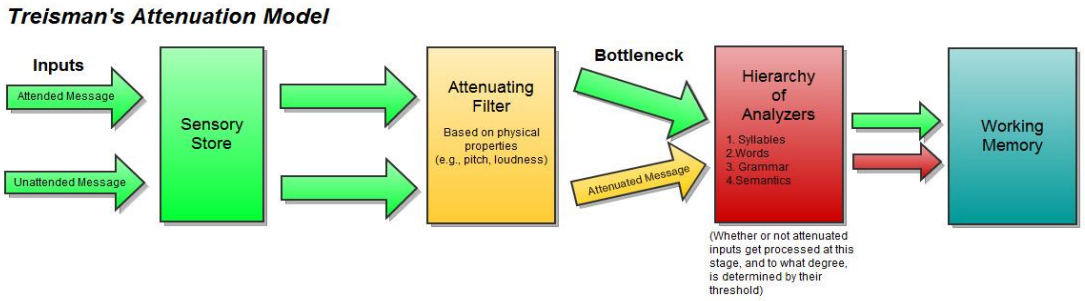


ภาพที่ 4 แบบจำลอง Broadbent's Filter Model (McLeod, 2008, p. 46)

แบบจำลองที่ 2 แบบจำลอง Deutsch and Deutsch's Late Selection Model ของ Deutsch and Deutsch (1963) ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของสิ่งเร้า ว่ามีความเกี่ยวข้องกับการกระตุ้น เช่น เสียงเรียกชื่อหรือสิ่งที่มองเห็นนั้นเป็นสิ่งที่ใส่ใจหรือมีผลกระทบโดยตรงต่อกิจกรรมที่กำลังทำอยู่ เช่น สัญญาณไฟจราจรในขณะกำลังขับรถ แนวคิดของแบบจำลองนี้ มีความเกี่ยวข้องกับเป้าหมายเชิงพฤติกรรมและกระบวนการทางจิต ซึ่งช่วยอธิบายปรากฏการณ์ ที่เรียกว่า Cocktail

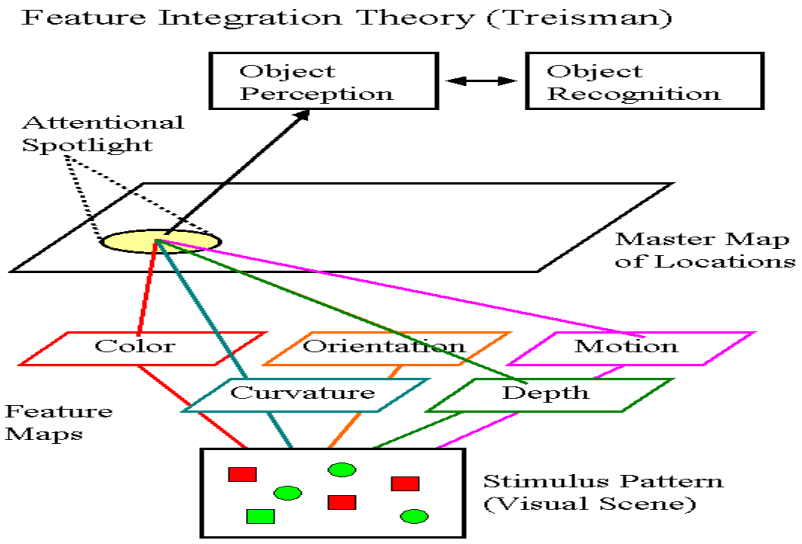
Party Effect ของ Colin Cherry และแบบจำลอง Broadbent’s Filter Model ของ บรอดเบนท์ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Fulcher, 2009, pp. 1-9)

แบบจำลองที่ 3 ทฤษฎี Attenuation Theory ของ Anne Treisman (1964) ซึ่งทฤษฎีนี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ตัวลดทอน (Attenuator) เป็นขั้นตอน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่เข้ามาเป็นจำนวนมากทำให้เกิดเป็นคอคอด (Bottleneck) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ เช่น เร็ว ช้า ดังหรือเบา เป็นต้น ขั้นที่ 2 เป็นขั้นการเรียงลำดับกลุ่มแบบพจนานุกรม (Dictionary Units) ซึ่งเป็นขั้นของการเก็บรักษาข้อมูล เพื่อใช้สำหรับในการถูกกระตุ้น (Activated) และนำไปสู่ความจำขณะทำงาน (Working Memory) ซึ่งแบบจำลองนี้ เป็นรูปแบบการกรองขั้นต้นที่ดำเนินการกับลักษณะทางกายภาพของข้อมูล เช่นเดียวกับ Broadbent' s Filter Model แต่ความแตกต่างที่สำคัญคือ ตัวกรองของ Attenuation Theory เป็นการลดทอนแทนที่จะกำจัดสิ่งที่ไม่ใส่ใจ (Fulcher, 2009, pp. 1-9) ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งลักษณะของแบบจำลองมีรายละเอียดดังนี้ 1) การเลือกอยู่บนพื้นฐานของลักษณะด้านกายภาพเป็นหลักเช่นเดียว กับ Broadbent’s Filter Model และ 2) ถ้าข้อมูลที่ถูกลดทอนลงนั้นยังคงอยู่กับข้อมูลที่ใส่ใจ ซึ่งจะรบกวนและส่งผลต่อพฤติกรรมได้



ภาพที่ 5 แบบจำลอง Treisman's Attenuation Model (Fulcher, 2009, p. 32)

แบบจำลองที่ 4 ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention ของ Anne Treisman and Garry Gelade (Treisman & Gelade, 1980) ที่แสดงให้เห็นว่า ลักษณะของสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้มากกว่าหนึ่ง โดยการจำแนกลักษณะเฉพาะหรือความแตกต่างของวัตถุ การรับรู้ต่อลักษณะของสิ่งเร้าซึ่งเป็นการบันทึกไว้ในช่วงต้นโดยอัตโนมัติ ในขณะที่จะมีการแยกแยะ การวิเคราะห์ ในแบบคู่ขนานในระยะต่อมาของการประมวลผล ทฤษฎีนี้ยังแสดงให้เห็นอีกว่า เมื่อใดก็ตามที่มีการเกิดขึ้นร่วมกันมากกว่าหนึ่งลักษณะของสิ่งเร้า ที่สามารถแยกออกจากกันได้จำเป็นที่จะต้องอธิบายลักษณะเฉพาะหรือความแตกต่างของวัตถุ รวมถึงการค้นหาสิ่งที่มองเห็นด้วยการระบุเอกลักษณ์ ตำแหน่งหรือการใช้ทั้งสองมิติที่สามารถแยกได้ เช่น รูปร่าง สี หรือบางส่วนขององค์ประกอบ เช่น สี ตำแหน่ง การเคลื่อนที่ ความลึก โครงร่างหรือเส้นโค้ง เป็นต้น แสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention (Fulcher, 2009, p. 21)

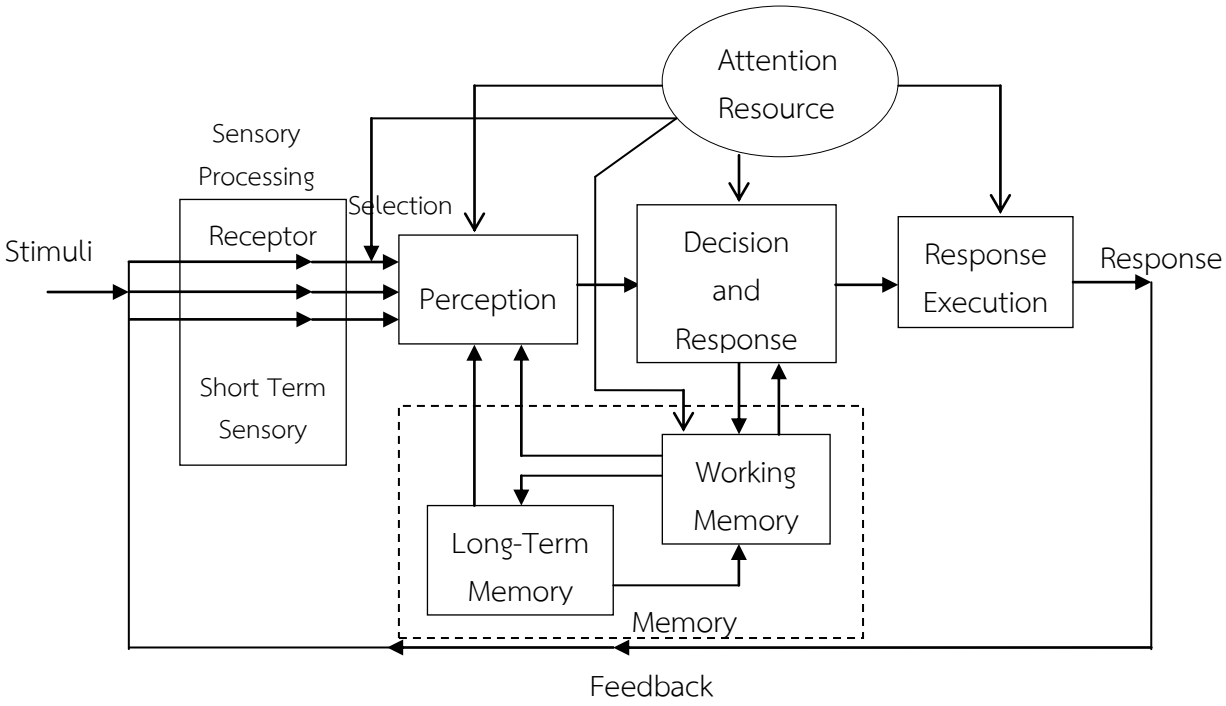
แบบจำลองที่ 5 ทฤษฎี Biased Competition Theory of Selective Attention (Desimone & Duncan, 1995) ทฤษฎีนี้กล่าวถึง กลไกการรับรู้ทางสายตาของสิ่งเร้าที่ผ่านกระบวนการรับรู้เข้ามาเป็นจำนวนมาก ที่มีการแข่งขันของข้อมูลทำให้เกิดการเลือก (Selective Attention) ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ใส่ใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะตอบรับต่อสิ่งเร้า ประกอบกับการคงอยู่ของพฤติกรรมดังกล่าวในระยะเวลาหนึ่ง จนละทิ้งความใส่ใจหรือลดความใส่ใจ หลังจากนั้นจะเกิด Focused Attention เป็นการมุ่งใส่ใจแบบจดจ่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งต่อสิ่งเร้า โดยเจาะจงแคบลงไปที่บางส่วนหรือคุณสมบัติบางประการของสิ่งเร้า เช่น สี รูปร่าง ที่เป็นลักษณะทางกายภาพและละทิ้งความใส่ใจหรือลดความใส่ใจในคุณสมบัติอื่น ๆ ของสิ่งเร้าที่ผ่านทางสายตา โดยจะมีความเชื่อมโยงกับการทำงานของระบบประสาท เมื่อมีแสงตกกระทบกับสิ่งเร้าแล้วส่งสัญญาณเข้าสู่ตา เกิดการรับรู้กระบวนการนี้ คือ กระบวนการ Bottom Up และหลังจากนั้นมนุษย์ก็จะมีความรู้ว่า สิ่งที่เห็นนั้นเป็นอะไร ซึ่งเมื่อมีความรู้หรือประสบการณ์แล้ว จะเกิดการรับรู้และประมวลผล ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า Top Down Processing เช่น เมื่อเดินเข้าไปในป่าและพบผีเสื้อเกาะอยู่บนต้นไม้ เกิดจากเมื่อมีแสงตกกระทบวัตถุนั้นแล้วเชื่อมโยงกับระบบประสาทเข้าสู่ตา (Bottom Up) และจดจำได้จากประสบการณ์ที่ผ่านมา กระบวนการนี้ คือ กระบวนการ Top Down

4. แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์

แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Model of Human Information Processing) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่นำเสนอกระบวนการไหลเวียนของข้อมูลจากขั้นตอนหนึ่งไปยังขั้นตอนต่อไป เริ่มจาก 1) ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล (Input Process) ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูล 2) ขั้นตอนการเก็บสะสมข้อมูล (Storage Process) ครอบคลุมทุกสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งเร้าต่าง ๆ ภายในสมอง รวมทั้งการจัดการกับสิ่งเร้า 3) ขั้นตอนของผลลัพธ์ที่ได้ (Output Process) และ 4) เป็นขั้นตอนของการดำเนินการตอบสนอง (Response Execution) ที่ถูกตองและเหมาะสมต่อสิ่งเร้าเหล่านั้น

แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ เริ่มจากการนำเข้าข้อมูลของสิ่งเร้าต่าง ๆ ผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับความรู้สึก (Sense Organs) เช่น ภาพ เสียง กลิ่น รสและสัมผัส จากนั้นจะดำเนินการตอบสนองด้วย 2 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการบนลงล่าง (Top-Down Processing) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้รับจากภายนอกไว้ที่อวัยวะรับความรู้สึก คือ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อสมองเกิดความใส่ใจ ข้อมูลจะถูกส่งไปยังกระบวนการรับรู้ (Perceptual Process) เพื่อทำงานต่อและบันทึกข้อมูล (Encode) ที่ได้รับมาจากอวัยวะรับความรู้สึกมาใช้ในกระบวนการประมวลผลกลาง (Central Processing) คือ การคิด การตัดสินใจและการแก้ปัญหา ตลอดจนความจำขณะทำงาน มีการนำข้อมูลจากความจำระยะยาวซึ่งเก็บข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่สะสมไว้มาใช้พัฒนาการรับรู้และกำหนดการตอบสนอง (Responding) และ 2) กระบวนการล่างขึ้นบน (Bottom-Up Processing) เกิดเมื่อสมองเกิดความใส่ใจต่อข้อมูลที่ได้รับจากอวัยวะรับความรู้สึก ข้อมูลจะถูกส่งไปยังกระบวนการรับรู้และการเลือกตอบสนอง (Response Selective) ซึ่งเป็นกระบวนการจับคู่ข้อมูลที่เข้ามาทำให้สามารถรับรู้อย่างรวดเร็วว่ามีอะไรเกิดขึ้น สิ่งที่เกิดน่าจะเป็นอะไรและการตอบสนองอะไรเหมาะสมที่สุด (Wickens & Carswell, 2006, pp. 111-149)

กระบวนการล่างขึ้นบนพบมากในกระบวนการรับรู้ ส่วนกระบวนการบนลงล่างพบมากในกระบวนการประมวลผลกลางและกระบวนการเคลื่อนไหว (Motor Process) (Sanders, Stevens, Coch, & Neville, 2006, pp. 2126-2138) ทั้งสองกระบวนการนี้มีความใส่ใจเป็นศูนย์กลาง โดยอาศัยประสบการณ์และการเรียนรู้ ซึ่งความใส่ใจทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) เป็นตัวเลือกที่จะจำกัดข้อมูลที่เข้ามาเป็นจำนวนมากเพื่อการเลือกที่จะรับรู้ และ 2) เป็นตัวจัดการแปลความหมายของสิ่งเร้าที่ผ่านเข้ามาว่าจะต้องทำอะไร เมื่อไร นอกจากนี้ แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ ยังได้แสดงถึงการป้อนกลับข้อมูลที่ได้จากการตอบสนองที่ล้มเหลวหรือประสบความสำเร็จ ตลอดจนมีการปรับเปลี่ยนการตอบสนองที่เหมาะสมไปยังระบบประสาทสัมผัส (Wickens & Carswell, 2006, pp. 111-149) ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Wickens & Carswell, 2006, p. 12)

จากแบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ สามารถเชื่อมโยงได้ว่า ความใส่ใจเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการทางปัญญา โดยทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของกระบวนการต่าง ๆ เช่น 1) การรับรู้ (Perception) ความใส่ใจมีความสำคัญสำหรับการรวมลักษณะของวัตถุ เช่น สี รูปร่าง ตำแหน่งและการกำหนดทิศทางของกระบวนการรับรู้ 2) ความจำ (Memory) ความใส่ใจจะช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้ารหัส การเก็บข้อมูลให้คงอยู่เป็นระยะยาวนานมากขึ้น และ 3) การแก้ไขปัญหา (Solving Problem) ความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาขึ้นอยู่กับความใส่ใจที่มีต่อปัญหานั้น (Bahrick, 2010, pp. 120-166)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อศึกษาจากแบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ สามารถสรุปประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้ (Mcleod, 2008, pp. 98-104)

1. แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ เป็นการจัดลำดับประสิทธิภาพของสิ่งเร้า ซึ่งหมายถึง การดำเนินการกระบวนการหนึ่งเสร็จแล้วจึงจะเริ่มกระบวนการถัดไป ส่วนกระบวนการคู่ขนานอาจเป็นกระบวนการทั้งหมดหรือบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม ที่เกิดขึ้นพร้อมกัน กระบวนการนี้ได้มาจากการทดลองทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกันที่เรียกว่า Dual-Task โดยกระบวนการคู่ขนานนี้อาจเกิดขึ้นได้ แต่เป็นการยากที่จะระบุว่ากิจกรรมมีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับหรือคู่ขนาน เพราะว่าจะเปลี่ยนตามกระบวนการที่ต้องการแก้ไขปัญหาหรือการฝึกทำกิจกรรม กระบวนการคู่ขนานจะเกิดได้บ่อยในผู้ที่มีทักษะสูง เช่น เสมียนพิมพ์ดีดที่มีทักษะสามารถใส่ใจตัวอักษรที่อยู่ข้างหน้าได้หลายตัว ในขณะที่ผู้เริ่มฝึกหัดใส่ใจได้เพียง 1-2 ตัวอักษร เป็นต้น

2. ความคล้ายคลึงกันระหว่างกระบวนการคิดของมนุษย์และการทำงานของคอมพิวเตอร์ในเรื่องของขอบเขตวิธีการประมวลผลข้อมูล โดยคอมพิวเตอร์เป็นระบบการประมวลผลข้อมูลตราบเท่าที่คอมพิวเตอร์มีการรวบรวมข้อมูล โดยเก็บสะสมข้อมูลเตรียมไว้สำหรับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

ส่วนมากมีหน่วยประมวลผลกลางที่มีศักยภาพจำกัด แต่สมองของมนุษย์มีศักยภาพครอบคลุมกระบวนการคู่ขนาน ส่วนการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดลำดับ

3. หลักฐานเกี่ยวกับทฤษฎีหรือโมเดลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความใส่ใจเหล่านี้ล้วนเกิดขึ้นภายใต้กระบวนการประมวลผลข้อมูลที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการทดลองภายใต้การควบคุมและเงื่อนไขทางวิทยาศาสตร์ที่ส่วนมากเป็นการศึกษาในห้องทดลอง

โดยสรุป กระบวนการรับรู้มีการเชื่อมโยงกันเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย เช่น การให้ความใส่ใจในห้องเรียนเพราะต้องการสอบผ่าน ในขณะที่การทดลองภายในห้องทดลองจะแยกกระบวนการรับรู้รูปแบบอื่นและปัจจัยเกี่ยวกับแรงจูงใจจากกันอย่างสมบูรณ์ แม้ว่าการทดลองในห้องทดลองเหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการแปลผล แต่ข้อมูลนั้นอาจไม่สามารถนำไปใช้ได้ในโลกแห่งความจริงภายนอกห้องทดลองได้ ปัจจุบันมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการรับรู้ เช่น วงจรการรับรู้ แต่ส่วนใหญ่ความใส่ใจจะถูกศึกษาแยกจากกระบวนการรับรู้อื่น ถึงแม้ว่าจะมีการพึ่งพาอาศัยกระบวนการอื่น ๆ งานวิจัยส่วนมากจึงใช้แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลนี้เป็นแนวทางในการศึกษาเนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและสามารถแสดงการเชื่อมโยงความใส่ใจกับกระบวนการอื่น ๆ

ตอนที่ 2 ลักษณะของสิ่งเร้า การรับรู้ทางสายตาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดลักษณะหมวดหมู่ของสิ่งเร้า

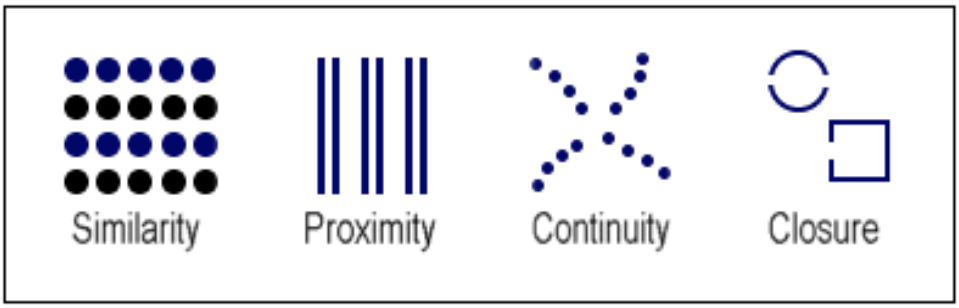
วัตถุที่เป็นสิ่งเร้า จากการจัดของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt Psychology) คำว่า เกสตัลท์ (Gestalt) เป็นภาษาเยอรมันซึ่งนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ ได้ให้ความหมายว่า แบบหรือรูปร่าง (Gestalt = Form or Pattern) แต่ในปัจจุบัน ได้ให้ความหมายว่า เป็นส่วนรวมหรือส่วนประกอบทั้งหมด (Gestalt =The wholeness) ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับการรับรู้และได้กำหนดหลักเกณฑ์ว่า มนุษย์มีแนวโน้มที่จะจัดภาพที่มองเห็น ด้วยการจัดกลุ่มสิ่งที่มองเห็นตามกฎ 4 ประการดังต่อไปนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 38) แสดงดังภาพที่ 8

1. กฎแห่งความคล้ายคลึง (The Law of Similarity) สิ่งใดก็ตามที่มีลักษณะเหมือนกันหรือมีลักษณะสำคัญร่วมกัน อาจเป็นรูปร่างหรือขนาดหรือสีที่เหมือนกัน มนุษย์มักจะรับรู้ว่าเป็นสิ่งเดียวกันหรือเป็นพวกเดียวกัน เช่น นักฟุตบอลที่แต่งกายเหมือนกัน ถูกจัดเป็นพวกเดียวกันและจะรับรู้ภาพที่ในแบบเรียงเป็นแถวนอน (Rows) มากกว่าในแนวตั้ง (Columns) เพราะใช้การพิจารณาความคล้ายคลึงเป็นหลัก

2. กฎแห่งความใกล้ชิดหรืออยู่ภายในขอบเขตที่ใกล้เคียงกัน (The Law of Proximity) สิ่งที่อยู่ใกล้กันมนุษย์จะรับรู้ว่า มีความเกี่ยวข้องกันมากกว่าสิ่งที่เหมือนกัน แต่สิ่งที่อยู่ไกลกันออกไปมีแนวโน้มที่จะรับรู้สิ่งที่ใกล้กันให้เป็นภาพเดียวกันหรือเป็นหมวดหมู่เดียวกัน เช่น จะรับรู้ว่าอักษรมีอยู่ 2 พวก คือ พวกแนวนอนกับแนวตั้ง จะจัดเส้นหรือจุดที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกันและดูจำนวนที่อยู่ห่างไกลออกไปเป็นคนละพวก เช่น ถ้าได้ยินเสียงปืนดังติด ๆ กัน 2-3 นัด มักจะเข้าใจว่าเป็นเสียงปืนกระบอกเดียวกันหรือเป็นเสียงที่มาจากแห่งเดียวกัน

3. กฎแห่งความต่อเนื่อง (The Law of Good Continuation) ถ้าไม่มีสิ่งใดมาขัดขวางแล้วมนุษย์ จะรับรู้ในลักษณะเดียวกันต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ เช่น ถ้าเห็นเส้นตรงตั้งแต่ต้นก็จะสรุปว่าเป็นเส้นตรงตลอดต่อเนื่อง (Continuity) และเกิดมาจากสิ่งเร้าทีมีทิศทางไปในทางเดียวกัน

4. กฎแห่งความสมบูรณ์หรือกฎแห่งความสิ้นสุด (The Law of Closure) แนวคิดของ Gestalt Psychology ที่ว่ามนุษย์รับรู้เป็นส่วนรวมมากกว่าที่จะรับรู้เป็นส่วนย่อย ๆ ส่วนรวมมีความสำคัญมากกว่าสิ่งย่อยที่มารวมกันและการรับรู้ประเภทนี้ ต้องอาศัยประสบการณ์เดิม มนุษย์จะรู้สึกผิดปกติเมื่อมองเห็นสิ่งหนึ่งสิ่งใดขาดไปจากสิ่งที่คิดและความคิดก็จะหลอกให้รับรู้ว่าเต็มสมบูรณ์โดยไม่ได้ตั้งใจ แม้ว่าเป็นภาพขาดความสมบูรณ์ แต่มนุษย์มีแนวโน้มที่จะต่อเติมส่วนที่ขาดหายไปของภาพให้เกิดภาพที่สมบูรณ์ โดยพยายามมองให้ภาพที่ไม่สมบูรณ์ให้สมบูรณ์ขึ้นมา เนื่องจากการรับรู้ซึ่งมีแนวโน้มเกี่ยวกับการประสานสนิท (Closure)



ภาพที่ 8 การจัดหมวดหมู่สิ่งเร้าตามกฎของ เกสตัลท์

ที่มา: http://allpsych.com/ psychology101/ perception.html

ลักษณะของสิ่งเร้าและการเพิ่มความใส่ใจ

การที่บุคคลจะเลือกรับรู้สิ่งใดก่อนหรือหลัง มากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่าสิ่งเร้านั้นจะดึงดูดความใส่ใจหรือความตั้งใจมากน้อยเพียงใด จากการทบทวนงานวิจัยสามารถจำแนกลักษณะของสิ่งเร้าที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ ความใส่ใจและการทำงานของสมอง ได้ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของวัตถุ เมื่อมีสิ่งเร้าที่แตกต่างกันผ่านตัวรับความรู้สึกเดียวกัน มนุษย์จะสามารถแยกแยะ (Discriminate) ความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพได้มากกว่าความหมายหรือรายละเอียด (Broadbent, 1958; Treisman, 1964 อ้างถึงใน Driver, 2001, pp. 53-78) เช่น สี รูปร่าง เสียงดัง เบา และความใส่ใจในการเลือกนั้นจะเป็นสิ่งที่ง่ายขึ้น เมื่อมีการระบุเป้าหมายที่ถูกกำหนดด้วยลักษณะทางกายภาพพื้นฐานมากกว่ารายละเอียดโดยรวมของเป้าหมาย (Fougnie, 2008, pp. 1-45) ในขณะที่สิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นที่มีผลต่อการเพิ่มความใส่ใจขึ้นอยู่กับความคุ้นเคยและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล (Proverbio, Burco, Zotto, & Zani, 2004, pp. 288-300; Liu, Meng, Wu, & Huang, 2012, pp. 145-151)

2. ลักษณะที่เป็นพลวัตของวัตถุ (Dynamic Objects) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าในตำแหน่งของลานสายตา (Visual Field) ในระดับของเซลล์ประสาทนี้ จะเกิดขึ้นโดยผ่านพลังที่มีประสิทธิภาพจากการกระตุ้นของสิ่งเร้า (Reynolds, Pasternak, & Desimone, 2006, pp. 703-714) เช่น ลักษณะพลวัตของวัตถุ ที่ช่วยเพิ่มความใส่ใจและระบบการมองเห็น (Visual System) ของมนุษย์ ซึ่งจำเป็นต้องการรักษาความผูกพัน (การติดตาม) ในลักษณะเฉพาะของวัตถุเหล่านั้น (Saiki, 2011, pp. 243-264) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Washburn and Putney ที่ปรากฏว่า การเคลื่อนที่ของสิ่งเร้าจะช่วยให้ความแรงของความใส่ใจเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็น

ประโยชน์ต่อการเข้ารหัสความจำ การรับรู้และการเรียนรู้ (Stimulus Movement Would Elicit an Increase in The Intensity of Attention Which Would Benefit Encoding, Memory, Recognition, and Learning) (Washburn & Putney, 1998, pp. 555-570; Nothdurft, 1999, pp. 837-843; Faubert & Sidebottom, 2011, pp. 56-72) การเคลื่อนที่ของสิ่งเร้าสามารถความใส่ใจ ในการประมวลผลช่วงเริ่มต้นของกระบวนการรับรู้จากการมองเห็นในมนุษย์ ด้วยวิธีการใช้สายตาในการติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ (Eye Tracking) ที่เป็นสิ่งเร้า เช่น ทิศทางหรือการเคลื่อนที่ เรียกวิธีนี้ว่า NeuroTracker Technique (Faubert & Sidebottom, 2011, pp. 56-72; Liu, Becker, & Jigo, 2013, pp. 36-44)

3. สิ่งรบกวน (Distractors) และจำนวนของวัตถุ งานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าระบบการรับรู้ทางสายตา จะเพิ่มขึ้นหากลักษณะของสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย มีสิ่งรบกวนหรือการทำให้ไขว้เขว Pylyshyn and Storm ชี้ให้เห็นว่าผลของขีดจำกัดสำหรับการติดตามวัตถุ (Tracking) ที่เป็นเป้าหมาย คือ 4 เป้าหมาย (Pylyshyn & Storm, 1988, pp. 179-197) งานวิจัยของ Scholl et al.(2001) ได้แสดงให้เห็นผลการติดตามเป้าหมายของอาสาสมัครซึ่งสามารถติดตามวัตถุที่เป้าหมายได้ 4 เป้าหมาย ท่ามกลางสิ่งรบกวนที่ทำให้ไขว้เขว (Scholl, Pylyshyn, & Feldman, 2001, pp. 159-177) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saiki ที่ปรากฏว่าอาสาสมัครมีความสามารถในการติดตามวัตถุอย่างถูกต้องมากที่สุด คือ 4 รายการ (Saiki, 2003, pp. 6-21) และ Oksama and Hyona ได้ทดลองความสามารถในการติดตามและจดจำวัตถุผ่านอาสาสมัคร จำนวน 201 คน ปรากฏว่า ความสามารถในการติดตามและจดจำวัตถุ ที่มีการทำให้ไขว้เขวมีค่าเฉลี่ย คือ 4 เป้าหมาย โดยที่ความสามารถนี้จะลดลงตามระยะเวลาการติดตามที่นานขึ้น (Oksama & Hyönä, 2004, pp. 631-671)

4. ความตั้งใจและจดจ่อ (Intentional and Concentrate) ความใส่ใจ ต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายแบบตั้งใจและจดจ่อนั้น จะทำให้เกิดการคัดหลั่งของสารสื่อประสาทกลุ่มอะเซทิลโคลีน (Acetylcholine: ACh) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับระบบแรงจูงใจ (Motivation System) และความใส่ใจ นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการดำรงความใส่ใจต่อสิ่งเร้า (Sustain Attention) โดยเฉพาะในบริเวณสมองซีกด้านขวา (Himmelheber, Fadel, Sarter, & Bruno, 1998, pp. 949-957) ขณะเดียวกันสิ่งเร้าที่กระตุ้นการทำงานของ Anterior Attention System ก็จะส่งผลต่อ Posterior Attention System ที่บริเวณ Parietal Cortex จากนั้นใยประสาทจะไปมีอิทธิพลต่อระบบประสาทรับความรู้สึก รวมทั้งระบบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการตื่นตัวที่บริเวณก้านสมอง ซึ่งจะใช้สารสื่อประสาทในกลุ่มนอร์อดรีนาลีน (Noradrenaline) การฝึกโดยให้สายตาจดจ่อตามการเคลื่อนที่ของสิ่งเร้าจะช่วยปรับสมดุลให้ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nerves System: CNS) ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nerves System: ANS) และระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral Nervous System: PNS) โดยมีการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาท เช่น การลดลงของนอร์อิฟิเนฟฟริน (Norepinephrine) และคอร์ติซอล (Cortisol) การเพิ่มขึ้นของเซโรโตนิน (Serotonin) โดปามีน (Dopamine) อะซิทิลโคลีน (Acetylcholine) และการเปลี่ยนแปลงของการส่งผ่านกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่ส่งผลต่อระบบประสาทพาราซิมพาเธติก

(Parasympathetic System) ให้มีการทำงานเพิ่มขึ้นและมีการรับรู้ดีขึ้น (สมพร กันทรดุษฎี เตรียมชัยศรี, 2554, หน้า 14)

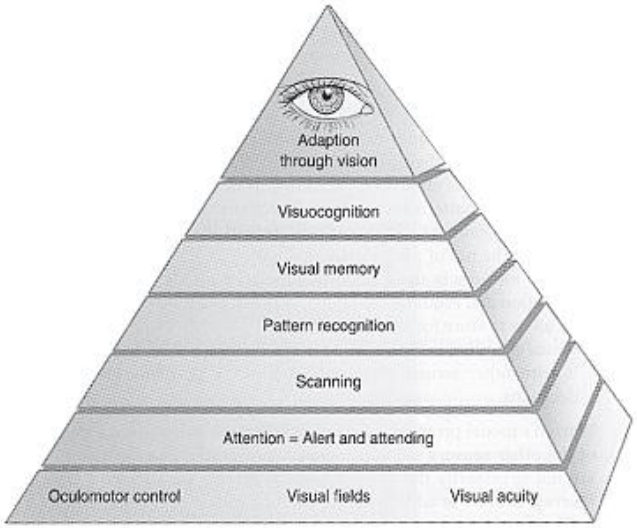
5. สิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้น ที่นักวิจัยส่วนใหญ่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็นสองประเภท คือ รูปร่างและสี เช่น การทดลองกับอาสาสมัครจำนวน 108 คน ของ Duncan (1994) โดยใช้การมองเส้นและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีขนาดเล็กและมีการทับซ้อนกัน (Duncan, 1994, pp. 501-517) การทดลองของ Zeki and Marini (1998) ด้วยการมองวัตถุที่มีสีตามธรรมชาติ เช่น สตรอเบอร์รี่สีแดงและวัตถุที่มีสีผิดปกติไปจากธรรมชาติ เช่น สตรอเบอร์รี่สีฟ้า (Zeki & Marini, 1998, pp. 1669-1685) งานวิจัยการรับรู้สีของวัตถุจากการมองเห็นบนพื้นฐานของรูปร่างเรขาคณิตที่มีสีที่แตกต่างกัน ของ Georgopoulos et al. (2001) ด้วยการใช้เทคนิค Functional Magnetic Resonance Imaging หรือ fMRI (Georgopoulos et al., 2001, pp. 72-89) การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Brain Potentials: ERPs) ของ Proverbio et al. (2004) โดยใช้กิจกรรมการเลือกความใส่ใจ (Selective Attention Tasks) ด้วยการใช้สีและรูปร่างของภาพที่เป็นตัวแทนของวัตถุ (ภาพวาด) (Proverbio et al., 2004, pp. 288-300) การศึกษาด้วยวิธีใช้ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) ด้วยการใช้รูปร่างเรขาคณิตและสีเป็นสิ่งเร้า (Fougnie, 2008, pp. 1-45; Liu et al., 2012, pp. 145-151) เนื่องจากรูปร่างเรขาคณิตและสีถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนรู้และเป็นสิ่งที่สำคัญในหลายแง่มุมของชีวิตประจำวัน (Giofrè, Mammarella, & Cornoldi, 2014, pp. 112-128)

โดยสรุป ลักษณะของสิ่งเร้ามีผลต่อความใส่ใจของมนุษย์ ในการศึกษาและทดลองเหล่านี้มีการศึกษาทั้งในกลุ่มคนปกติและในคลินิก ซึ่งในกลุ่มคนปกติเป็นกลุ่มนักศึกษาและผู้ใหญ่ ส่วนในคลินิกเป็นกลุ่มเด็กสมาธิสั้น งานวิจัยนี้จึงใช้ลักษณะของสิ่งเร้าดังกล่าว พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน

การรับรู้ทางสายตาที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

นนทิชา ถาวรไพบูลย์บุตร (2555) ได้สรุป พื้นฐานของกรอบอ้างอิงการรับรู้ทางสายตา (Visual Perception Frame of Reference) ที่มีความเชื่อพื้นฐานประการหนึ่งว่า กระบวนการรับรู้ทางสายตา สามารถเรียนรู้และพัฒนาให้มากขึ้นได้ ประกอบด้วย 3 ทฤษฎีพื้นฐาน คือ

1. Developmental Theory เป็นการแสดงลำดับพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตาของ Warren ในปี ค.ศ. 1993 ซึ่งได้เสนอแผนภาพที่แสดงพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตาไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินตามลำดับที่ถูกต้องของระบบการรับรู้ทางสายตา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) Visual Perception Components และ 2) Visual Cognitive Components ซึ่งลำดับขั้นของการพัฒนาจะเริ่มต้นจากฐานด้านล่างแล้วจึงต่อยอดไปสู่ความสามารถที่สูงขึ้น แสดงได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ลำดับพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตา (Warren, 1993, p. 43)

จากภาพที่ 9 Warren (1993) ได้ให้ความหมายลำดับพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตาของมนุษย์ ดังนี้

Oculomotor Control คือ ความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของตา

Visual Fields คือ ลานสายตา ในช่วงการมองเห็นทั้งหมดของสายตา

Visual Acuity คือ ความสามารถในการส่งสิ่งที่มองเห็นไปยังสมองเพื่อแยกแยะได้อย่างถูกต้อง

Visual Attention คือ ช่วงความใส่ใจในการมองเห็น ภาวะความตื่นตัวและมีสมาธิกับสิ่งที่มองเห็น

Scanning คือ ความสามารถในการมองเห็นสภาพแวดล้อมต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและสามารถเก็บจดจำภาพที่เห็นนั้นได้ด้วย

Pattern Recognition คือ ความสามารถในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการมองเห็น เช่น สี รูปทรง พื้นผิว

Visual Memory คือ ความสามารถในการจดจำและเรียกคืนความจำจากข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นออกมาใช้ได้

Visual Cognition คือ ความสามารถในการจัดการเก็บข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นไปบูรณาการร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ในด้านอื่น ๆ เพื่อใช้ในการวางแผน ตัดสินใจหรือแก้ปัญหา และทำให้เกิดพฤติกรรมการปรับตัว (Adaption Through Vision) ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ

2. Acquisitional Theories เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึง การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่ เป็นกระบวนการที่เกิดต่อเนื่องกัน ทักษะที่เกิดขึ้นก่อนจะเป็นพื้นฐานของทักษะที่จะพัฒนาตามมา ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ได้แก่ 1) Input เป็นกระบวนการรับสิ่งเร้า 2) Processing เป็นกระบวนการแปลผลข้อมูลที่ได้จากการมองเห็น ที่ต้องอาศัยความสามารถด้านต่าง ๆ เช่น

Attention, Memory, Discrimination, Visual Imaginary และ 3) Output เป็นกระบวนการที่แสดงออกถึงความสามารถในการใช้การรับรู้ทางสายตาให้สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้

3. Dynamic Theory จากทฤษฎีการเรียนรู้ทำให้เชื่อว่าความสามารถในการรับรู้ทางสายตาสามารถพัฒนาได้ผ่านการเรียนรู้และฝึกฝน สามารถใช้เทคนิค Teaching-Learning Process ร่วมกับ Activity Analysis and Activity Synthesis ในการฝึกฝนควรมีการเลือกกิจกรรมในการเรียนรู้ด้วย เพราะอาจส่งผลสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ได้

กระบวนการการรับรู้ทางสายตา

1. Visual Receptive Functions เป็นกระบวนการได้มาและจัดการเก็บข้อมูลที่มาจากสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ความสามารถในการแยกแยะสิ่งที่มองเห็น (Acuity) ความสามารถในการปรับความคมชัดของภาพที่เห็นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง (Accommodation) ความสามารถในการรวมภาพที่ได้จากตาสองข้างมาเป็นภาพเดียว (Binocular Fusion) ความสามารถในการลู่สายตาเข้าหากันเพื่อมองตรงไปยังวัตถุ (Convergence) ความสามารถในการรับรู้ความลึกของภาพทำให้สามารถมองภาพเป็นสามมิติได้ (Stereopsis) ลานสายตา (Visual Field) โดยทั่วไปมองขึ้นได้ประมาณ 65 องศา มองลงได้ประมาณ 75 องศา มองเข้าด้านในประมาณ 65 องศา มองเอียงด้านข้างประมาณ 95 องศา ทักษะในการควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (Oculomotor Skills) ซึ่งทักษะควบคุมการเคลื่อน ไหวตาแบ่งเป็น 1) Fixation คือ การเลื่อนสายตาไปจ้องมองที่วัตถุได้อย่างฉับพลัน 2) Pursuit คือ ความสามารถในการมองตามวัตถุแม้ว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ และ 3) Saccadic Eye Movement หรือ Scanning คือ ความสามารถในการเลื่อนสายตาจากสิ่งที่กำลังมองอยู่ไปยังวัตถุอื่นที่อยู่ในลานสายตาได้

2. Visual Cognitive Function เป็นความสามารถในการแปลผลและนำข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นไปใช้ โดยทั่วไปประกอบด้วย

Visual Attention คือ ความสามารถในการคงช่วงความใส่ใจไว้กับสิ่งที่มองเห็น มนุษย์สามารถพัฒนาความสามารถด้านนี้ได้ ผ่านการฝึกฝนและการเรียนรู้

Visual Memory คือ ความสามารถในการจดจำสิ่งที่มองเห็น เป็นการประมวลผลร่วมกับประสบการณ์ในอดีต

Visual Discrimination คือ ความสามารถในการแยกแยะสิ่งที่มองเห็น ซึ่งสามารถแยกย่อยได้ดังนี้ 1) Recognition คือ การระลึกได้ว่าสิ่งที่เห็นนั้นคืออะไร 2) Matching คือ การจับคู่สิ่งที่มองเห็น 3) Sorting คือ การจัดกลุ่มสิ่งที่มองเห็น

นอกจากที่กล่าวมา ยังสามารถจำแนก Visual Cognitive Function ได้อีก 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 Object Perception คือ การรับรู้ทางสายตาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้วัตถุ ที่เป็นการทำงานของสมองส่วน Temporal Lobe ประกอบด้วย

Form Constancy คือ ความสามารถในการจดจำแยกแยะรูปทรงของวัตถุ ไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพแวดล้อมใด หันไปทิศทางใดและไม่ว่าจะขนาดเท่าไหร่

Visual Closure คือ ความสามารถในการแยกแยะวัตถุได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร แม้ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไปบางส่วน

Figure Ground คือ ความสามารถในการแยกแยะภาพ หรือวัตถุที่ต้องการออกจากพื้นหลังหรือสิ่งอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่

ส่วนที่ 2 Spatial Perception คือ การรับรู้ทางสายตาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ตำแหน่งของวัตถุว่ามีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบตัวอย่างไร เป็นการทำงานของสมองส่วน Parietal Lobe ประกอบด้วย

Position in Space คือ ความสามารถในการรับรู้ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุช่วยให้เข้าใจความหมายของคำว่า ใน นอก บน ล่าง หน้า หลัง ซ้ายหรือขวา เป็นต้น ทำให้ทราบความถึงแตกต่างของตัวอักษร เช่น การหันหัวเข้าออก

Spatial Relations คือ ความสามารถในการรับรู้รูปแบบความสัมพันธ์กับสิ่งอื่นช่วยให้เกิดการวางแผนการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง

Depth Perception คือ ความสามารถในการกะระยะ ความห่างระหว่างวัตถุกับสิ่งอื่น ๆ เช่น การรับรู้ความลึก การรับรู้ระยะที่จะเอื้อมมือออกไปคว้าสิ่งของ

Topographic Orientation คือ ความสามารถในการแยกแยะวัตถุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน เช่น ความสามารถในการรับรู้เส้นทาง การคิดภาพแผนที่การเดินทาง

3. Visual Imagery/ Visualization เป็นส่วนที่ต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มาจากส่วนของ Visual Cognitive Components มาประกอบกันเป็นการรับรู้สิ่งต่าง ๆ ทั้งการรับรู้บุคคล การสร้างมโนภาพ การสร้างความคิด การรับรู้วัตถุต่าง ๆ รอบตัวมีความสำคัญอย่างมากต่อความสามารถในการคิดวางแผน การแก้ปัญหารวมถึงทักษะการจัดการอื่น ๆ

4. Eye-Hand Coordination (Visual Motor Integration) เป็นความสามารถด้านการมีสหสัมพันธ์การเคลื่อนไหวระหว่างตาและมือ เป็นทักษะการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่มาจากการมองเห็น ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาความสามารถด้านการเขียนในมนุษย์ (นนทิชา ถาวรไพบูลย์บุตร, 2555, หน้า 26-29)

กลไกการทำงานของการรับรู้และความใส่ใจ

ปัจจัยที่เป็นตัวกระตุ้นการเพิ่มความใส่ใจ ประกอบด้วย 1) กลไกภายนอกหรือล่างขึ้นบน (Exogenous, Bottom-Up) หมายถึง การเคลื่อนย้ายความใส่ใจที่มีลักษณะเป็นไปโดยอัตโนมัติตามสิ่งเร้าที่มีลักษณะเด่น เช่น สิ่งเร้าที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีลักษณะแตกต่างอย่างชัดเจน เช่น ดอกไม้สีแดงท่ามกลางทุ่งหญ้าสีเขียว และ 2) กลไกภายในหรือบนลงล่าง (Endogenous, Top Down) เป็นการใช้ความตั้งใจในการควบคุมความใส่ใจไปยังสิ่งเร้า เพื่อให้แสดงพฤติกรรมออกมาในทิศทางที่มุ่งหวัง ซึ่งกลไกของล่างขึ้นบนและบนลงล่างมีการทำงานร่วมกัน ดังนั้น ความสมดุลของการกระตุ้นความใส่ใจจากภายนอกและภายในจึงมีความมสำคัญต่อชีวิต หากเกิดความไม่สมดุลขึ้นอาจนำไปสู่จิตพยาธิวิทยา เช่น โรคสมาธิสั้น (Neokleous, Avraamides, Neocleous, & Schizas, 2011, pp. 321-331)

ระยะเวลาความใส่ใจของมนุษย์มีหลายค่าขึ้นอยู่กับคำจำกัดความของความใส่ใจที่นำมาใช้ ในวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่ หากเป็นความใส่ใจแบบเพ่งความใส่ใจ (Focused Attention) ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อสิ่งที่ดึงดูดความใส่ใจ ระยะเวลาความใส่ใจจะเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 8 วินาที ส่วนความใส่ใจต่อเนื่อง (Sustained Attention) เป็นระดับความใส่ใจต่อกิจกรรมเป็นเวลานาน ปกติระยะเวลาของความใส่ใจต่อเนื่องสูงสุด ประมาณ 20 วินาที (Dukette & Cornish, 2009 อ้างใน

พนิดา วิมานรัตน์, 2556, หน้า 17) หากความใส่ใจทั้งสองแบบทำงานไปพร้อม ๆ กันตลอดเวลาทำให้สามารถเลือกสิ่งที่สำคัญและให้ความใส่ใจต่อสิ่งนั้นได้นานขึ้น

ดังนั้น ความใส่ใจจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากที่ต้องการเรียนรู้และการใช้ในชีวิตประจำวัน ถ้าได้รับการจัดการหรือแก้ไขในแนวทางที่ถูกต้อง จะช่วยให้มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพและเหมาะสมตามวัย (ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา, 2549, หน้า 19) เนื่องจากความสมดุลของความใส่ใจที่เกิดจากปัจจัยภายในหรือจากบนลงล่าง (Top-Down) ที่ต้องใช้ความตั้งใจในการควบคุมความใส่ใจไปยังสิ่งเร้า เพื่อแสดงพฤติกรรมออกมาให้เป็นไปในทิศทางที่มุ่งหวัง ซึ่งเกิดจากการรับรู้อย่างมีสติ และความใส่ใจที่เกิดจากปัจจัยภายนอกหรือล่างขึ้นบน (Bottom-Up) ที่มีลักษณะเป็นไปโดยอัตโนมัติ สอดคล้องกับหลายงานวิจัย ที่ปรากฏว่า ทักษะการรับรู้มีความสัมพันธ์กับการปรับตัวทางสังคม โดยความใส่ใจเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรับรู้ เช่น การมองเห็นและการได้ยิน (Peelen & Mruczek, 2008, pp. 9328-9329; Sanders et al., 2006, pp. 321-331) ซึ่งในทางทฤษฎีการมีทักษะความใส่ใจบกพร่องอาจนำไปสู่ความบกพร่องที่เกี่ยวกับการรับรู้อีกด้วย (Combs & Gouvier, 2004, pp. 727-738) เช่น มีผลต่อการแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งเร้า รวมทั้งการบกพร่องทางการมองเห็นและการได้ยิน (Boynton, 2005, pp. 465-469; Moore, Ferguson, Halliday, & Riley, 2008, pp. 147-154)

กลไกของการรับรู้

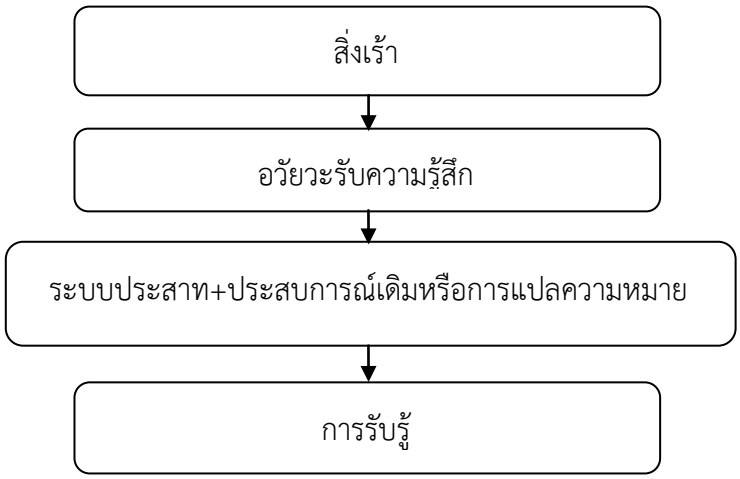
การรับรู้ คือ กระบวนการจัดระบบ (Organilzing) การตีความข่าวสาร (Interpreting) และการทำความเข้าใจ (Understanding) ข้อมูลทางประสาทสัมผัสของสมอง (The Brain Sensory Information) กล่าวคือ การรับรู้เป็นมากกว่าการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การสัมผัสทางผิวหนัง และการรับรู้รส แต่การรับรู้เป็นขั้นตอนแรกแห่งการรู้ตัวอย่างมีสติและกระบวนการรับรู้ ที่มีความสลับซับซ้อนจึงสามารถนำไปสู่การรับรู้ที่ผิดพลาดได้ (นันทพล โรจนโกศล, 2552, หน้า 56)

กลไกการรับรู้เกิดขึ้นจากสิ่งเร้าภายนอกและภายในร่างกายที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ซึ่งอวัยวะรับสัมผัส (Sensory Organ) เป็นเครื่องรับสิ่งเร้าของมนุษย์ ส่วนที่รับความรู้สึกของอวัยวะรับสัมผัสอาจอยู่ลึกเข้าไปข้างในที่มองจากภายนอกไม่เห็น อวัยวะรับสัมผัสแต่ละอย่างมีประสาทรับสัมผัส (Sensory Nerve) ช่วยเชื่อมอวัยวะรับสัมผัสกับเขตแดนการรับสัมผัสต่าง ๆ ที่สมองและส่งผ่านไปยังประสาทมอเตอร์ (Motor Nerve) ไปสู่อวัยวะมอเตอร์ (Motor Organ) ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อและต่อมต่าง ๆ ทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองของอวัยวะมอเตอร์ แต่จะออกมาในรูปใดขึ้นอยู่กับการสั่งการของระบบประสาท ส่วนสาเหตุที่มนุษย์ไวต่อความรู้สึก เพราะเซลล์ประสาทของประสาทรับสัมผัสแบ่งแยกแตกออกเป็นกิ่งก้านแผ่ไปติดต่อกับอวัยวะรับสัมผัส และอวัยวะรับสัมผัสมีเซลล์รับสัมผัสที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวจึงทำให้มนุษย์รับสัมผัสได้รวดเร็ว (นันทพล โรจนโกศล, 2552, หน้า 58)

การรับรู้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้า ซึ่งการรับสัมผัสหรือการรู้สึกเป็นลักษณะอาการตื่นตัวของประสาท เมื่อมีสิ่งที่เรียกว่า ตัวกระตุ้นหรือสิ่งเร้า (Stimulus) เข้ามาเร้าในความหมาย คือ ตัวที่มากระตุ้นให้บุคคลเกิดพฤติกรรม ซึ่งการรับสัมผัสหรือการรับรู้เป็นกระบวนการลำดับแรกที่ยังไม่มีการตีความหมาย หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนย่อยของการรับรู้ที่ไม่สามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยลงไปกว่านี้ได้อีก มีความหมายน้อยกว่าการรับรู้และไม่อยู่ภายใต้อิทธิพลของการเรียนรู้ ประสบการณ์

แรงจูงใจและอารมณ์ ส่วนการรับรู้เป็นขบวนการขั้นที่สูงกว่าการรับสัมผัสหรือการรู้สึก ที่อยู่ภายใต้การเรียนรู้ ประสบการณ์ แรงจูงใจและอารมณ์ ทั้งสิ้น

กระบวนการของการรับรู้ เริ่มจากที่อวัยวะรับความรู้สึกถูกเร้าด้วยสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่เข้ามาและอวัยวะรับความรู้สึกนั้น ๆ ก็จะส่งกระแสประสาทขึ้นไปสู่สมอง เมื่อสมองได้รับสัญญาณก็จะมีการแปลความหมายเกิดเป็นการรับรู้ (Perception) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 กระบวนการรับรู้

จากภาพที่ 10 สุวรี ศิวะแพทย์ (2549, หน้า 78) ได้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการนี้ว่า เมื่อบุคคลถูกเร้าโดยสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดความรู้สึกจากการสัมผัส ซึ่งต้องอาศัยอวัยวะรับสัมผัส (Sensory Organs) ทั้งห้าได้แก่ จักษุสัมผัส (ตา) โสตสัมผัส (หู) นาสิกสัมผัส (จมูก) กายสัมผัส (ผิวกาย) และรสสัมผัส (ลิ้น) จากนั้นความรู้สึกสัมผัสก็จะเกิดขึ้น เช่น เห็นเป็นภาพ ได้ยินเป็นเสียง รู้กลิ่น รู้รสหรือรู้สึกถึงความอ่อนนุ่ม ผู้รับสัมผัสจะต้องแปลความหมายของการสัมผัสออกมาโดยอาศัยประสบการณ์เดิม การแปลความหมายของความรู้สึกจากการสัมผัสเรียกว่า การรับรู้ (Perception) การรับรู้ของบุคคลที่เป็นผลมาจากความรู้สึกจากการสัมผัสดังกล่าว สามารถแยกได้ตามการสัมผัสของอวัยวะนั้น ๆ แต่สำหรับการวิจัยนี้ จะเน้นไปที่การรับรู้ทางการมองเห็นหรือการรับรู้ภาพ (Visual Perception)

กลไกประสาทสัมผัสของมนุษย์ที่เป็นช่องทางการรับรู้ของระบบประสาท โดยส่งข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลอย่างมีประสิทธิภาพและกลไกประสาทสัมผัสหลักที่สำคัญที่สุด คือ ตา มนุษย์แต่ละคนอาจมีกลไกประสาทสัมผัสหลัก ที่มีประสิทธิภาพเพียงหนึ่งกลไกหรือหลายกลไก การมีช่องทางการรับรู้ตั้งแต่ 2 กลไกขึ้นไปที่มีประสิทธิภาพเท่า ๆ กันผลที่ได้คือ กลไกประสาทสัมผัสรวมที่มีประสิทธิภาพ กลไกเหล่านี้สามารถประเมินผ่านทางกิจกรรมบางอย่างได้ มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่ามนุษย์มีการรับรู้ทางการมองเห็น (Visual Sense) ประมาณ 70% และการรับรู้จากประสาทสัมผัสด้านอื่น ๆ อีกประมาณ 30% การรับรู้ทางการมองเห็นช่วยให้บุคคลรู้ว่าควรจะทำอะไร อย่างไรต่อสภาพแวดล้อมรอบตัวซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสามารถด้านการเรียนรู้

กระบวนการของการรับรู้ทางสายตา (Visual Perception) และกระบวนการของความคิดความเข้าใจ (Cognition) เพื่อแปลความหมายของสิ่งที่มองเห็น ร่วมกับประสบการณ์ที่เคยได้รับมา ดังนั้น การรับรู้ทางสายตาจึงต้องใช้ความสามารถของสมองในการพัฒนาความสามารถร่วมกับประสบการณ์จากการเรียนรู้ (นนทิชา ถาวรไพบูลย์บุตร, 2555, หน้า 5) ธรรมชาติและการเลี้ยงดูมีส่วนทำให้การพัฒนากลไกประสาทสัมผัสให้ดีขึ้น ส่วนเพศและความถนัดของมือมีผลต่อกลไกประสาทสัมผัสน้อย ส่วนอิทธิพลของอายุมีผลค่อนข้างมาก โดยพบว่า นักเรียนประถมศึกษาตอนต้นมีแนวโน้มของการรับรู้ทางหูดีกว่าตา แต่เมื่อเด็กเจริญเติบโตขึ้นจะมีกลไกประสาทสัมผัสเป็นแบบรวมกันและมีการพึ่งพาซึ่งกันและกัน ส่วนวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่จะมีการรับรู้จากภาพได้มากกว่าเสียง และมีแนวโน้มของการรับรู้ทางสายตาที่ดีขึ้น ในช่วงของเวลที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างจิตและร่างกาย (Psychophysics) และการตัดสินใจตอบสนองต่อเสียงกระตุ้นจะใช้เวลานานกว่าการใช้ภาพกระตุ้น (Droit-Volet, Tourret, & Wearden, 2004, pp. 797-818) จึงอาจสรุปได้ว่า การรับรู้ทางสายตา (การมองเห็น) เป็นกลไกประสาทสัมผัสหลักของวัยรุ่นที่มีความสำคัญต่อการประมวลผลข้อมูล งานวิจัยนี้จึงใช้วิธีการกระตุ้นความใส่ใจผ่านการรับรู้ทางสายตา

ระบบประสาทที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

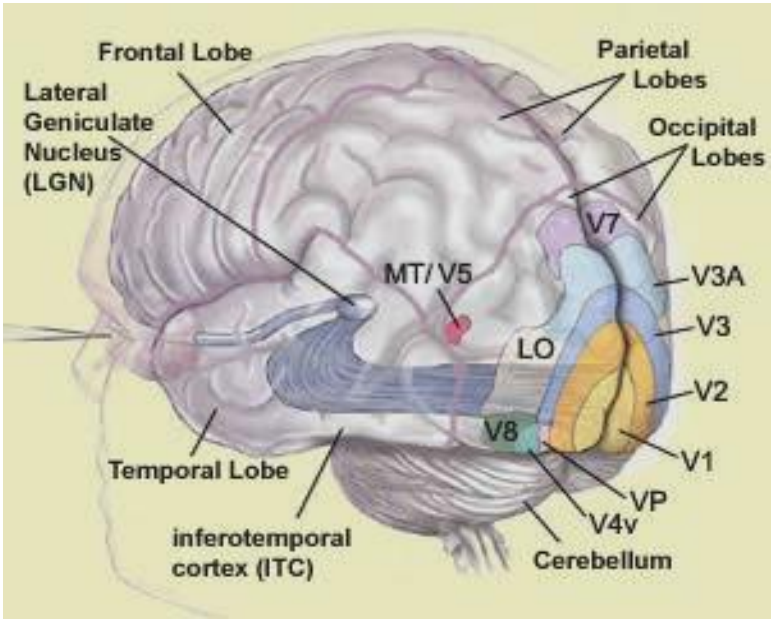
ความใส่ใจต้องมีการคัดกรองการไหลผ่านของข้อมูลเข้าสู่ระบบประสาทรับความรู้สึก โดยจะเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของข้อมูลที่ตรงประเด็นหรือมีความสำคัญ ขณะเดียวกันก็จะกำจัดหรือลดการไหลของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะดึงความใส่ใจไปจากข้อมูลที่ตรงประเด็นเข้าสู่ระบบประสาทรับความรู้สึกในสมอง ซึ่งกระบวนการให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้า กระบวนการเรียนรู้และความจำนั้น เป็นกระบวนการที่เป็นพลวัตมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้ตลอด อีกทั้งกระบวนการเหล่านี้ ยังมีการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ข้อมูลจากการศึกษา ปรากฏว่า สมองส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าโดยเฉพาะการเลือกให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย (Selective Attention) จะเป็นสมองส่วน Prefrontal Cortex และ Cingulate Gyrus (Sarter, Albin, Kucinski, & Lustig, 2014, pp. 120-129) ซึ่งเป็นส่วนของ Anterior Attention System แต่การให้ความใส่ใจที่เกี่ยวข้องกับทิศทางนั้น จะเกี่ยวข้องกับสมองส่วน Parietal Lobe Thalamus และบางส่วนของสมองส่วนกลาง (Midbrain) (Sternberg, 2009, pp. 145-160) ในขณะที่การดำรงความใส่ใจต่อสิ่งเร้า (Sustained Attention) นั้นจะเกี่ยวข้องกับสมองส่วน Frontal และ Parietal Region ของสมองซีกขวา ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายและการทำงานของสมองในส่วน Prefrontal Cortex (Taylor & Fragopanagos, 2005, pp. 353-369)

ข้อมูลจากสิ่งเร้าภายนอกทั้งหมดที่ผ่านเข้าสู่ระบบประสาทและจะมีการกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญที่ Primary Sensory Cortex ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นการแปลรหัสข้อมูลสิ่งเร้าภายนอกอย่างละเอียดว่า อะไร มาจากที่ใดและขนาดเท่าใด แล้วส่งให้ Association Sensory Cortex ซึ่งเป็นพื้นที่ทำหน้าที่ทำความเข้าใจและตีความรหัสข้อมูลที่เข้ามาแต่การแปลและตีความข้อมูลการรับรู้ ยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความใส่ใจ (Attention) ความจำ (Memory) และภาษา (Language) (นันทพล โรจนโกศล, 2552, หน้า 58)

กลไกการนำสัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับการมองเห็น

กลไกการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นเข้าสู่สมอง กระแสประสาทจากเซลล์รับความรู้สึก (Receptor Cells) จะถูกส่งผ่านใยประสาท (Nerve Fiber) ของเซลล์ปมประสาท (Ganglion Cells) มารวมเป็นเส้นประสาทสมอง คู่ที่ 2 (Optic Nerve) แต่ละใยประสาทจะมี

การเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบตามตำแหน่งที่มาจากเซลล์รับความรู้สึกในเรตินา (Retina) หรือจอประสาทตา เมื่อมาถึงบริเวณออฟติกไคแอสมา (Optic Chiasma) ใยประสาทที่มาจากเรตินาด้านข้างจมูกจะข้ามไปอยู่ในออฟติกแทรค (Optic Tract) ด้านตรงข้ามและออฟติกแทรค จะนำกระแสประสาทไปสู่ แลทเทอราลเจนนิคูเลทบอดี้ (Lateral Geniculate Body) ในส่วนของทาลามัส (Thalamus) เพื่อไซแนปส์ (Synap) กับเซลล์ประสาทตัวใหม่ จากนั้นกระแสประสาทจะถูกส่งผ่านไปสู่สมองด้านหลัง ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น (สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้, 2549, หน้า 19) ดังภาพที่ 11



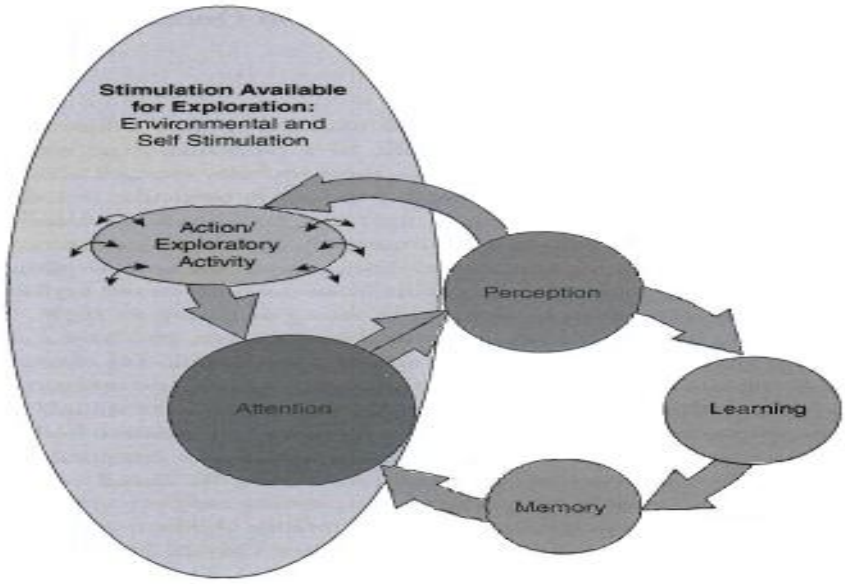
ภาพที่ 11 การนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นจากตาสู่สมอง
ที่มา: http://thebrain.mcgill.ca/ flash/ a/ vis.html

จากภาพที่ 11 กลไกดังกล่าว เริ่มจากเมื่อมีสิ่งเร้าหรือมีข้อมูลจากภายนอก จากการมองเห็นผ่านเข้ามายังส่วนหลัง (Occipital Lobe) จะรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา จากนั้น ส่วนเอ็กทราสไตเอท (Extrastriate Cortex) ประกอบด้วย BA 18 และ 19 ฟิวซิฟรอม ไจรัส (Fusiform Gyrus: BA 37) ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับภาพ การแปลผลสิ่งที่เห็น กระบวนการรับรู้จะเกิดขึ้นที่บริเวณสมองด้านข้าง โดยเฉพาะที่บริเวณ ซูพิเรียมาจินอล (Superiormaginal: BA 40) ซูพิเรีย พาไรเอทัล (Superior Parietal: BA 7) และแองกูรา (Angular Gyrus: BA 39) จากนั้นจะมีการส่งสัญญาณระหว่างสมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal) ไปยังสมองส่วนหน้า (BA 6, 9, 10,) ซึ่งเป็นบริเวณที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังส่งต่อข้อมูลไปบริเวณซิงกูเรท (Cingulate: BA 32) ซึ่งเป็นบริเวณที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจหรือเลือกที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าพร้อมกับตัดสิ่งเร้าที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป (Jung & Haier, 2007, pp. 135-154)

Chandler (2001, p. 28) อธิบายว่า การรับรู้ทางการมองเห็น เป็นการรับรู้ทางสัมผัสที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ในบรรดาการรับรู้สัมผัสทั้งหมด เพราะมนุษย์จะกำหนดความหมายหรือการแสดงออกตามมุมมองของตัวเอง ตาของมนุษย์มักถูกเปรียบเทียบกับการทำงานของกล้องถ่ายภาพ แต่ในความ

เป็นจริงระบบการทำงานของกล้องถ่ายภาพมาจากระบบการทำงานของมนุษย์ โดยเริ่มจากเมื่อมีแสงตกกระทบวัตถุและสะท้อนเข้าสู่ตาผ่านกระจกตา ม่านตา เข้าไปยังเลนส์ตา เพื่อปรับแสงให้ตกไปยังจอภาพ ซึ่งจอรับภาพนั้นจะมีเซลล์ประสาทรับแสงอยู่เป็นจำนวนมาก ประมาณ 70 % ของเซลล์รับความรู้สึกทั้งหมดของร่างกาย ภาพที่เกิดขึ้นบนจอรับภาพนั้นจะเป็นภาพหัวกลับ และกลับซ้าย-ขวาของวัตถุจริง การมองเห็นหรือการรับรู้ของมนุษย์ จึงไม่ต่างไปจากการรับภาพของกล้องถ่ายภาพ ถึงแม้ว่าจะมีการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ มากมายในแต่ละวัน แต่มนุษย์จะรับรู้เฉพาะสิ่งที่ใส่ใจหรือสิ่งที่ต้องการจะเห็น ซึ่งเกิดจากการทำงานของจิตใต้สำนึก จากการศึกษาจิตวิทยาการรับรู้ได้ถูกนำไปใช้และเป็นพื้นฐานของทฤษฎีในด้านอื่น ๆ อีกมากมาย (Redies, Hasenstein, & Denzler, 2007, pp. 137-148)

ความใส่ใจมีความสำคัญต่อการรวมลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการรับรู้ เช่น สี รูปร่างและตำแหน่ง เป็นต้น เพื่อใช้ในการเลือกตอบสนองต่อสิ่งที่ได้รับรู้ (Styles, 2005, pp. 40-51) ความใส่ใจจึงถือว่าเป็นประตูทางเข้าที่รับและจัดการข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 วงจรของความใส่ใจ การรับรู้ การเรียนรู้และความจำ (Bahrick, 2010, p. 123)

จากภาพที่ 12 ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าเป็นผลจากการค้นหาสิ่งเร้าที่ได้รับรู้ทั้งภายในและภายนอก แล้วนำไปสู่การเรียนรู้และความจำ ในทางกลับกันสิ่งที่ได้จากการับรู้ การเรียนรู้และความจำมีอิทธิพลต่อการเพิ่มความใส่ใจ ต่อเนื่องเป็นวงจรของความใส่ใจ การเรียนรู้ การรับรู้ ความจำและความใส่ใจ (Bahrick, 2010, pp. 120-166)

โดยสรุป สำหรับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ทางการมองเห็น พบว่า การรับรู้ทางการมองเห็นมีความสัมพันธ์กับความใส่ใจ ระดับของความหมายในการตีความจากการรับรู้ทางการมองเห็น เช่น งานวิจัยของ Enns and MacDonald (2012) ได้ศึกษาบทบาทของความคมชัดและความพร่ามัว (Clarity and Blur) ในการรับรู้ภาพถ่ายที่มีผลต่อความใส่ใจ โดยใช้วิธีการวัดจากการเคลื่อนไหวลูกตา (Eye Tracking) ผลการศึกษาปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างจะให้ความใส่ใจมากขึ้นในบริเวณที่มีความคมชัดเมื่อเปรียบเทียบกับในบริเวณที่มีความพร่ามัวของรูปภาพ (Enns &

MacDonald, 2013, pp. 568-578) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Todd et al. (2012) ที่ปรากฏว่าความคมชัดของสิ่งที่รับรู้ทางการมองเห็น มีส่วนช่วยในการจดจำสิ่งนั้น ๆ ได้ดีกว่าการมองเห็นสิ่งที่มีความพร่ามัว (Todd et al., 2012, pp. 11201-11212)

การเคลื่อนไหวของตา

การเคลื่อนไหวของตาแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด (อภิชาติ สิงคาลวณิช, 2552, หน้า 219) คือ

1. การเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างไปในทิศทางเดียวกัน (Conjugate Movement) เช่น มองซ้าย-ขวาในแนวนอน (Horizontal) มองขึ้นบนหรือมองลงล่างในแนวตั้ง (Vertical) พร้อม ๆ กัน การเคลื่อนไหวของตาชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1 การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Fast Eye Movement) หมายถึง การเคลื่อนไหวของตาที่มีความเร็วตั้งแต่ 300-700 องศา/ วินาที การเคลื่อนไหวชนิดนี้ ได้แก่ แซคเคด (Saccade) ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างอย่างรวดเร็ว (กระโดด) ซึ่งมักจะเป็นในทิศทางเดียวกัน (Conjugate) เป็นการนำภาพใหม่ที่ใส่ใจให้ตกบนจุดรับภาพ เช่น เวลามองขบวนรถไฟที่กำลังวิ่งอยู่ด้วยความเร็วสูงเมื่อมองตู้รถไฟตู้แรกเคลื่อนผ่านไปตาจะกลอกกลับอย่างเร็วเพื่อจ้องมองตู้รถไฟตู้ถัดไป การเคลื่อนไหวของตาชนิดนี้ถูกควบคุมโดยสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe)

1.2 การเคลื่อนไหวของตาแบบช้า (Slow/ Smoth Eye Movement) ประกอบด้วย โฟเวียลเพอร์ซูต (Foveal Pursuit) คือ การทำให้ภาพคงอยู่บนจุดรับภาพตลอดเวลา เมื่อภาพนั้นอยู่นิ่งหรือเคลื่อนไหวเล็กน้อยด้วยความเร็วไม่เกิน 40 องศา/ วินาที ทำให้มีการกลอกตาช้า ๆ ในทิศทางตรงกันข้ามทุกครั้งที่ศีรษะเคลื่อนที่ เพื่อให้ภาพที่เห็นอยู่นิ่งและชัดเจน

2. การที่ตาสองข้างเคลื่อนไปในทิศทางตรงข้ามกัน (Disconjugate Movement) ได้แก่ มองเข้าใน (Convergence) และมองออกนอก (Divergence) เพื่อให้ภาพตกบนจุดรับภาพของทั้งสองตาพร้อม ๆ กันเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนที่สุดและเป็นภาพสามมิติ

การเคลื่อนไหวตามที่คิดไว้ (Programming) จากเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) ส่งมายังสมองส่วนที่ทำหน้าที่วางแผน ในสมองส่วนที่สัมพันธ์กับการสั่งการเคลื่อนไหว (Motor Association Cortex) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และสมองน้อย (Cerebellum) ร่วมกันคัดเลือกและจัดชุดโปรแกรมคำสั่ง เพื่อกำหนดกลุ่มของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการสั่งการเคลื่อนไหวของตาตามที่ต้องการ ลำดับการหดตัวของกล้ามเนื้อตาแต่ละมัดที่ต้องทำงาน และขนาดการหดตัวของกล้ามเนื้อตาแต่ละมัด เพื่อให้ได้แรงที่พอเหมาะแล้วส่งไปให้บริเวณเปลือกสมองบริเวณส่วนสั่งการการเคลื่อนไหว (Motor Area) ที่เป็นการเคลื่อนไหวจริง

การเคลื่อนไหวของตาสองข้าง คือ เมื่อตาได้รับสัญญาณแสงหรือข้อมูล ที่อยู่ในลานสายตา (Visual Field) จะส่งไปตามเส้นทางการทำงานระบบประสาทของสมองส่วนการเคลื่อนไหวของตาเกิดกระบวนการทำงานของสมองส่วนที่รับภาพ (Visual Cortex) จากนั้นจะส่งสัญญาณไปในบริเวณสมองด้านข้างที่อยู่ด้านเดียวกัน (Lateral Intraparietal Area: LIP) แล้วส่งสัญญาณไปยังบริเวณพื้นที่ของสมองส่วนหน้า ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (Frontal Eye Field: FEF) ที่อยู่ในบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า ส่วนของพรีมอเตอร์คอเท็กซ์ (Premotor Cortex) ในบริเวณบรอดแมน 8 (Brodmann Area 8) ซึ่งเป็นบริเวณของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำด้วย (O'Driscoll, Lenzenweger, & Holzman, 1998, pp. 837-843) รวมทั้งยังมีการส่งสัญญาณไปยังบริเวณของ

สมองที่ช่วยเสริมการทำหน้าที่ควบคุม การเคลื่อนไหวของตา (Supplementary Eye Fleld: SEF) ซึ่งอยู่ที่บริเวณเปลือกสมองด้านหน้า บริเวณรอดแมน 6 (Bradmann Area 6) และบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าด้านข้าง (Dorsolateral Prefrontal Cortex: DLPFC) ซึ่งอยู่บริเวณพื้นที่บรอดแมน 46 (Brodmann Area 46) และบริเวณเปลือกสมองด้านหลังส่วนหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (Posterior Eye Field: PEF) ซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่บรอดแมน 39 (Brodmann Area 39)

พื้นที่ทั้งหมดเหล่านี้ จะทำงานเชื่อมโยงประสานและเชื่อมต่อกับบริเวณสมองส่วนอื่น ๆ และส่งสัญญาณอย่างรวดเร็วและลึกไปถึงบริเวณสมองส่วนซุพีเรียแคลิคูลัส (Superior Colliculus: SC) ในสมองส่วนกลาง (Midbrain) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Scudder, Kaneko & Fuchs, 2002, pp. 439-462) สมองส่วนซุพีเรียแคลิคูลัส (SC) จะส่งคำสั่งการเคลื่อนไหวไปที่เครือข่ายของสมองในบริเวณก้านสมอง (Brainstem) และสมองน้อย (Cerebellum) บริเวณที่สั่งการการเคลื่อนไหวของตา (Oculomotor Vermis: OMV) และสั่งการทำงานของกล้ามเนื้อตา (Fastigialku Oculomotor Region: FOR) ซึ่งเป็นเส้นทางเดินประสาทที่สั่งการโดยตรงของต่อการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Saccade) จะเห็นได้ว่าเส้นทางเดินประสาทจากบริเวณสมองส่วนซุพีเรียแคลิคูลัส (SC) จะมีการส่งสัญญาณสองเส้นทางเดินคู่ขนานกัน คือ จากบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (FEF) ส่งลงมาโดยตรงที่สมองส่วนส่วนซุพีเรียนเคลิคูลัส (SC) ที่ในบริเวณก้านสมอง (Brainstem) และอีกเส้นทางคือส่งไปที่สมองน้อย (Cerebellum) ผ่านบริเวณสมองส่วนสั่งการทำงานของกล้ามเนื้อตา (FOR) ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา (Iwamoto & Kaku, 2010, pp. 145-162) ซึ่งเป็นเส้นทางประตูเข้าออก (Gating Circuit) ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเส้นทางเดินประสาทของระบบความจำ โดยเส้นทางเดินประสาทการเคลื่อน ไหวของตานี้ จะมีผลต่อการส่งสัญญาณประสาทในเซลล์ที่อยู่ในคอเดตนิวเคริยส (Caudate Nucleus) ซึ่งมีบทบาทหลักในการควบคุมการเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary) และมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และความจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการประมวลผลย้อนกลับข้อมูลที่ได้รับ (Packard & Knowlton, 2002, pp. 563-593)

โดยสรุป จากเส้นทางเดินประสาทสมองการเคลื่อนไหวของตา เมื่อมีการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างซ้ายขวาไปมาซ้ำ ๆ แบบตั้งใจจะมีผลทำให้สมองทั้งสองซีกถูกกระตุ้นในด้านตรงข้ามกัน โดยการเคลื่อนไหวของตาข้างซ้าย จะมีผลต่อสมองซีกขวาและการเคลื่อนไหวของตาขวา จะมีผลต่อสมองซีกซ้ายและเกิดการกระตุ้นการทำงานของคอปัสคอโลซัม (Corpus Callosum) ที่อยู่เชื่อมต่อระหว่างสมองสองซีก (Christman & Propper, 2010, pp. 215-232) ช่วยลดความไม่สมดุลของการทำงานของสมองสองซีกและช่วยเพิ่มการตอบสนองทางระบบประสาทระหว่างสมองสองซีก (Interhemispheric) ในเซลล์ประสาท (Neuron) บริเวณนี้จะเพิ่มการสร้างกระแสประสาทและเพิ่มการเชื่อมต่อสัญญาณประสาท (Synapse) ในขณะที่การเคลื่อนไหวของตา จะเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาทอะซีติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อความใส่ใจ การเรียนรู้และความจำ (Blokland, 2005, pp. 285-300; Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, pp. 1-19)

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยเฉพาะในบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ที่เป็นส่วนสำคัญในการเข้ารหัส

(Encoding) กระบวนการรวบรวมจัดเก็บ (Consolidation) ข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และส่งผลต่อการเพิ่มการเรียกคืนความจำ (Memory Retrieval)
ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ มีความใส่ใจเป็นศูนย์กลาง (Hasselmo, 2006, pp. 710-715; Chowdhury, Guitart-Masip, Bunzeck, Dolan, & Duzel, 2012, pp. 14193-14204)

ตอนที่ 3 การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ 1) การจินตภาพ (Imagery) และ 2) การหายใจแบบลึก (Deep Breathing)

1. การจินตภาพ (Imagery)

การจินตภาพเป็นการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery/ Imagination) งานวิจัยที่อธิบายถึงผลของการจินตภาพในการทำงานและทักษะการเรียนรู้ ว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Learning Theory) ที่แสดงให้เห็นว่า การจินตภาพจะเป็นการสร้าง "พิมพ์เขียวทางจิต" (Mental Blueprint) จากรูปแบบการเคลื่อนไหวเข้าสู่สัญลักษณ์ที่มีการเข้ารหัสในระบบประสาท (Roosink & Zijdewind, 2010, pp. 35-41) การจินตภาพจึงเกี่ยวโยงไปถึงการจินตนาการภาพที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ การเคลื่อนไหว การทรงตัว การได้ยิน ระบบสัมผัสและการรับรู้เรื่องกลิ่น ประสาทสัมผัสเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ซึ่งจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ 4 ประการ ดังนี้ (Weinberg & Gould, 2003, pp. 266-273)

1) เพื่อเป็นการปรับปรุงสมาธิหรือช่วยให้มีสมาธิที่ดี (Improve Concentration)

2) เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่น (Build Confidence)

3) เพื่อเป็นการควบคุมการตอบสนองของอารมณ์ (Control Emotional Responses)

4) เพื่อเป็นการเรียนรู้และการฝึกทักษะ (Acquire and Practice Skills)

การศึกษาเรื่อง Effects of an Imagery Training Program on Free Throw Self-Efficacy and Performance of High School Basketball Players ของ Klug (2006) เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกจินตภาพต่อประสิทธิภาพการยิงประตูลูกโทษบาสเกตบอลโรงเรียนมัธยมตลอดฤดูการแข่งขัน โดยการประเมินก่อนและหลังการฝึกตามโปรแกรมด้วยการใช้แบบสอบถามและแบบรายงานตนเอง Movement Imagery Questionnaire ในนักกีฬาบาสเกตบอลจำนวน 6 คน อายุระหว่าง 14-18 ปี โดยการจินตนาการ ด้วยการดูเทปและภาพการเล่นของตัวเองรวมกับการหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ประมาณ 5 นาที ปรากฏว่า ผลของโปรแกรมการฝึกจินตภาพมีผลต่อประสิทธิภาพการยิงประตูลูกโทษบาสเกตบอลและสมรรถนะของนักกีฬาบาสเกตบอล เนื่องมีการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อ การมีสมาธิที่ดีขึ้นของนักกีฬาและการใช้วิดีโอเทปส่วนบุคคล สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกจินตภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสร้างจินตภาพการแข่งขันและการฝึกยิงประตูลูกโทษมากกว่าการใช้วิดีโอเทปของบุคคลอื่นในการฝึกจินตภาพ

Louie (2006) ได้ศึกษาเรื่อง The Effects of Guided Imagery Relaxation in People with COPD. ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน ที่เป็นผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD) โรคปอดชนิดเรื้อรังที่ผู้ป่วยจะมีพยาธิสภาพของถุงลมโป่งพอง (Emphysema) หรือหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic Bronchitis) ใช้การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายวันละ 30 นาที พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนในกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ

Sloman (2006) ได้ศึกษาเรื่อง Effect of Relaxation and Guided Imagery on Anxiety and Depression Control in Community Patients with Advance Cancer ปรากฏว่า ผลของการฝึกผ่อนคลายและการสร้างจินตภาพต่อความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้าและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งระยะแพร่กระจาย ในกลุ่มตัวอย่าง 56 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 14 คน กลุ่มที่ 1 ให้ฝึกการผ่อนคลาย กลุ่มที่ 2 ให้ฝึกการสร้างจินตภาพ กลุ่มที่ 3 ให้ฝึกการผ่อนคลายและการสร้างจินตภาพและกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างได้รับการวัดความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้าและคุณภาพชีวิตก่อนและหลังการทดลอง ภายหลังการทดลอง ปรากฏว่า มีการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อ มีภาวะซึมเศร้าลดลงและคุณภาพชีวิตเพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบในกลุ่มที่ 3 มากที่สุด แต่ความวิตกกังวลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Polkki et al. (2008) ได้ศึกษาเรื่อง Imagery-Induced Relaxation in Children's Postoperative Pain Relief: A Randomized Pilot Study การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการจินตภาพและการผ่อนคลาย ใน (Pain Relief) ภายหลังการรักษาการผ่าตัดในโรงพยาบาลเด็ก กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุระหว่าง 8-12 ปี จำนวน 60 คน ที่ได้รับการผ่าตัดไส้ติ่ง (Appendectomy) การผ่าตัดแขนหรือขา (Limb) หรือระดับต่ำกว่า กลุ่มทดลองจะได้รับการแนะนำการจินตภาพถึงการเดินทางท่องเที่ยวด้วยการฟังซีดี (Compact Disk) ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับดูแลตามมาตรฐาน จากนั้นกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการประเมินความรุนแรงของอาการเจ็บปวด ด้วย Visual Analogue Scale (VAS Pain) ปรากฏว่า เด็กในกลุ่มทดลองมีรายงานความเจ็บปวดน้อยลงกว่าเด็กในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Provvidenza (2009) ได้วิจัยเรื่อง The Impact of a Self–Directed Imagery Package on the Imagery Ability and Imagery Use of Figure Skaters สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการสร้างจินตภาพโดยรวม ความสามารถในการสร้างจินตภาพและการใช้จินตภาพของนักกีฬาสเกตน้ำแข็ง (Figure Skaters) มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและตรวจสอบสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการสร้างจินตภาพความสามารถในการสร้างจินตภาพและการใช้จินตภาพของนักกีฬาสเกตน้ำแข็ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาสเกตน้ำแข็ง จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกการสร้างจินตภาพ กลุ่มที่ 2 ฝึกการสร้างจินตภาพโดยได้รับการช่วยเหลือจากผู้ฝึกสอน กลุ่มที่ 3 ผู้ฝึกสอนให้การช่วยเหลือเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบเกี่ยวกับการสร้างจินตภาพ (Athletes Completed the Movement Imagery Questionnaire, Sport Imagery Questionnaire) และวัดความเชื่อมั่นในตนเองโดยใช้แบบทดสอบความวิตกกังวลตามสถานการณ์ (Competitive State Anxiety Inventory–2) ก่อนและภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 ภายหลังการฝึกเมื่อนักกีฬาทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาประเมินค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพของการสร้างจินตภาพ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แสดงให้เห็นว่าแต่ละกลุ่มมีคะแนนความสามารถในการใช้จินตภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ 2 จะฝึกการสร้างจินตภาพโดยได้รับการช่วยเหลือจากผู้ฝึกสอน มีความเกี่ยวข้องและมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการฝึกทักษะทางจินตภาพ

Pictet et al. (2011) ได้ศึกษาเรื่อง Fishing for Happiness: The Effects of Generating Positive Imagery on Mood and Behavior เพื่อเปรียบเทียบการมองภาพตัวอย่าง

ที่มีความหมายเชิงบวกและความหมายเชิงลบ จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างมโนภาพ (Mental Imagery) ถึงภาพเหล่านั้น ภายหลังการทดลอง 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้ Spontaneous Use of Imagery Scale (SUIS), Beck Depression Inventory-II (BDI-II), Beck Hopelessness Scale (BHS) และ Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) ปรากกฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่จินตภาพถึงภาพที่มีความหมายเชิงบวก (Positive Picture) มีแนวโน้มการนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมและอารมณ์มากกว่าภาพที่มีความหมายเชิงลบ (Negative Picture)

Baeck et al. (2012) ได้ศึกษาเรื่อง Brain Activation Patterns of Motor Imagery Reflect Plastic Changes Associated with Intensive Shooting Training เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจินตภาพการเคลื่อนไหวจากการยิงปืน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน ประเมินผลจากการวัดด้วยเครื่อง fMRI สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทซึ่งมีความสัมพันธ์ของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการฝึก การศึกษาครั้งนี้ ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินพื้นที่สมองที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในการยิงปืน ปรากฏว่า การจินตภาพการเคลื่อนไหวส่งผลทำให้เกิดการรวมตัวกันอย่างกว้างขวางของความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทและกระจายกันอยู่ในบริเวณทั่วไปของพื้นที่สมอง มีความแตกต่างของรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงในสมองในพื้นที่ Subcortical Motor นั่นคือ สมองส่วนที่เรียกว่า Basal Ganglia แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของสมองซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับประสิทธิผล จากการเสริมพลังจากการฝึกจินตภาพ

Burnett et al. (2013) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเรื่อง Mental Imagery, Emotion and Psychopathology Across child and Adolescent Development ปรากฏว่า การวิจัยทางประสาทวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการรับรู้ (Cognitive Neuroscience) การตรวจสอบข้อมูลผลกระทบทางอารมณ์และพื้นฐานความผิดปกติของระบบประสาท (Neurocognitive) เปิดเผยให้เห็นถึงจำนวนของความเสี่ยงที่จะมีอาการผิดปกติของจิตประสาท (Psychological Disorders) การใช้เทคนิคการจินตภาพ จะมีคุณค่าที่เป็นส่วนหนึ่งของการรักษาผู้ที่มีความเสี่ยงของความผิดปกติทางอารมณ์

Foji et al. (2015) ได้ศึกษาเรื่อง The study of the Effect of Guided Imagery on Pain, Anxiety and Some Other Hemodynamic Factors in Patients Undergoing Coronary Angiography เป็นการศึกษาทางคลินิกในผู้ป่วยก่อนเข้ารับการผ่าตัด จำนวน 62 คน ใช้วิธีการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การตรวจหลอดเลือดด้วยการฉีดสารทึบรังสี (Angiography) ด้วยการเก็บข้อมูลการไหลเวียนของโลหิต (Hemodynamic) แบบสอบถามความวิตกกังวล (State-Trait Anxiety Inventory: STAI) และแบบประเมินอาการเจ็บปวด (Pain Scale) ซึ่งกลุ่มทดลองจะได้รับการแนะนำถึงวิธีการจินตภาพเป็นเวลา 18 นาที ปรากฏว่า หลังการทดลองค่าเฉลี่ยของความวิตกกังวล ความเจ็บปวด ในกลุ่มทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไหลเวียนของโลหิตก่อนและหลังทดลอง ลดลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กล่าวโดยสรุป การค้นพบการใช้จินตภาพส่งผลทำให้เกิดการรวมตัวกันอย่างกว้างขวางของความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทและกระจายกันอยู่ในบริเวณทั่วไปของพื้นที่สมองบริเวณ Parietal Lobe การลดลงของความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้า การมีสมาธิที่ดีขึ้นและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนในกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับ Kato et al. (2014) ที่กล่าวถึงประโยชน์ของการจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายว่ามีประโยชน์และมีความสำคัญในการจัดการกับความเครียด ความวิตกกังวลได้เป็นอย่างดี การผ่อนคลายจะช่วยให้มีสมาธิในทุก ๆ สถานการณ์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Kato, Watanabe, Muraoka, & Kanosue, 2014, pp. 236-248)

การสร้างจินตภาพ

เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2556, หน้า 38) ให้ความหมายของการสร้างจินตภาพว่า

1. เป็นการสร้างประสบการณ์การรับรู้ด้วยความตั้งใจ โดยที่ไม่มีสิ่งเร้าให้เกิดการรับรู้จริง เป็นกระบวนการภายในที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบประสาทสมอง มีผลต่อความจำการรับรู้ ความคิด อารมณ์ ความรู้สึกและการตอบสนองทางสรีระของบุคคลได้

2. เป็นการสอนให้บุคคลใช้การสร้างจินตภาพของตนให้มีอิทธิพลต่อร่างกายและจิตใจ

3. เป็นเทคนิคการรักษา เพื่อผ่อนคลายลดความวิตกกังวล เป็นความฝันที่เกิดขึ้นทั้งกลางวันและกลางคืน มีความจำและการระลึกถึงในอดีต

4. เป็นเทคนิคที่ผู้ปฏิบัติสามารถฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ในระหว่างการปฏิบัติจะเกิดการติดต่อเชื่อมโยงกระบวนการทางสรีระ โดยผ่านกระบวนการมองเห็น การฟัง การดมกลิ่น การสัมผัส การตระหนักรู้และการแสดงออกทางอารมณ์และร่างกาย ซึ่งเป็นการปฏิบัติที่เชื่อมโยงระหว่างร่างกายและจิตใจ

5. เป็นการรับรู้ของจิตใจที่แสดงออกตามความเป็นจริงทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การได้กลิ่นและการรับรส แต่ผู้ฝึกต้องมีความสามารถในการสร้างจินตภาพ โดยการสร้างจินตภาพนั้นร่างกายจะตอบสนองโดยอัตโนมัติ ซึ่งเกิดจากกระบวนการภายในร่างกาย

6. เป็นการใช้ประสบการณ์ภายในที่เกี่ยวกับความจำ ความฝัน การมองเห็นหรือการสร้างมโนภาพ โดยเป็นสิ่งเชื่อมระหว่างจิตใจ ร่างกายและจิตวิญญาณ

7. เป็นการเบี่ยงเบนความคิดไปสู่สภาพสถานที่ที่สร้างความพึงพอใจ ให้ความสุขสบายทำให้ละทิ้งสิ่งเร้าที่ก่อให้เกิดความเครียดในขณะนั้นไป อาจทำโดยการสร้างภาพด้วยความคิด ให้เกิดภาพเสมือนรับรู้สัมผัสทางกาย

8. เป็นวิธีที่บุคคลเรียนรู้ที่จะจัดระเบียบสิ่งต่าง ๆ และเชื่อมโยงประสบการณ์ในอดีตเข้าสู่ปัจจุบันโดยมีการรับรู้ รูปแบบ สีและเสียงต่าง ๆ ได้ โดยไม่มีสิ่งเร้าปรากฏอยู่

โดยสรุปการสร้างจินตภาพ หมายถึง การแนะแนวทางให้บุคคลมีการเบี่ยงเบนความใส่ใจของตนเองไปจากสิ่งเร้าที่ก่อให้เกิดความเครียด ไปยังสิ่งที่มีประสบการณ์ที่มีความสุขที่เกิดขึ้นจริงซึ่งอาจเป็นสถานที่หรือเหตุการณ์ที่บุคคลนั้นคิดขึ้นมาแล้วมีความสุข ซึ่งกระบวนการในการสร้างจินตภาพ อาจใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การได้กลิ่นและการรับรสหรือทางใดทางหนึ่ง บุคคลจะรับรู้อารมณ์และการเชื่อมโยงระหว่างร่างกายและจิตใจเป็นการเรียนรู้ที่จะจัดการกับตนเอง ซึ่งจะมีผลต่อความจำ การรับรู้ ความคิด อารมณ์และความรู้สึก

แบบฝึกทักษะจินตภาพ

แบบฝึกทักษะจินตภาพเป็นแบบฝึกเพื่อสร้างพื้นฐานการรับรู้การจินตภาพอย่างมีกระบวนการมีเป้าหมายที่สร้างภาพการเคลื่อนไหวในใจ ที่ต้องแสดงออกได้อย่างชัดเจนและมีชีวิตชีวาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการแสดงทักษะทางกายประสบผลสำเร็จ (เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์, 2556, หน้า 39-40)

แบบฝึกเพื่อการผ่อนคลาย

1. ผ่อนคลายสภาวะร่างกายและจิตใจโดยการหายใจเข้า และหายใจออกลึก ๆ และกำหนดสติอยู่ที่ลมหายใจเพื่อสร้างสมาธิ

2. สร้างภาพในใจของสถานที่ที่ตนเองชอบและมีความสุข เช่น ชายหาด ภูเขาหรือสถานที่ส่วนตัว

ขั้นตอนการฝึกจินตภาพ

Veraksa and Gorovaya (2012 pp.338-342) กล่าวถึง ขั้นตอนการจินตภาพในงานวิจัย Imagery Training Efficacy Among Novice Soccer Players ดังนี้

ขั้นที่ 1 หลับตาแล้วนึกถึงเป้าหมายของการสร้างจิตนาการ เช่น การฝึกพฤติกรรมหรือทักษะใหม่ ๆ การเปลี่ยนแปลงอารมณ์ การเสริมพฤติกรรมในทางบวกหรือปฏิเสธการสร้างภาพในใจในทางลบ

ขั้นที่ 2 สร้างภาพของผลในทางบวก โดยตั้งเป้าหมายว่าจะบรรลุผลสำเร็จ

ขั้นที่ 3 ดึงตนเองเข้าสู่ภาพที่ได้สร้างไว้ และเริ่มประสบการณ์ในการสร้างภาพในใจในแบบ 3 มิติ ดังนี้

1. ขณะสร้างภาพในใจผู้ฝึกมองเห็นอะไร เช่น ความเลือนราง ความสุข ความเชี่ยวชาญ พรสวรรค์ ความภาคภูมิใจ จุดมุ่งหมาย เป็นต้น

2. ขณะสร้างภาพในใจผู้ฝึกรู้สึกอย่างไร เช่น มีความสุข ตื่นเต้น พึงพอใจ ปราศจากความวิตกกังวลและผ่อนคลาย เป็นต้น

3. ขณะสร้างภาพในใจร่างกายของผู้ฝึกมีการตอบสนองอย่างไร ยกตัวอย่าง เช่น รู้สึกถึงความผ่อนคลาย มีความสามารถในกีฬานั้น ๆ มีการตอบสนองในทันที ความเชี่ยวชาญ ความตึงของกล้ามเนื้อ ความแข็งแกร่ง เป็นต้น

ขั้นที่ 4 สร้างภาพที่ตอบสนองต่อกิจกรรมของการสร้างภาพในใจ เช่น การได้รับรางวัล ทำให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น ได้รับคำชมเชย ได้รับการยกย่อง เป็นที่ยอมรับ

ขั้นที่ 5 สร้างภาพที่ทำให้ตนเองมีการตอบสนองในทางอื่น เช่น ความตื่นเต้น ความชื่นชม ยินดีได้รับความสำเร็จ เป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 6 ลืมตาขึ้นช้า ๆ เมื่อใดก็ตามที่ผู้ฝึกรับรู้และรู้สึกถึงชัยชนะ ผู้ฝึกจะต้องสร้างภาพภายในใจต่อไปจนกว่าผู้ฝึกจะรู้สึกว่าภาพที่สร้างขึ้นมานั้นเป็นความจริง จงระลึกไว้เสมอว่าการเป็นผู้ชนะจะต้องอาศัยความอดทน ความพยายามและการอุทิศตนเพื่อการเปลี่ยนแปลง

การพัฒนาทักษะจินตภาพ

การจินตภาพเป็นทักษะทางจิตวิทยาที่ต้องได้รับการพัฒนาและการฝึกฝนโดยมีหลักเบื้องต้นในการฝึกดังนี้ (เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์, 2556, หน้า 41-42)

1. การผ่อนคลาย (Relaxation) ร่างกายและจิตใจควรอยู่ในช่วงที่ผ่อนคลายให้มากที่สุดทั้งก่อนและขณะฝึก

2. ลักษณะที่เหมือนจริง (Realism) การสร้างภาพในการฝึกควรเป็นภาพที่เหมือนจริงเสมือนว่ากำลังปฏิบัติทักษะนั้นจริง ๆ ภาพที่เห็นควรมีองค์ประกอบดังนี้

2.1 ความชัดเจน (Clarity) ควรเป็นภาพที่ชัดเจนเหมือนจริงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 ประสาทสัมผัส (Sense) รวบรวมประสาทสัมผัสทั้ง 5 เท่าที่จะเป็นไปได้ใส่ในการจินตภาพ ดังนั้นภาพต้องชัดเจนเหมือนจริง (Clear and Realistic) เสมือนสิ่งที่เกิดขึ้นจริง

2.3 อารมณ์ (Emotion) พยายามรวบรวมอารมณ์ ความรู้สึกใส่ในการจินตภาพสร้างความรู้สึกที่ดีกับการจดจำ

2.4 ควบคุมภาพ (Control) แยกภาพสู่องค์ประกอบย่อย ๆ และพยายามควบคุมภาพองค์ประกอบที่เห็นไว้ เช่น การวิ่งระยะสั้นให้มุ่งความใส่ใจที่ภาพการเคลื่อนไหวของแขน ขา ลำตัว หัว เท้า มือ การหายใจ เป็นต้น

2.5 มุ่งความใส่ใจกับผลในทางบวก (Positive Outcome) สิ่งที่จำเป็นที่ควรมุ่งใส่ใจความคิดเกี่ยวกับการประสบความสำเร็จ

3. ความสม่ำเสมอ (Regularity) ใช้เวลาเพียง 3-5 นาที ในการฝึกจินตภาพสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายและจิตใจ

4. การเสริมแรงหรือการหาวิธีการสนับสนุน (Reinforcement) ในการพัฒนาการจินตภาพ สามารถเขียนองค์ประกอบต่าง ๆ ของภาพเป็นบทบรรยาย เพื่อใช้ในการจินตภาพจะช่วยในการฝึกได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มทักษะจินตภาพมากขึ้น

4.1 บรรยายภาพพื้นฐานของทักษะที่ต้องการฝึก รวบรวมองค์ประกอบต่าง ๆ ของที่จะสร้างจินตภาพ

4.2 เพิ่มรายละเอียดของประสาทสัมผัสทั้งห้า โดยการบรรยายรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น สถานการณ์สภาพอากาศ ลักษณะการเคลื่อนไหวที่ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 แก้ไขบทบรรยายให้เหมาะสมอ่านทบทวนบทบรรยายอีกครั้งให้รู้สึกเสมือนว่ากำลังปฏิบัติทักษะหรือมีประสบการณ์จริงตามเรื่องราว

4.4 จัดทำเป็นเทปบันทึกเสียงเพื่อเป็นวัสดุพร้อมใช้ในการฝึกจินตภาพ

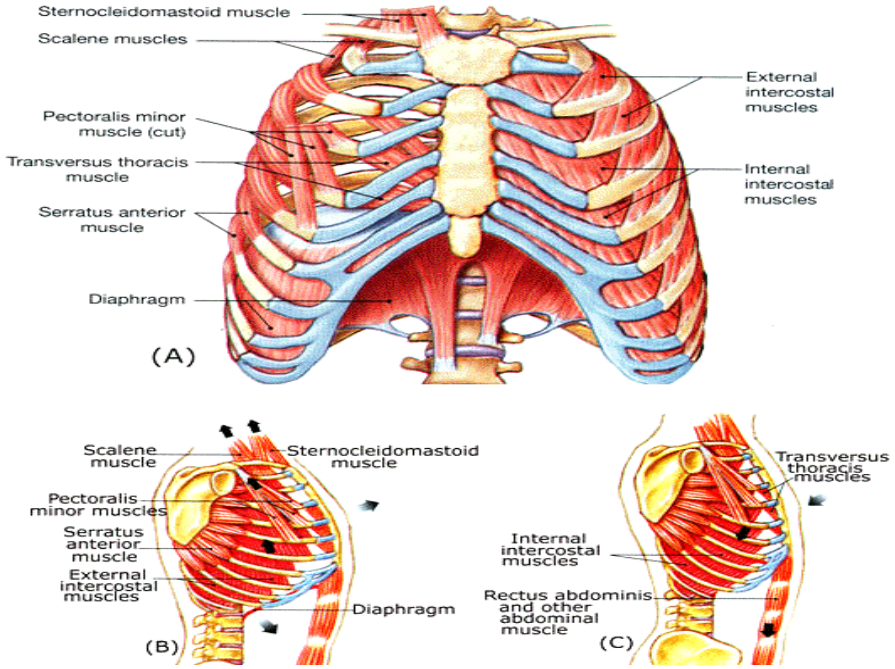
2. การหายใจแบบลึก (Deep Breathing)

กระบวนการหายใจของมนุษย์เป็นกระบวนการซึ่งนำอากาศเข้าหรือออกจากปอด โดยมีสมองที่ควบคุมการหายใจเข้าออก คือสมองส่วน Medulla Oblongata เป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อกระดูกซี่โครง ซึ่งกระบวนการหายใจมี 2 กระบวนการ คือ กระบวนการหายใจเข้าและกระบวนการหายใจออก ทั้งสองกระบวนการนี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความดันของช่องอก ซึ่งเป็นไปตามหลักการของอุณหภูมิคงที่ปริมาตรและความดันของก๊าซในภาชนะบรรจุที่มีโมเลกุลของก๊าซคงที่ จะมีความสัมพันธ์ในทางผกผัน คือ เมื่อปริมาตรเพิ่มขึ้นความดันของก๊าซจะลดลงและเมื่อปริมาตรลดลงความดันจะเพิ่มขึ้น

2.1 กระบวนการหายใจเข้า การหายใจเข้าเกิดขึ้นได้เมื่อมีการทำงานร่วมกัน ระหว่างกล้ามเนื้อเอกซ์เทอร์นอล อินเตอร์คอสตอล (External Intercostal Muscles) กับกะบังลม (Diaphragm) ดังภาพที่ 13 โดยที่กล้ามเนื้อ External Intercostal Muscles หดตัว กะบังลมเคลื่อนตัวลงไปตามช่องท้องจะทำให้ซี่โครงยกตัวขึ้น ทำให้ปริมาตรของช่องอกมากขึ้น ความดันภายในช่องอกลดลง ความดันอากาศภายนอก (ประมาณ 760 มิลลิเมตรปรอท) สูงกว่าความดันภายในช่องอกจึงดันอากาศเข้าสู่ปอดได้ ปกติแล้วเมื่อการหายใจออกสิ้นสุดลง ความดันในช่องอกจะต่ำกว่าความดันภายนอกประมาณ 4 มิลลิเมตรปรอท (มักเขียนเป็น -4 มิลลิเมตรปรอทเนื่อง จากความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ) เมื่อมีการเพิ่มปริมาตรของช่องอกความดันลดลงเป็น -6 มิลลิเมตรปรอท ดังนั้นการที่อากาศเข้าสู่ปอดได้ เนื่องจากการขยายตัวของช่องอก ทำให้ปอดขยายตัวตามความดันในปอดจึงลดลงประมาณ 2-3 มิลลิเมตรปรอท

2.2 กระบวนการหายใจออก กระบวนการนี้เป็นการคืนสภาพปกติของกล้ามเนื้อ External Intercostal Muscles เป็นสภาพการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ความกดดันของช่องอกและ

ปอดสูงขึ้น ปอดแฟบลง อากาศถูกขับออกจากปอดท้องจะแฟบลง ทำให้ซี่โครงยุบตัวลง กะบังลมเคลื่อนที่มาทางช่องอกขณะที่มีการทำงานของกล้ามเนื้อ External Intercostal Muscles ทำให้ปริมาตรของช่องอกลดลง ทำให้ความดันของช่องอกเพิ่มจาก -6 มิลลิเมตรปรอท เกือบถึง -4 มิลลิเมตรปรอท ความดันนี้มีผลถึงความดันภายในปอด ปอดจึงบีบตัวไล่อากาศออกมาได้ ดังนั้นการหายใจออกจึงมักจัดเป็นกระบวนการพาสซีพ (Passive Process) ความดันของการไล่อากาศออกอาจเพิ่มถึง +3 ถึง +4 มิลลิเมตรปรอท จากเดิม -6 มิลลิเมตรปรอท ถ้ามีการใช้กล้ามเนื้อส่วนท้องช่วยในการหายใจ



(A) กล้ามเนื้อในสภาวะพัก (B) กล้ามเนื้อทำงานในขณะหายใจเข้า (C) กล้ามเนื้อทำงานในขณะหายใจออก (ตำแหน่งของกะบังลม กระดูกซี่โครงและกระดูกอกที่มีความแตกต่างกัน ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนตัวของส่วนอก)

ภาพที่ 13 กล้ามเนื้อและการทำงานของกระบวนการหายใจ

ที่มา: http://fat.surin.rmuti.ac.th/ respiratory%20web/ respire%20process.htm

ชนิดของการหายใจ

การทำงานของกล้ามเนื้อของการหายใจ จะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาตรของ อากาศที่ร่างกายต้องการในแต่ละกิจกรรมของร่างกาย การหายใจจึงแยกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การหายใจในสภาวะปกติของร่างกาย เรียกว่า การหายใจเงียบ (Quiet Breathing) หรืออุพเนีย (Eupnoea) การหายใจแบบนี้เป็นการทำงานของกะบังลมและกล้ามเนื้อของการหายใจเข้าหดตัวและเมื่อมีการคลายตัวกลับสภาวะปกติ จะมีการหายใจออก ซึ่งจัดเป็นกระบวนการพาสซีฟ (Passive Process) การหายใจแบบนี้แยกเป็น 2 ชนิด

1.1 การหายใจลึกหรือการหายใจเนื่องจากการทำงานของกะบังลม (Deep Breathing; Diaphragm Breathing) การหายใจในรูปแบบนี้มีการทำงานของกะบังลมเป็นหลัก ปริมาตรอากาศที่ไหลเวียนเข้า– ออกจะมีมากกว่า

1.2 การหายใจตื้นหรือการหายใจเนื่องจากการทำงานของซี่โครง (Shallow Breathing; Costal Breathing) การหายใจแบบนี้อาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ External Intercostal Muscles และ Internal Intercostal Muscles เป็นหลัก ปริมาตรอากาศที่ไหลเวียนเข้าออกจะมีน้อยกว่าการหายใจแบบลึก

2. การหายใจที่มีการบังคับหรือไฮเพอร์พเนีย (Forced Breathing/ Hyperpnoea) เป็นลักษณะการหายใจที่ปริมาตรอากาศที่ไหลเวียนออกจะมีมากกว่าการหายใจเข้า นอกจากจะอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ External Intercostal Muscles กับกะบังลมแล้ว ยังอาศัยกล้ามเนื้ออื่นที่เป็นกล้ามเนื้อร่วม (Accessory Muscles) ที่เป็นกล้ามเนื้อที่ยึดสเตอร์นัมกับโครงสร้างที่มาจากนอกช่องอก เช่น กล้ามเนื้อสเตอโนเซฟาลิคัส (Sternocephalicus Muscle) และกล้ามเนื้อสเตอร์โนไคลโดมาสตอยด์ (Sternocleidomastoid Muscle) และการหายใจออกยังอาศัยกล้ามเนื้อท้องช่วย การหายใจลักษณะนี้ เป็นการหายใจในสภาวะที่ต้องการการระบายอากาศเข้าออกจากปอดเป็นปริมาณมาก เช่น ในสภาวะที่มีการใช้แรงมากหรือออกกลังกายมาก หรือในสภาวะที่ปอดผิดปกติ เนื่องจากการติดเชื้อทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง จึงทำให้มีการหายใจในรูปแบบที่ต้องการให้มีการไหลเวียนของอากาศผ่านปอดมากกว่าปกติ (Vaneder et al., 2010, pp. 202-206)

กลไกของการหายใจ (Mechanism of Breathing)

การหายใจปกติจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทที่ศูนย์หายใจที่สมองส่วนแมดดูล่าร์ (Medullar Respiratory Center) และศูนย์หายใจที่สมองส่วนพอนส (Pons) นอกจากนี้ การควบคุมการหายใจยังสามารถถูกควบคุมได้โดยสารเคมีในเลือด เช่น ความเป็นกรดหรือด่าง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ H^+, CO_2 และ O_2 ในเลือด ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของการหายใจที่สมอง กลไกการควบคุมการหายใจอาศัยการทำงานที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) การควบคุมทางประสาทซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ทำให้มีการหายใจอยู่ได้ และ 2) การควบคุมทางเคมี ในการหายใจนอกจากจะต้องมีการนำก๊าซออกซิเจนเข้าในร่างกายให้เพียงพอต่อความต้องการเมตาโบลิซึมของเซลล์แล้วยังจะต้องขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกให้ได้ในปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณที่เซลล์ผลิตออกมาด้วย

การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) สามารถแบ่งตามการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจได้ 2 แบบ คือ การทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลม (Diaphragm) และกล้ามเนื้อผนังทรวงอก (Intercostal Muscle) การฝึกหายใจแบบลึก จะเน้นการใช้กล้ามเนื้อกระบังลมซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักในการหายใจเข้า เป็นกล้ามเนื้อผืนใหญ่ใต้ปอด โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนล่าง ส่วนกลางและส่วนบน การหายใจแบบลึกสามารถทำได้โดยการนั่งตัวตรง ให้บ่าได้รับการผ่อนคลาย หายใจเข้าลึก ๆ ผ่านทางจมูก ยกกระบังลมขึ้นให้อากาศบริสุทธิ์เข้าในส่วนล่าง ขยายเข้ามาในส่วนกลางและส่วนบน จนเต็มบริเวณหน้าท้องและหน้าอก หากทำอย่างถูกต้อง ส่วนบริเวณหน้าอกจะยกขึ้น ท้องจะโป่งออก รู้สึกถึงการเคลื่อนไหวของกระบังลม การฝึกให้เอามือมาจับบริเวณท้องของตัวเอง เพื่อทำให้รู้สึกถึงการเคลื่อนไหวของท้องเมื่อหายใจเข้าท้องจะพองออก ค้างไว้ 2-4 วินาที แล้วค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจออกทางจมูกอย่างช้า ๆ ให้ใช้เวลานานกว่าหายใจเข้า โดยเมื่อหายใจออกท้องจะแฟบ การหายใจแบบลึกจะช่วยให้ร่างกายได้รับออกซิเจนได้มากเพียงพอในครั้งหนึ่ง ๆ ที่จะขับก๊าซคาร์บอนไดออก

ไซน์ของเสียออกจากร่างกายได้ หากมีการฝึกหายใจอย่างถูกต้องวันละ 3-5 นาที จะทำให้มีสุขภาพที่ดี ทำให้ร่างกายลดการใช้ออกซิเจน (Decrease Oxygen Consumption) ลดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) ลดความดันโลหิต (Blood Pressure) ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ทั้งยังช่วยให้จิตใจเกิดความสงบ ช่วยลดการนอนไม่หลับและช่วยเพิ่มกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Performance) (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571)

การหายใจแบบลึก มีลักษณะเหมือนกับการหายใจแบบปราณายามะ (Pranayama) หรือการควบคุมลมหายใจที่ใช้ในการฝึกโยคะ (Jerath et al., 2006, pp. 566-571) โดยเป็นการหายใจที่จะมีผลต่อการเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบประสาท (Neural Plasticity) และปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการข้อมูล (Information Processing) ซึ่งช่วยรักษาปัญหาอาการความผิดปกติทางด้านจิตใจและความเครียด เพิ่มความสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติ เพิ่มการทำงานของระบบพาราซิมพาเทติกและนำการหายใจแบบลึกมาใช้ประโยชน์ในด้านการบำบัดรักษาอาการในทางคลินิกทั้งด้านร่างกายและจิตใจ

โดยสรุป ผลของการหายใจแบบลึก มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยผลในระยะยาวของการหายใจแบบลึก จะช่วยเพิ่มการทำหน้าที่ของระบบประสาทอัตโนมัติโดยเฉพาะระบบพาราซิมพาเทติก ที่ส่งไปยังอวัยวะในช่องอกและช่องท้อง สมองที่บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และบริเวณเปลือกสมอง (Cortex) ลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic) ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจและระบบการหายใจให้เป็นปกติ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Performance) (Jerath et al., 2006, pp. 566-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269) สำหรับผลในระยะสั้นของการหายใจแบบลึกจะทำให้เพิ่มความต้านทานไฟฟ้าที่ผิวหนัง ลดปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกาย ลดอัตราการเต้นของหัวใจ ลดความดันโลหิต และเพิ่มขนาด (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมองเธต้า (Theta Wave) และคลื่นเดลต้า (Dalta Wave) ขณะที่การหายใจแบบลึกและการหายใจช้า ๆ เป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาติก ให้มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่า (Alpha Wave) และคลื่นเบต้าด้วย (Beta wave) (Busek & Kemlink, 2005, pp. 327-333)

ตอนที่ 4 คลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

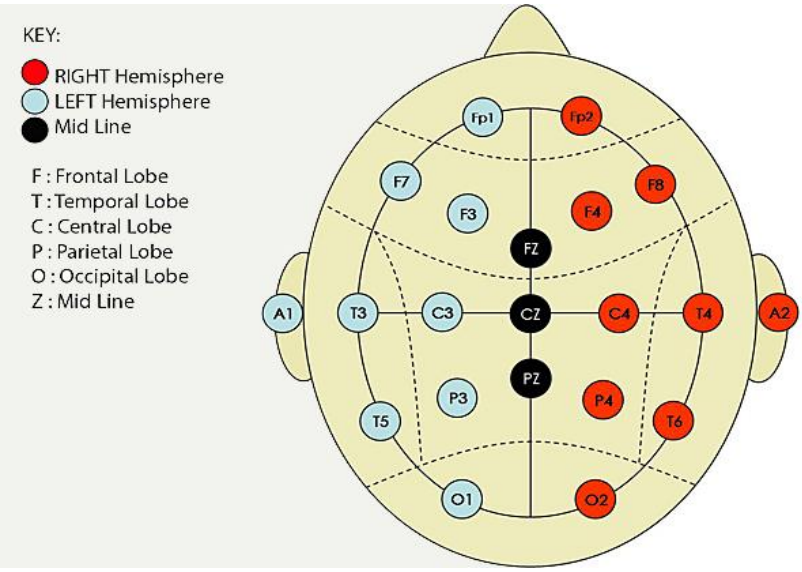
การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง

การตรวจวัดกระบวนการทำงานทางสมองเกี่ยวกับการรับรู้ทางการมองเห็น ต้องอาศัยการบันทึกด้วยคลื่นไฟฟ้าสมอง ตรวจการทำงานของสมองในส่วน Cerebral Cortex คลื่นที่บันทึกได้เกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดในสมอง แหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในทางการแพทย์จะทำการวัดที่หนังศีรษะ คลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้เกิดจากการรวมกันของประจุที่บริเวณ Dendrite ซึ่งก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือการยับยั้งของเซลล์ประสาท (Excitatory Postsynaptic Potentials: EPSP or Inhibitory Postsynaptic Potentials: IPSP) ที่อยู่ติดผิวนอกของสมอง (Cortex) คลื่นไฟฟ้าสมองจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะ (Rhythmic) ที่เกิดจากประจุที่บริเวณ Dendrite ได้รับสัญญาณจากตัวกำเนิดจังหวะที่อยู่ใน Thalamus ผ่าน Projecting Fiber เข้ามาซึ่งก่อให้เกิด

การกระตุ้นหรือการยับยั้งของเซลล์ประสาทที่ Dendrite ของเซลล์ประสาทบริเวณผิวของสมองเป็นบริเวณกว้าง การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจึงเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ในระบบประสาท (สมชาย รัตนทองคำ, 2555, หน้า 3-4)

การจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง มีขั้นตอนดังนี้ (วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์, 2556, หน้า 7)

1. ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ขั้นตอนแรก คือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าขั้ววัดสัญญาณ ตรวจจับสัญญานไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ถูกทดลอง ขั้ววัดดังกล่าวจะมีหลายแบบทั้งแบบที่เป็นแผ่นแปะ (Plate) และแบบหมวกครอบศีรษะ (Cap) แต่การศึกษานี้ใช้แบบหมวกซึ่งมีขั้ววัดหลาย ๆ อันอยู่ภายในหมวกทำให้วัดสัญญาณได้พร้อมกันหลายจุด สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันต่ำมากในระดับมิลลิโวลต์ จึงต้องขยายด้วยเครื่องขยายสัญญาณ ที่เรียกว่าไบโอแอมพลิฟายเออร์ (Bio Amplifier) ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการป้องกัน กำจัดสัญญาณรบกวน และขยายสัญญาณในย่านความถี่ต่าง ๆ เช่น คลื่นไฟฟ้าสมอง จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยเครื่องดิจิไตเซอร์ (Digitizer) และสัญญาณดิจิตอลจะถูกบันทึกไว้โดยคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การส่งสัญญาณดิจิตอลระหว่างดิจิไตเซอร์และคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องมีวงจรไฟฟ้าแยกจากกันเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ไหลย้อนกลับมายังขั้ววัดซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ ซึ่งหลักการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและตำแหน่งต่าง ๆ ในสมอง แสดงได้ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ตำแหน่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Jenkins, Brown, & Rutterford, 2009, p. 58)

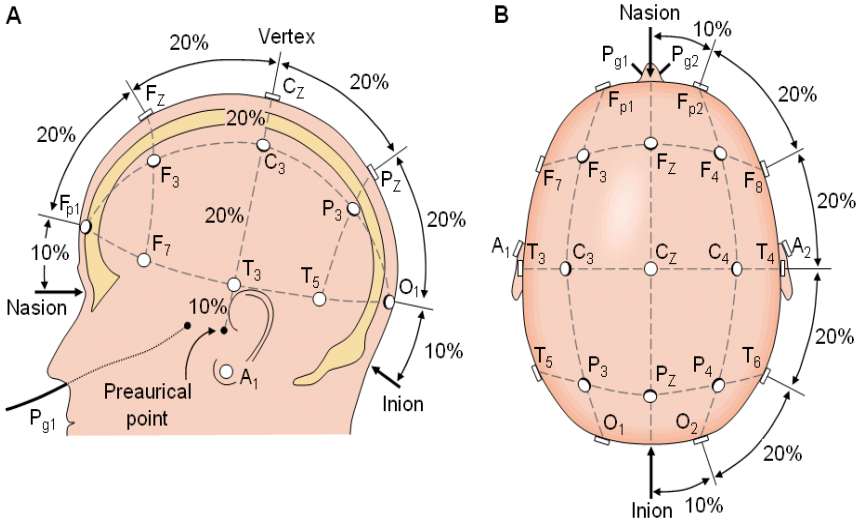
2. รูปแบบของการวัดด้วยขั้ววัด โดยทั่วไปการใช้ขั้ววัด (Electrode Plate) เพื่อตรวจจับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง แบ่งได้สองวิธี คือ 1) แบบฝังภายใน (Invasive) ใช้ในทางการแพทย์เป็นหลักเพื่อใช้ตรวจสอบหาอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานของสมอง 2) แบบแปะภายนอก (Nonlnvasive) สามารถทำได้ง่ายและไม่อันตราย ปัจจุบันขั้ววัดมีแบบที่เป็นหมวกครอบศีรษะซึ่งใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น สำหรับการวิจัยนี้ใช้แบบหมวกครอบศีรษะเนื่องจากปลอดภัยและลดภาวะเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บแก่ผู้ทดสอบ (Subject) ได้มากกว่า

3. ตำแหน่งของจุดที่วัดสัญญาณบนศีรษะ เนื่องจากสมองแต่ละส่วนจะมีหน้าที่หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายแตกต่างกัน ดังนั้น หากเลือกตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สัญญาณที่ได้และองค์ประกอบที่ไม่ต้องการมากกว่าองค์ประกอบที่ต้องการ

4. ช่วงความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถวัดได้ เนื่องจากสัญญาณที่ตรวจวัดได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำมาก ก่อนที่จะนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลจะต้องผ่านการขยายโดยเครื่องขยายสัญญาณก่อน ถ้าเครื่องขยายออกแบบไม่ดีจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของความถี่บางความถี่ได้ รวมทั้งอาจมีสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการแปลกปลอมแทรกเข้ามาในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

5. สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และขั้วตรวจวัดที่ไม่มีประสิทธิภาพและการไม่ได้ทำความสะอาดหนังศีรษะ เพื่อขจัดเซลล์ผิวที่ตายแล้วออกไปจากผิวหนังศีรษะก่อนที่จะทำการวัด ในกรณีที่ใช้ขั้ววัดแบบพาสซีฟ (Passive) ซึ่งเป็นขั้ววัดที่ไม่มีวงจรขยายสัญญาณในตัวเองสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวบั่นทอนหรือลดคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้บางส่วน

การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10-20 เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้าตามมาตรฐานของอเมริกัน (American EEG Society) หลักการวาง คือ ใช้ระยะระหว่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตารางที่มีการตัดกันที่ 10-20% ของระยะแต่ละเส้นที่วัด เพื่อวางขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น ๆ มาตรฐานในการกำหนดตำแหน่งการวัดสัญญาณ (The Ten-Twenty System,The International 10-20 System of Electrode Placement) เป็นวิธีการปฏิบัติเพื่อหาตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้าของการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ โดยการแบ่งพื้นที่ส่วนของสมองออกเป็น 10% และ 20% (ระยะที่วัดได้แต่ละเส้นคิดเป็น 100%) ตัวเลข 10-20 หมายถึงตำแหน่งวางขั้ววัด แต่ละจุดถูกกำหนดให้วางอยู่บนจุดแบ่งตัดกันที่ 10% หรือ 20% ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ ดังแสดงในภาพที่ 15



(A) ด้านซ้าย และ (B) ด้านบนของศีรษะ A = Ear Lobe, C = Central, Pg = Nasopharyngeal, P = Parietal, F = Frontal, Fp = Frontal Polar, O = Occipital

ภาพที่ 15 การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระบบสากล 10/ 20 (Sharbrough et al., 1991, p. 201)

จากภาพที่ 15 เป็นการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระบบ 10/ 20 ขั้ววัดจะวางอยู่ตำแหน่งตัดกันที่ 10% และ 20% ของระยะทางที่แบ่งบนเส้นวัดศีรษะแต่ละเส้น

6. อัตราความถี่สุ่ม (Sampling Rate) ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นดิจิตอล (Digitizine) ถ้าหากใช้ความถี่สุ่มต่ำไปจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของสัญญาณที่ความถี่สูง ๆ ได้เนื่องจากย่านความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้จะอยู่ในช่วง 0-100 เฮิรตซ์เท่านั้น

โดยปกติสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายจะต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างเซลล์ในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เซลล์ของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและระบบประสาทจะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในขณะทำงาน ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างบริเวณที่ทำงานและบริเวณที่ทำงาน ในขณะที่มีชีวิตอยู่สมองจะต้องทำงานอยู่เสมอโดยที่เราอาจจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัว ดังนั้น คนที่มีชีวิตจึงมีกระแสไฟฟ้าจากสมองจำนวนน้อย ๆ ที่วัดได้ตลอดเวลา การวัดกระแสไฟฟ้าในสมองของคนจะวัดได้จากการวางขั้วไฟฟ้าไปบนหนังศีรษะ เรียกว่า อีอีจี (Electroencephalograph: EEG) ถ้าใช้ขั้วไฟฟ้าเสียบเชื่อมกับผิวของสมองโดยตรง เรียกว่า อีซีโอจี (Electrocorticography: ECoG) ทั้ง EEG และ ECoG จะมีความถี่เหมือนกัน แต่ความแรงของ EEG จะน้อยกว่า ECoG เนื่องจากกระแสลดน้อยลงเมื่อผ่านกะโหลกและหนังศีรษะ การเกิดกระแสไฟฟ้าในเซลล์ประสาท เริ่มต้นจากการเคลื่อนที่ของอิออนผ่านผนังเซลล์ เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้นโซเดียม (Sodium) จะเข้าสู่เซลล์ประสาทและโพแทสเซียม (Potassium) จะถูกขับออกนอกเซลล์ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ที่สามารถวัดได้ ต่อมาจะกลับคืนสู่ปกติดังเดิม การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ ต้องอาศัยพลังงานจากสารเคมีกลุ่มที่มีฟอสเฟตพลังงานสูง เรียกว่า อะดีโนไซน์ ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate: ATP) ช่วยในการทำงานของสารสื่อประสาท เมื่อเซลล์ประสาทส่วนหนึ่ง ได้รับการกระตุ้นจะปลดปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้เดินไปตามใยประสาท (Nerve Fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาท กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ ที่เกิดขึ้นจะไปกระตุ้นเซลล์ประสาทเซลล์ต่อไปให้ปล่อยประจุหรืออาจตรวจพบเป็นคลื่นไฟฟ้าผิดปกติ พบได้ในบริเวณที่มีไฟฟ้าต่อไปเป็นทอด ๆ สัญญาณ ไฟฟ้านี้เรียกว่า คลื่นไฟฟ้าสมอง มีลักษณะเคลื่อนไหวขึ้นและลงเหมือนคลื่นทั่วไป ใช้หน่วยการวัดเป็นรอบต่อวินาที ความถี่และความแรงของคลื่นไฟฟ้าของระบบประสาทที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับผลรวมของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสรีรวิทยาของคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีความแตกต่างในแต่ละบุคคลแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ การนอน ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมองจำแนกตามความถี่ของคลื่นได้ดังนี้ (มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549, หน้า 78)

1. คลื่นเดลต้า (Delta) คลื่นชนิดความถี่น้อยกว่า 4 เฮิร์ทซ์ (Hz) ไม่พบในคนปกติที่ตื่นอยู่ แต่พบในคนนอนหลับปกติ

2. คลื่นเธต้า (Theta) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 4-7.9 เฮิร์ทซ์ (Hz) พบได้ปกติในเด็กและทุกอายุขณะนอนหลับใหม่ ๆ ระหว่างมีสมาธิ สะท้อนให้เห็นสภาพการตื่นตัวและการง่วงนอน พบได้ที่สมองซีกซ้ายมากกว่าซีกขวา ส่วนขมับ ส่วนกลาง ส่วนพาไรเอทัล

3. คลื่นอัลฟ่า (Alpha) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 8-13 เฮิร์ทซ์ (Hz) ตำแหน่งที่พบคลื่นอัลฟ่าได้เด่นชัด คือ สมองส่วนหลัง ส่วนพาไรเอทัลและส่วนขมับด้านหลัง (Posterior Temporal) ตรวจได้

ในผู้ที่ปล่อยตัวตามสบาย พบมากเมื่อหลับตาโดยไม่ได้คิดอะไรในบริเวณหลังของสมอง (สมองส่วนหน้า) คลื่นอัลฟ่าจะหายไปเมื่อลืมตาหรือใช้สมาธิ

4. คลื่นเบต้า (Beta) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 14-30 เฮิร์ทซ์ (Hz) มีความแรงต่ำมากจนบางครั้งไม่สามารถวัดได้ คลื่นเบต้าจะเพิ่มให้เห็นเด่นชัดขึ้นในขณะลืมตา การฟัง การตัดสินใจและการประมวลผลข้อมูล จะปรากฏที่สมองส่วนหน้าและส่วนกลาง

5. คลื่นแกมม่า (Gamma) ช่วงความถี่ตั้งแต่ 30 เฮิร์ทซ์ (Hz) ขึ้นไปอาจถึง 45 เฮิร์ทซ์ (Hz) ใช้ยืนยันผู้ที่มีโรคเกี่ยวกับสมอง

การกระตุ้นสมองหรือระดับของการกระตุ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่เกิดความใส่ใจตามสิ่งที่อยู่ภายนอกคลื่นไฟฟ้าสมองจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นขณะที่คลื่นไฟฟ้าจะเคลื่อนไหวช้าลง ซึ่งเกิดจากความใส่ใจที่ภายในจิตใจ ดังนั้น คลื่นไฟฟ้าสมองจึงสะท้อนการควบคุมความใส่ใจ (Hoffmann, 2004, pp. 467-482)

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองถูกนำประยุกต์ใช้งานวิจัยมีดังนี้ (Thompson, Steffert, Ros, Leach, & Gruzelier, 2008, pp. 279-288)

1. การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองก่อน/ หลัง เพื่อทำนายการกระทำที่ดีที่สุดใน 2 แนวทาง คือความแตกต่างของการกระทำระหว่างผู้ที่มีประสบการณ์กับผู้ที่ไม่มีประสบการณ์และความแตกต่างระหว่างการประสบความสำเร็จกับการไม่ประสบความสำเร็จ เช่น Lagopoulos et al. (2009) ที่ศึกษาการเพิ่มขึ้นของคลื่นเธต้าและอัลฟ่าระหว่างการฝึกสมาธิ ในกลุ่มที่ทำสมาธิเป็นประจำ จำนวน 13 คน ปรากฏว่า เธต้าพาวเวอร์เพิ่มขึ้นในช่วงของการมีสมาธิ ในสมองทุกส่วน โดยคลื่นเธต้าในสมองส่วนหน้าส่วนขมับ-ส่วนกลางเพิ่มขึ้นมากกว่าสมองส่วนหลัง (Lagopoulos et al., 2009, pp. 1187-1192)

Tei et al. (2009) ที่ศึกษาภาพคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพักของผู้ที่ทำสมาธิโดยการฝึกชี่กงและผู้ที่ไม่ได้ฝึกทำสมาธิ กลุ่มละ 10 คน โดยกลุ่มควบคุมเป็นผู้ที่ไม่เคยฝึกทำสมาธิมาก่อน พบว่าการกระตุ้นสมองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน โดยสมองหลายส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและการรวมข้อมูลความรู้สึกจากภายใน และภายนอกของกลุ่มทดลองมีการกระตุ้นเพิ่มขึ้น พบคลื่นเดลต้ามากบน Prefrontal Cortex และสมองส่วน Dorsal Anterior Cingulate Cortex (BA 32) แต่พบน้อยในบริเวณที่เป็นส่วนรับรู้การเคลื่อนไหว (Motor) และส่วนการสัมผัส (Somatosensory Association Cortices: BA 4, 6, 7) การมองเห็น (Visual Association Cortex: BA 18,19) ส่วน Left Temporo-Parietal Junction (BA 22, 39, 40) Left Precuneus (BA 31) Bilateral Fusiform Gyrus (BFG) และ Right Parahippocampal Gyrus (Tei et al., 2009, pp. 158-165)

2. การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะจินตนาการการเคลื่อนไหว ที่ได้ศึกษาการจินตนาการถึงการตีกอล์ฟ ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณสมองที่เกี่ยวกับการจินตนาการและประสาทสัมผัสในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกอล์ฟ โดยให้ยืนตีกอล์ฟบนแท่นที่เตรียมไว้ในสนามหญ้า ตีกอล์ฟ 100 ลูก จากนั้นวัดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าและเบต้า ระหว่างการตีกอล์ฟและก่อนตีกอล์ฟ ปรากฏว่า การจินตนาการถึงการตีกอล์ฟ ที่ประสบความสำเร็จ มีขนาดของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าต่ำกว่าการจินตนาการถึงการตีกอล์ฟที่ไม่ประสบความสำเร็จ ในบริเวณสมองส่วนหน้าและบริเวณสมองส่วนที่เกี่ยวกับประสาทสัมผัสของมือและแขนข้างขวา (Babiloni et al., 2008, pp. 131-139)

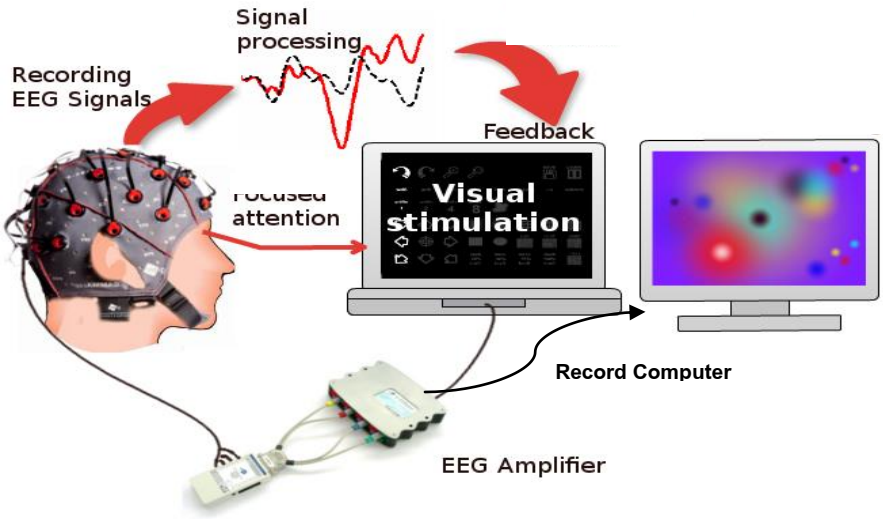
3. ศึกษาความบกพร่องในการทำงานของเปลือกสมองภายใต้การกระตุ้นโดยใช้เงื่อนไขของสภาพแวดล้อม เช่น Guilleminault et al. (2005) ที่ศึกษาการเดินละเมอเรื้อรังของผู้ใหญ่ โดยการตรวจการนอนหลับ (Polysomnography) ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใหญ่อายุ 50 ปีที่เดินละเมอ ใช้การประเมินทางคลินิก แบบสอบถามผู้ป่วยและคู่นอน การตรวจการนอนหลับเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าความวิตกกังวล ความเครียด มีความสัมพันธ์กับความผิดปกติของการนอนหลับ (Sleep Disorders) การเดินละเมอที่เกิดจากความผิดปกติจากโรคทางจิตเวชรักษาด้วยยา ส่วนความผิดปกติของการนอนหลับอื่น ๆ รักษาตามอาการเท่านั้น (Guilleminault et al., 2005, pp. 1062-1069)

หลักการและวิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

คลื่นสมองเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งได้มาจากการส่งสัญญาณเคมีทางชีวภาพ (Biochemical Signals) ในร่างกายมนุษย์ การวัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณสมองด้วยเครื่องมือ Electroencephalogram (EEG) ทำให้นักวิจัยทางประสาทวิทยาและนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มีการทดลองและตรวจวัดคลื่นสมองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามนุษย์สามารถควบคุมคลื่นสมองและสารที่หลั่งจากสมองได้ หากมีการฝึกฝนทางจิต ให้ควบคุมสภาวะอารมณ์และจิตใจได้ ทำให้พบความจริงว่า การเลือกตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกมีผลโดยตรงต่อสภาวะภายในที่เป็นคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยหลักการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าของสมองและตำแหน่งต่าง ๆ ในสมอง

การบันทึกด้วยกระแสไฟฟ้า (Electrical Recording)

ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณอีอีจีขั้นตอนแรก คือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าขั้ววัดสัญญาณ (Electrode) ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ทดลองขั้ววัดดังกล่าว มีหลายแบบทั้งแบบที่เป็นแผ่นแปะ (Plate) และแบบหมวกครอบศีรษะ (Cap) ที่แสดงในภาพที่ 16 จะเป็นแบบหมวกซึ่งมีขั้ววัดหลาย ๆ ที่อยู่ภายในหมวกทำให้วัดสัญญาณได้พร้อมกันหลายจุด สัญญาณไฟฟ้า ที่ได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันต่ำมากในระดับมิลลิโวลท์ (mV) จึงต้องขยายสัญญาณก่อนด้วยเครื่องขยายเฉพาะที่เรียกว่าไบโอแอมพลิฟายเออร์ (Bio Amplifier) ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการป้องกันและ กำจัดสัญญาณรบกวนและขยายสัญญาณในย่านความถี่ต่าง ๆ จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยเครื่อง ดิจิไทเซอร์ (Digitizer) และสัญญาณดิจิตอลจะถูกบันทึกไว้โดยคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การส่งสัญญาณดิจิตอลระหว่างดิจิไทเซอร์และคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องทำให้มีวงจรไฟฟ้าแยกจากกัน เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ไหลย้อนกลับมายังขั้ววัดซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ ซึ่งการแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกันอาจทำได้โดยใช้สื่อนำแสงแทนสื่อนำไฟฟ้า ทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นแสงก่อนส่งและแสงจะถูกแปลงกลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าทางด้านตัวรับ



ภาพที่ 16 ขั้นตอนในการจัดเก็บสัญญาณอีอีจี

ที่มา: http://www.brainpainting.net/ 120-howitworks.

Electroencephalogram (EEG) คือ การวัดความเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าของสมอง ผู้คิดค้นพบ คือ Hans Berger ในปี 1920 และในปี 1924 โดยใช้ขั้วโลหะไฟฟ้า จำนวน 2 ขั้ว ตรงบริเวณศีรษะและประสบความสำเร็จในการบันทึกที่ได้รูปแบบของคลื่น Berger ได้แถลงรายงานในหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ขณะมีสติ (Conscious Experience) EEG ในยุคปัจจุบันมีรูปแบบที่ต่างไปจาก EEG ของ Berger อย่างมาก แต่วิธีการทำงานยังคงเหมือนเดิม เพียงแต่ในปัจจุบันได้นำขั้วไฟฟ้ามาล้อมรอบติดเฉพาะจุดของบริเวณของหนังศีรษะ เพื่อทำการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าของส่วนต่าง ๆ ของสมองได้พร้อม ๆ กัน ขณะที่ขั้วไฟฟ้าของ EEG ได้รับข้อมูลการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าจากประสาทสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลโดย EEG และทำการบันทึกข้อมูลลงบนตารางที่เป็นแผ่นขนาดยาวและเล็ก หรือบันทึกลงบนแผ่น Computer Disk ลักษณะของข้อมูลจะเป็นเส้นที่เคลื่อนไหวแบบขยุกขยิก ลักษณะแบบนี้เรียกว่า คลื่นสมอง (Brain Wave) ลักษณะของคลื่นสมองมีความเกี่ยวข้องกับสภาวะการมีสติเริ่มตั้งแต่ขณะตกใจสูงสุดไปจนถึงขณะหลับลึก นักจิตบำบัดและนักวิจัยสามารถอ่านข้อมูลในการจดบันทึกของ EEG ได้ เพื่อนำมาสรุปว่าการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้านั้นกำลังบอกข้อมูลระดับใดในสมอง และใช้ในการวินิจฉัยโรคและความผิดปกติอื่น ๆ

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography)

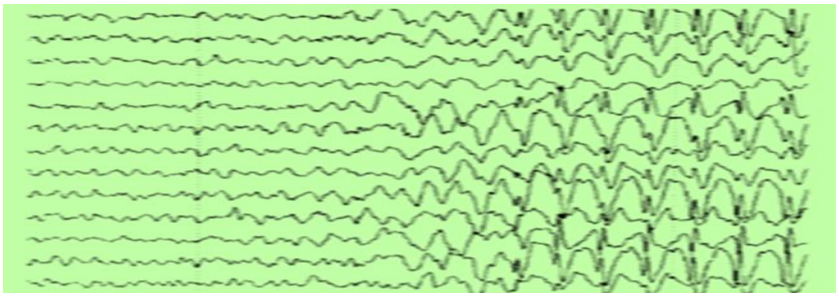
คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram) มักเรียกว่า คลื่นสมองหรือ EEG คือ การบันทึกผลรวมของศักย์ไฟฟ้านอกเซลล์ของกลุ่มนิวรอนในสมองที่อยู่ใต้บริเวณอิเล็กโทรด (ขั้วไฟฟ้า) สัญญาณที่บันทึกได้คือสัญญาณเดียวกับของ Electrocorticography (ECoG) เพียงแต่ EEG ขนาดเล็กกว่าและมีความถี่ต่ำกว่า เพราะเป็นการบันทึกที่ไกลออกจากแหล่งกำเนิดและเป็นการบันทึกผ่านชั้นกะโหลกศีรษะและหนังศีรษะเป็นผลรวมการทำงานของกลุ่มนิวรอน ปกติจะวางขั้วไฟฟ้าเป็นคู่ที่บริเวณ Frontal, Parietal, Occipital และ Temporal Lobe ของสมองทั้งสองซีก ความถี่ที่บันทึกได้จะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-50 Hz

(ปกติ 1-30 Hz) มีความสูงคลื่นขนาด 10-100 μv ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 10-50 μv แม้ว่าความถี่ค่อนข้างซับซ้อนและขนาดเปลี่ยนแปลงมากในเวลาช่วงสั้น ๆ (สุพรพิมพ์ เจียสกุล, 2548, หน้า 47) สภาวะของการรับรู้ในความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ ความฝันและการมีเหตุมีผล ซึ่งสภาวะการมีสติของแต่ละบุคคลนั้นไม่ว่าจะอยู่ในช่วงระหว่างที่รู้สึกตัว หลับหรือครึ่งหลับครึ่งตื่นสามารถวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การสังเกตที่พฤติกรรม การควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่ใช้สมาธิในการควบคุมได้สูงสุดไปจนถึงสภาวะที่ไม่รู้สึกตัว

2. การวัดด้วยเครื่อง Electroencephalogram (EEG) เป็นการบันทึกการเคลื่อนไหวของสมองโดยการใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นการแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แตกต่างกันใน 2 จุด บริเวณหนังศีรษะ มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อประสาทตื่นตัวมีการทำงานหรือเคลื่อนไหว ซึ่งจะแสดงออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าจากเส้นประสาทในสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะสามารถบันทึกได้ในบริเวณที่ใกล้กับผิวด้านนอกของศีรษะ ขั้วไฟฟ้าที่มีสายไฟต่อเป็นวงจรไฟฟ้าติดอยู่ที่หนังศีรษะ โดยมีลักษณะเป็นแก้วผสมตะกั่วและเกลือที่เป็นสารสื่อไฟฟ้า การทำงานจะเริ่มขึ้นเมื่อได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากศีรษะแล้วส่งคลื่นไฟฟ้าสมองไปยังตัวเครื่อง EEG ที่จะทำการเปลี่ยนสภาพของคลื่นไฟฟ้าสมองทันทีด้วยเหตุนี้ การทำงานของระบบ EEG จะแสดงผลการผันแปรกระแสไฟฟ้าของระบบประสาท ตัวอย่างการทำงานของระบบ EEG ที่แสดงเป็นลักษณะคลื่นเพียง 1 คลื่น แต่สามารถที่จะอธิบายได้เป็น 2 แนวทางด้วยกัน ลักษณะของคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้ แสดงดังภาพที่ 17



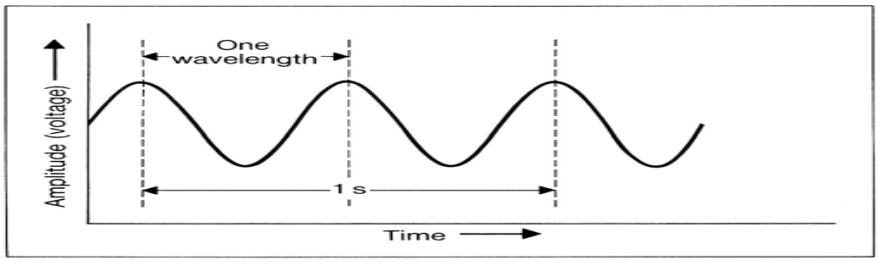
ภาพที่ 17 ลักษณะคลื่นคลื่นไฟฟ้าสมอง

ที่มา: http://www.snipview.com/ q/ EEG/ wave

จากภาพที่ 17 สามารถอธิบายลักษณะของคลื่นได้ 2 ทางด้วยกัน คือ

1. ความสูงของคลื่น (Amplitude) หมายถึง การบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าในขณะที่อยู่ในระดับต่ำของแรงดันไฟฟ้า ฉะนั้น การขยายความกว้างของคลื่นจึงแคบมากเทียบเป็น Microvolts (mV) ที่เป็นแนวขยายกว้างออกของคลื่น ตั้งแต่ 0.5 จนถึง 100 mV. ซึ่ง EEG สามารถบันทึกความกว้างของคลื่นได้ประมาณ 100 ครั้ง แต่น้อยกว่า Electrocardiogram (EKG) ที่สามารถบันทึกได้ประมาณ 1,000 ครั้ง ดังภาพที่ 18

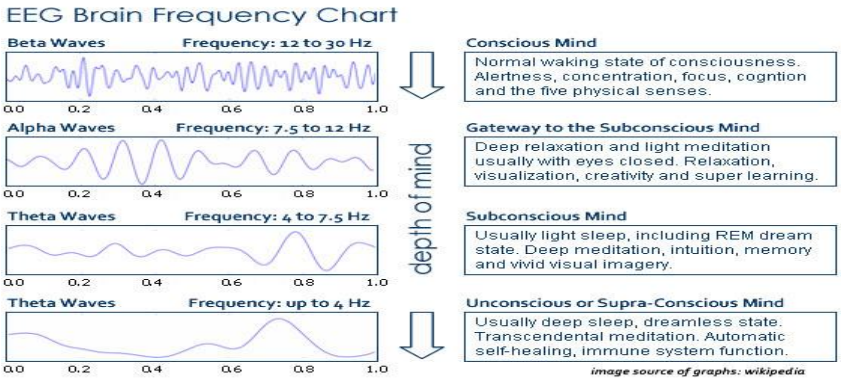
2. ความถี่ของคลื่น (Frequency) หมายถึง รอบการหมุนของคลื่นตั้งแต่เริ่มขยายกว้างออกจนเคลื่อนกลับมาอยู่ในระดับสูงสุดจนถึงต่ำที่สุด ซึ่งความถี่จะวัดเป็น Hertz (Hz) โดยรอบของการหมุนในครั้งที่ 2 อาจจะผันแปรจาก 1 ถึง 30 Hz.



ภาพที่ 18 ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง

ที่มา: http://www.snipview.com/ q/ EEG/ wave

การเปลี่ยนแปลงของคลื่นที่วัดจาก EEG มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระบบ EEG ซึ่งในคลื่นความถี่ที่พบในระบบ EEG มี 4 คลื่นหลักด้วยกัน ดังภาพที่ 19 โดยทั่วไปคลื่นความถี่ต่ำจะแสดงการตอบรับทางพฤติกรรมที่ระดับต่ำ เช่น ขณะนอนหลับและถ้าคลื่นความถี่สูงจะเกิดขึ้นขณะที่กำลังตื่นหรือการทำกิจกรรม



ภาพที่ 19 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมองที่พบในระบบ EEG

ที่มา: http://www.mindbodyspirit.me/ can-brainwave-audio-beats-increase-your-intelligence-and-gpa/

ธรรมชาติของคลื่นหรือจังหวะนั้นไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความคิดหรือการทำกิจกรรมในขณะนั้น ๆ กลุ่มของเส้นประสาทใน Thalamus ซึ่งเป็นตัวกำเนิดจังหวะที่ทำให้เปลี่ยนไปมาในเนื้อเยื่อระบบประสาทจาก Thalamus ไปยัง Cortex ลักษณะคลื่นสมองในรูปแบบต่าง ๆ มีดังนี้ (มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549, หน้า 447-448)

1. มากกว่า 13 ครั้งต่อวินาที เรียกว่า คลื่นเบต้า (Beta) พบได้ในคนที่ตื่นตัว ไม่มีสมาธิมีความเครียด

2. ระหว่าง 8 -13 ครั้งต่อวินาที เรียกว่า คลื่นอัลฟ่า (Alpha) เป็นคลื่นที่เหมาะแก่การทำกิจกรรมธรรมดาอย่างอ่านหนังสือ การผ่อนคลาย เชื่อว่าคลื่นสมองในช่วงคลื่นความถี่นี้ จะมีความสามารถในการรับรู้สูง

3. ระหว่าง 4 - 7 ครั้งต่อวินาที เรียกว่า คลื่นทีต้า (Theta) เป็นคลื่นที่พบได้ในคนที่กำลังเคลิ้มหลับ อาจเป็นลักษณะที่เข้าสมาธิลึก มีความรู้ตัวน้อยกว่าปกติ

4. น้อยกว่า 4 ครั้งต่อวินาที เรียกว่า คลื่นเดลต้า (Delta) พบได้ในผู้ที่มีปัญหาสมอง ผู้ป่วยระดับโคม่า ผู้ป่วยสมองเสื่อม แต่บางครั้งก็พบได้ในผู้ที่ฝึกสมาธิระดับลึกมาก

คลื่นอัลฟ่า (Alpha) ที่มีความถี่ประมาณ 8-13 เฮิรตซ์ สัญญาณนี้จะวัดได้ง่ายเมื่อหลับตาและทำจิตใจให้ผ่อนคลาย สัญญาณในช่วงความถี่นี้จะคล้ายกับสัญญาณอีอีจี (EEG) ประเภทหนึ่งที่เรียกว่า มิวริทึม (Mu, μ-rhythm) ซึ่งเป็นสัญญาณที่เกี่ยวกับการสั่งการเคลื่อนไหวของมือและแขนจากสมองส่วนที่เรียกว่า มอเตอร์คอร์เทค (Motor Cortex) เมื่อสมองคิดอยากจะเคลื่อนไหว อวัยวะจะทำให้สัญญาณนี้มีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นและแรงดันจะลดลงเมื่อเกิดการเคลื่อนไหวไปแล้ว

คุณสมบัติของคลื่นอัลฟ่า (Alpha Wave) เป็นคลื่นสมองที่มีความถี่ 8-13 รอบต่อวินาที คลื่นสมองนี้เกี่ยวพันกับสภาวะความเงียบ สภาวะภายในจิต สภาวะอารมณ์สะท้อนกลับ ซึ่งภาวะนี้อยู่ในภาวะที่มนุษย์เปิดใจที่จะตั้งใจทำสิ่งต่าง ๆ ในภาพรวมของสิ่งนั้นไม่จำเพาะจุดใดจุดหนึ่ง ถ้าในสภาวะคลื่นเบต้า (Beta) การโฟกัสหรือกำหนดจะมองเห็นต้นไม้ แต่ถ้าเป็นในสภาวะอัลฟ่าจะมองเห็นเป็นลักษณะป่า ซึ่งเป็นที่รวมของต้นไม้มากมาย จากการรายงานผลการวิจัย Alpha Sleep Report ปรากฏว่า สภาวะนี้อยู่ในสภาวะที่ไม่ใช่การนอนหลับและมิใช่สภาวะที่ตื่นตัว จะอยู่ในสภาวะกึ่งกลางของการหลับและการตื่น ภายใต้สภาวะการคิดคำนึงของจิตใจ ซึ่งอยู่ในภาวะที่มนุษย์มีความใส่ใจ มีความจดจ่อ มีสมาธิในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง คลื่นนี้จะทำให้ร่างกายและจิตใจสงบผ่อนคลาย ทำให้เกิดความจำระยะยาว เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายและรวดเร็ว

เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG Apparatus)

เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ปัจจุบันมีสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองแบบดั้งเดิม (Conventional EEG) ที่ใช้ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองลงบนกระดาษบันทึกต่อเนื่องและเครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บบันทึกสัญญาณและแสดงผล (Digital EEG) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้องค์ประกอบหลักของเครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองได้แก่

1. กล่องต่อขั้ววัดไฟฟ้า (Input Box, Electrode Board หรือ Head Box) เป็นกล่องที่ใช้ต่อเชื่อมขั้ววัดไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง ปัจจุบันเป็นขั้วชนิดปลอดภัยซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าลักษณะฝังลึกเพื่อไม่ให้สัมผัสได้ ขั้วเสียบมักเรียงเป็นรูปศีรษะหรือตารางที่มีชื่อในระบบ 10 - 20 ในกล่องอาจมีเครื่องวัด Impedance อยู่ด้วย สำหรับเครื่อง Digital EEG มักจะรวมตัวขยายสัญญาณและตัวแปลงสัญญาณ Analog to Digital ไว้ในกล่องนี้

2. ตัวเลือกช่องสัญญาณ (Input Selector Switches) เป็นสวิทช์ใช้เชื่อมสัญญาณจากกล่องต่อขั้ววัดเข้ากับเครื่องขยายสัญญาณแต่ละช่อง (Channel) โดยแต่ละช่องขยายสัญญาณจะมีขั้วสองขั้ว เรียกว่า Grid 1 และ Grid 2 ตัวช่องสัญญาณจะช่วยให้สามารถเลือกว่าจะใช้ขั้ววัดใดต่อเชื่อม

เข้ากับ Grid 1 หรือ 2 ของช่องสัญญาณใด ๆ ได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ยังมีตัวเลือกสัญญาณกลาง (Master Switch) ใช้เป็นตัวเชื่อมขั้วไฟฟ้าตามรูปแบบการแสดงผล Montage ที่ต้องการ โดยหมุนหรือกดเพียงครั้งเดียว ส่วนในเครื่อง Digital ไม่มีตัวเลือกช่องสัญญาณ ใช้การเชื่อมสัญญาณแต่ละขั้วัดเข้ากับ Grid 1 ของเครื่องขยายสัญญาณแต่ละช่องแล้วใช้ Software คำนวณการเปลี่ยนรูปแบบของการแสดงผล

3. เครื่องกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน (Calibration) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณเพื่อใช้ทดสอบการทำงานของเครื่องขยายสัญญาณ เครื่องกรองสัญญาณและการแสดงผล โดยมีสัญญาณต่างชนิดต่างขนาดในการทดสอบ

4. เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifiers) ทำหน้าที่สองอย่าง คือ คัดเลือกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองออกจากสัญญาณรบกวนและขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

5. เครื่องกรองสัญญาณ (Filters) ทำหน้าที่ลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ตรงกับที่ระบุไว้ลง เนื่องจากคลื่นไฟฟ้าสมองโดยเฉลี่ยมีความถี่อยู่ในช่วง 1-30 Hz. ยกเว้น Spike หรือ Sharp Wave จะมีความถี่สูงกว่า ความเข้าใจในเรื่องนี้จะช่วยอธิบายการเลือกใช้เครื่องกรองสัญญาณที่เหมาะสมเครื่องกรองสัญญาณสามารถสร้างด้วยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อกรองสัญญาณจริง เรียกว่า Analog Filter ส่วนการสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อกรองสัญญาณที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณ Digital แล้ว เรียกว่า Digital Filter

6. เครื่องแสดงผล (Pen Writing Unit) คือ เครื่องมือที่บันทึกสัญญาณลงบนกระดาษบันทึกต่อเนื่อง ที่นิยมใช้กัน คือ Oscillographic Pen ซึ่งประกอบจากด้ามปากกายึดติดอยู่บนขดลวดที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก (Galvanometer) ปากกาดังกล่าวมีขดลวดสปริงดึงปากกาให้กลับมาสู่จุดกึ่งกลาง เมื่อสัญญาณไฟฟ้าผ่านขดลวด ปากกาจะขยับขึ้นลงตามสัญญาณ ทำให้ปากกาที่มักมีท่อหมึกอยู่ที่ปลายปากกาเขียนคลื่นลงบนกระดาษบันทึกต่อเนื่องได้ นอกจาก Oscillographic Pen นอกจากนี้ ยังมีการใช้เครื่องมืออื่น เช่น กระดาษไวความร้อน (Thermal Paper) Inkjet Printer และแสดงผลเป็นแผ่นกระดาษพิมพ์ครั้งละแผ่นโดย Laser Printer เป็นต้น

7. การแปลงสัญญาณและการแสดงผลในเครื่อง Digital EEG (Analog to Digital Conversion) เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในปัจจุบันได้พัฒนาจากระบบดั้งเดิมมาเป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการบันทึกและแสดงผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ข้อแตกต่างที่สำคัญของ Digital EEG และเครื่อง EEG ดั้งเดิม (Analog EEG) คือ Digital EEG ใช้การบันทึกสัญญาณจากทุก ๆ ขั้ววัดไฟฟ้าพร้อมกัน โดยเทียบกับจุดอ้างอิงเดียวกัน แล้วจึงนำสัญญาณไปจัดรูปแบบการแสดงผล (Montage) ที่ต้องการในภายหลัง ดังนั้นจึงสามารถปรับขนาดการแสดงผล และนำไปวิเคราะห์ภายหลังได้สะดวก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการแปลงสัญญาณจาก Analog ไปเป็น Digital คือ

7.1 อัตราการวัดสัญญาณ (Sampling Rate) ต้องทำได้อย่างน้อยเป็นสองเท่าของความถี่สูงสุด จึงจะสามารถทำให้การแสดงผลคงสภาพรูปสัญญาณเดิมได้อย่างถูกต้อง ถ้าสัญญาณที่แสดงผลผิดไป เช่น เป็นคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความเป็นจริง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่า Aliasing ในทำนองเดียวกันเมื่อ Sampling Rate สูงพอทำให้ได้สัญญาณที่ถูกต้อง การกำหนดค่าในการหน่วงเวลา (Dwell Time) ตามปกติ EEG จะถูกสุ่มที่ 200 Hz.

7.2 ความละเอียดของสัญญาณที่วัดได้แต่ละค่า (Bit Number) ในทางปฏิบัติกำหนดให้มีการสุ่มสัญญาณอย่างน้อย 2 ยกกำลัง 12 = 4096 ระดับ

7.3 ช่วงที่เหมาะสมของสัญญาณ เป็นช่วงของสัญญาณที่ขยายแล้วกับเรื่องแปลงสัญญาณ (Input Voltage Range) จะต้องไม่มีการสูญหายของสัญญาณแสดงผล ในเครื่อง Digital EEG ใช้การคำนวณเพื่อสร้างรูปคลื่นตามรูปแบบของการแสดงผลที่ต้องการ (Montage Reformatting) เนื่องจาก Digital EEG เก็บสัญญาณในรูปแบบที่ให้ Grid ของทุกช่องขยายต่อเชื่อมกับขั้ววัดไฟฟ้าตำแหน่งเดียวกัน (Common Electrode Reference) ดังนั้น จึงสามารถแสดงผลตามรูปแบบที่ต้องการได้โดยไม่จำกัด

รูปแบบการแสดงผล (Montage)

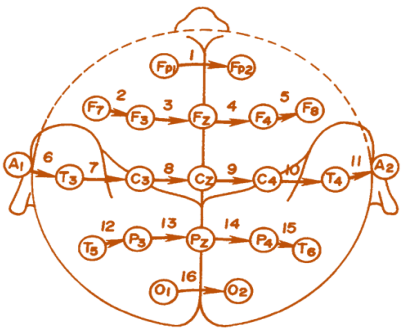
การอ่านคลื่นไฟฟ้าสมองมีหลักการสำคัญ คือ สร้างการแผ่กระจายของสัญญาณบนหนังศีรษะ (Distribution of The Electrical Signal Over The Scalp) เนื่องจากวิธีการวัด EEG นั้นเป็นการเปรียบเทียบ Grid 1 และ Grid 2 สัญญาณอาจเข้ามาได้ทั้งสองขั้ว ดังนั้น จึงอาศัยการจัดรูปแบบแสดงผลเพื่อนำข้อมูลจากคลื่นไฟฟ้าสมองหลาย ๆ ช่องมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประมาณการแผ่กระจายของสัญญาณบนหนังศีรษะ ในทางปฏิบัติมีการจัด Montage เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Bipolar Montage สร้างโดยการต่อขั้ววัดไฟฟ้าบนหนังศีรษะจากจุดที่เป็น Active Point เข้ากับ Grid 1 และ Grid 2 ของแต่ละช่องขยายสัญญาณเรียงเป็นแนวหน้าไปหลัง (Longitudinal Bipolar Montage) เป็นแนวขวาง (Transverse Bipolar Montage) การจัดแบบแสดงผลวิธีนี้จะหักลบสัญญาณที่เหมือนกันในขั้ววัดไฟฟ้าข้างเคียง จึงสามารถแสดงสัญญาณจากค่าผลต่างของคู่ขั้ววัดไฟฟ้า ทำให้เห็นสัญญาณที่มีขนาดไม่ใหญ่มากกระจายออกมาเฉพาะที่ดี จำเป็นต้องอ่านข้อมูลจากสองแนวเป็นอย่างน้อย เพื่อให้ได้ตำแหน่งแผ่กระจายคลื่นไฟฟ้าสมองที่แน่นอน

2. Reference Montage สามารถจัดได้หลายแบบ ในทางปฏิบัติจัดให้ Grid 2 ของทุกช่องขยายสัญญาณ (Channels) ต่อรวมกันที่ขั้ววัดไฟฟ้าเดียว (Common Electrode Reference Montage) ในตำแหน่งที่ไม่กระทบต่อสัญญาณที่จะทำการศึกษา เช่น ที่ติ่งหู คอ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะหาตำแหน่งที่ไม่ถูกรบกวนโดยสมบูรณ์นั้นทำไม่ได้ การแสดงผลนี้ช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดเป็นบริเวณกว้าง เด่นชัด ข้อควรระวัง คือ อาจมีสัญญาณที่เข้ามารบกวนคลื่น Reference ไปปรากฏทุกช่องสัญญาณ เรียกว่า Reference Contamination มีการดัดแปลงโดยนำขั้ววัดไฟฟ้าหลายขั้วรวมกัน เรียกว่า Average Reference Montage หรือ Weighted Reference Montage ด้วยการต่อความต้านทานสูง ๆ เข้าขั้ววัด Reference เป็นต้น

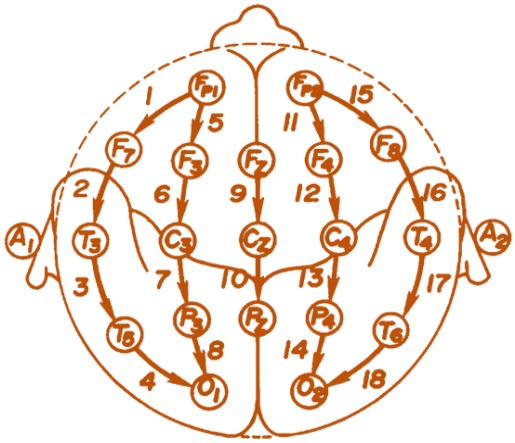
การจัดวางรูปแบบแสดงผล (Montage Design)

1. การจัดวางรูปแบบแสดงผล แบบการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา



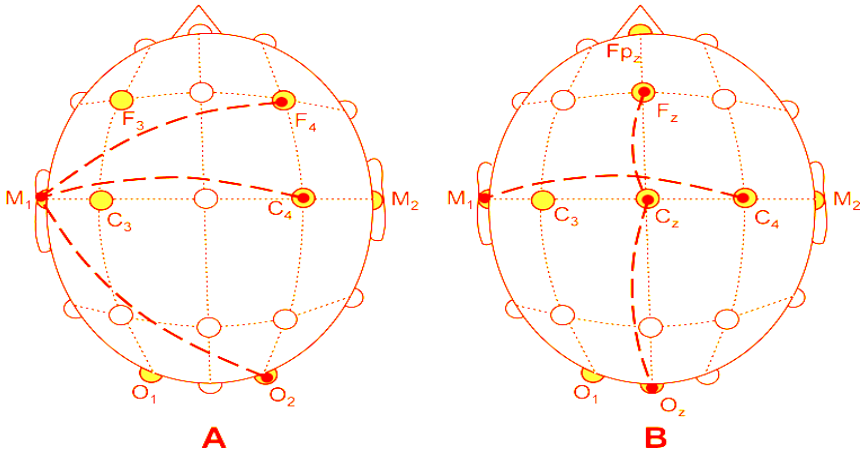
ภาพที่ 20 การจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา (Vaughn & Giallanza, 2008, p. 1311)

2. การจัดวางรูปแบบแสดงผล แบบการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง



ภาพที่ 21 การจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง (Vaughn & Giallanza, 2008, p. 1311)

3. การจัดวางรูปแบบแสดงผล แบบการจัดเรียงขั้ววัดไฟฟ้าให้เป็นไปตามกายวิภาค



ภาพที่ 22 การจัดวางเรียงขั้ววัดไฟฟ้าตามกายวิภาค (Vaughn & Giallanza, 2008, pp. 1313)

4. การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10-20 (International 10-20 System of Electrode Placement) เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้าตามมาตรฐานของ American EEG Society หลักการวางที่ใช้คือ การใช้ระยะระหว่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตารางที่มีการตัดกันที่ 10-20% ของระยะแต่ละเส้นที่วัด เพื่อวางขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น ๆ The Ten-Twenty System หรือ The International 10-20 System of Electrode Placement เป็นวิธีปฏิบัติการเพื่อหาตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้าตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ แล้วแบ่งส่วนออกเป็น 10% และ 20% (ระยะที่วัดได้แต่ละเส้นคิดเป็น 100%) ตัวเลข 10-20 หมายถึงตำแหน่งวางขั้ววัดแต่ละจุดถูกกำหนดให้วางอยู่บนจุดแบ่งตัดกันที่ 10% หรือ 20% ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ

การวัดความใส่ใจและศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

วิธีการวัดความใส่ใจที่นำมาใช้ในการวิจัยมีหลากหลายประเภท ทั้งแบบทดสอบที่เป็นกระดาษและการทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นมีการนำเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ซึ่งเป็นการวัดทางชีววิทยา การวัดทางกายวิภาคและทางสรีรวิทยาของสมองที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ ซึ่งแบบทดสอบทางจิตวิทยาไม่สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าสมองส่วนใดที่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนการใช้เทคนิควิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมอง ซึ่งมีหลายวิธี เช่น Positron Emission Tomography (PET) การถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance imaging: MRI) และ Magnetoencephalography (MEG) (Ahveninena et al., 2011, pp. 4182-4187) เป็นต้น ข้อดีของวิธีการเหล่านี้ คือ สามารถให้รายละเอียดทางพื้นที่ได้ดี (Spatial Resolution) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์บริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงภายในสมอง แต่เนื่องจากวิธีการเหล่านี้ มีข้อจำกัดทางด้านการตอบสนองทางเวลาที่ช้า การติดตั้งเครื่องมือใช้เวลานาน จำกัดด้านพื้นที่สำหรับการทำกิจกรรมในการทดลอง ส่วนการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณเปลือกนอกของสมอง ซึ่งสามารถวัดการตอบสนองทางเวลาของคลื่นไฟฟ้าสมองได้อย่างรวดเร็ว (ระดับมิลลิวินาที) และสามารถกำหนดกิจกรรมการทดลองได้หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวกับความใส่ใจ วิธีการวัดการความใส่ใจที่นำมาใช้ เช่น

1. แบบทดสอบทางจิตวิทยาที่ใช้วัดความใส่ใจ ได้แก่ ดีทูเทสต์ (D2 Test) ใช้วัดความใส่ใจต่อสิ่งกระตุ้นและการยับยั้งสิ่งรบกวน โดยแบบทดสอบมีตัวอักษรทั้งหมด 14 แถว ซึ่งแต่ละแถวมีตัวอักษรจำนวน 47 ตัวผสมกันด้วยวิธีการสุ่ม แต่ละแถวให้เวลา 20 วินาที ในการขีดเส้นคู่ใต้หรือเหนือตัวอักษร D เท่านั้น (Budde, Voelcker- Rehage, Pietrabyk- Kendziorra, Ribeiro, & Tidow, 2008, pp. 219-223)

2. การทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้ ได้แก่

2.1 Attention Network Test (ANT) ที่ประกอบด้วย การตื่นตัว (Alertion) การกำหนดตำแหน่ง (Orienting) และการแก้ปัญหาความขัดแย้ง (Conflict Resolution) โดยให้ตอบสนองต่อลูกศรที่เป็นเป้าหมายซึ่งอยู่ตรงกลางว่าชี้ไปทางเดียวหรือตรงข้ามกัน (Tang et al., 2007, pp. 17152-17156)

2.2 อินเตอร์เฟอเรนต์พาราไดม์ (Interference Paradigm) เป็นการตอบสนองต่อการแยกแยะ (โดยการกดปุ่มซ้ายกับกดปุ่มขวา) ต่อสิ่งกระตุ้นหนึ่ง โดยไม่ใส่ใจสิ่งกระตุ้นอื่น ๆ สำหรับกิจกรรมความขัดแย้ง (Conflict Tasks)

2.3 การทดสอบสตรูปเทสต์ (Stroop Test) เป็นการกำหนดมาให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองต่อสิ่งที่เหมือนกันหรือตรงข้ามกับเป้าหมาย

2.4 กิจกรรมออดบอล (Oddball) ผู้ถูกทดลองจะได้รับการแนะนำให้ใส่ใจสิ่งที่ไม่ค่อยปรากฏ (เป้าหมาย) และไม่ใส่ใจสิ่งที่ปรากฏบ่อย (ไม่ใช่เป้าหมาย) (Ridderinkhof & Van der Stelt, 2000, pp. 55-106) เช่น งานวิจัยของ Hillman, Castelli and Buck (2009) ศึกษาสมรรถภาพทางกายและการทำงานของกระบวนการรู้คิดทางประสาทวิทยาในกลุ่มเด็กวัยรุ่น กลุ่มทดลองที่ใช้ในการศึกษา คือ เด็กวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ตอนต้น จำนวน 24 คน ใช้การทดสอบที่เรียกว่า วิชวลออดบอลพาราไดม์ (Visual Oddball Paradigm) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองและสัญญาณไฟฟ้าของสมอง (Neuroelectronic) โดยผู้ถูกทดลองตอบสนองต่อเป้าหมาย ขณะที่ไม่รับรู้ต่อสิ่งที่ไม่ใช่

เป้าหมายแล้วนำเวลาการตอบสนองและความถูกต้องมาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (Hillman, Castelli, & Buck, 2009, pp. 1967-1974)

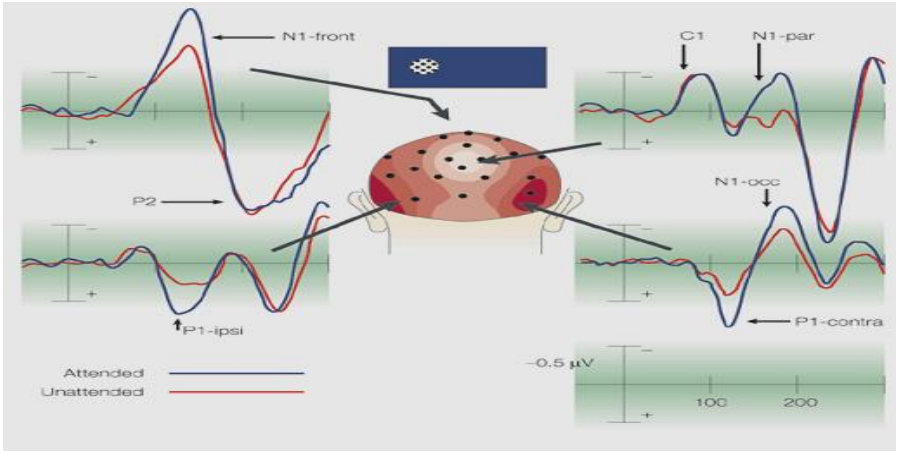
Attention Network Test (ANT) มีข้อดี คือ เป็นการทดสอบที่สามารถใช้ได้กับคนทั่วไป ไม่เฉพาะผู้ป่วยเท่านั้นและเป็นการทดสอบที่สามารถวัดความใส่ใจได้ทั้งสามแบบ ให้ค่าความถูกต้องได้ในระหว่าง 95 - 99% จากการใช้ค่าเวลาปฏิกริยา (Reaction Time) จากการทดลองถ่ายภาพการทำงานของสมอง ที่สามารถระบุรูปแบบการกระตุ้นและการตอบสนองทางพฤติกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดการตรวจสอบที่เด่นชัดแต่ละมิติของความใส่ใจและแบบทดสอบความใส่ใจ สามารถใช้ได้กับองค์ความรู้ทางคลินิก เช่น ในผู้ป่วยจิตเภท (Neuhaus et al., 2010, pp. 72-79) ผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบความใส่ใจ เพื่อวัดความใส่ใจในงานวิจัยนี้และใช้เทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณเปลือกสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERPs)

ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์มีการนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับความใส่ใจตั้งแต่ปี ค.ศ.1960 (Eason, Harter, & White, 1969, pp. 283-289) ERPs เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่ถูกกำหนดช่วงเวลาให้ตรงกับเหตุการณ์ ซึ่งโดยปกติจะใช้สิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้น (Stimuli) จากภายนอกและการตอบสนองของผู้รับการทดสอบ (Picton & Hillyard, 1988 Cited in Kotchoubey, 2006, pp. 42-65) ซึ่งศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์นี้ อาจมาก่อนหรือหลังการเกิดของเหตุการณ์ก็ได้ โดยเป็นการตอบสนองในช่วงแคบ ๆ โดยปกติที่ใช้บ่อย จะเป็นคลื่นค่าบวกและลบที่เกิดอย่างรวดเร็วตามหลังการกระตุ้น ซึ่งใช้เวลาเป็นมิลลิวินาที การบันทึกศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์สามารถวัดค่าได้ทั้งทางโดเมนเวลา (Time Domain) และโดเมนความถี่ (Frequency Domain) แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้โดเมนเวลา ซึ่งหมายถึงรูปแบบของคลื่น (Waveform) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าตามเวลา รูปแบบของคลื่นนี้ประกอบด้วยศักย์ไฟฟ้าภายนอก (เป็นการตอบสนองที่วัดจากลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์จริง) และศักย์ไฟฟ้าภายใน (ข้อมูลที่ปรากฏชัดเจนในสมองซึ่งอาจจะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์จริงนั้นก็ได้) ที่ต่อเนื่องกันไป (Picton et al., 2000, pp. 127-152)

ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์มีรูปแบบของคลื่นหลัก คือ คลื่นทางบวก (แทนด้วยตัวอักษร P) และคลื่นทางลบ (แทนด้วยตัวอักษร N) และระบุตัวเลขตาม เช่น N1 หมายถึง ยอดคลื่นลำดับแรกมีค่าเป็นลบ P2 หมายถึง ยอดคลื่นลำดับที่สองมีค่าเป็นบวก เป็นต้น แต่ถ้ามองในแกนทางเวลาสามารถระบุระยะเวลาที่พบยอดคลื่นหลังจากสิ่งเร้าปรากฏ เช่น P300 หมายถึง เป็นคลื่นทางบวกที่พบเมื่อเวลาผ่านไป 300 มิลลิวินาที หลังจากที่สิ่งเร้าปรากฏขึ้น ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ถูกใช้ในการศึกษากระบวนการทางสมองด้วยเหตุผลหลายประการ ประการแรก เป็นการให้คำตอบที่ดีในเรื่องของเวลา สามารถช่วยในการศึกษาวิถีทางเวลาของกระบวนการทางสมองว่า เกิดขึ้นในเวลาใด ประการที่สอง มีความเป็นไปได้ในการบันทึกศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ แม้ว่ากิจกรรมนั้นไม่ได้ปรากฏหรือไม่มีการตอบสนองทางพฤติกรรมตามที่ต้องการ (Calabria, 2008, p. 20) ERPs จึงใช้เป็นเครื่องมือที่แม่นยำในการบันทึกความละเอียดของเวลา (มิลลิวินาที) จากกิจกรรมสรีรวิทยาของสมองเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า (Electrophysiological) ที่บริเวณหนังศีรษะอันเกิดจากปฏิกิริยาที่ทำงานพร้อมกัน (Synchronous Activation) ของระบบประสาทหลาย ๆ ตำแหน่งในการตอบสนองต่อระบบประสาทสัมผัส การเคลื่อนไหวหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Ibanez et al., 2012, pp. 632-649)

การศึกษาเรื่อง Event-Related Brain Potentials in The Study of Visual Selective Attention ของ Hillyard & Anllo-Vento (2008) ใช้การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน ด้วยการใช้กิจกรรมกระตุ้นความใส่ใจ (Attention Task) เป็นแสงไฟกระพริบอย่างรวดเร็วแสดงที่ทิศทางซ้ายหรือขวา จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการทดลองกดปุ่มเพื่อตอบสนอง ปรากฏว่า การศึกษาดังกล่าว ได้แสดงให้เห็นตำแหน่งและการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแรงดันไฟฟ้า (Voltage Deflections) ของการใส่ใจและไม่ใส่ใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง ซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่ประมาณ 50 มิลลิวินาที หลังจากเริ่มได้รับการการกระตุ้นจากสิ่งเร้า ที่สามารถระบุเวลาความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) ที่คลื่น C1 ช่วงเวลา 50-90 มิลลิวินาที คลื่น P100 ช่วงเวลา 80-130 มิลลิวินาที และคลื่น N100 ช่วงเวลา 120-200 มิลลิวินาที โดยลักษณะความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 (80-130 มิลลิวินาที) ปรากฏทั้งสองด้านของหนังศีรษะบริเวณท้ายทอย (Contra and Ipsilateral Occipital Scalp: Contra-IPSI) และพบความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง N100 (120-200 มิลลิวินาที) ในบริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal: Front) กลีบสมองด้านข้างตอนบน (Parietal: PAR) และบริเวณสมองกลีบท้ายทอย (Occipital: OCC) ของบริเวณเปลือกหนังศีรษะ (Hillyard & Anllo-Vento, 2008, pp. 781-787) สอดคล้องกับการศึกษาของ Herrmann and Knight (2010) ที่ศึกษาความใส่ใจที่เกี่ยวกับการตอบสนองของสมองที่เกิดจากการมองเห็น ปรากฏว่ามีสมองหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงได้จากการศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) โดยคลื่นไฟฟ้าสมองที่พบการเกิดก่อน คือ P100, N100 และพบที่ P300 ในระยะการเกิดต่อมา ซึ่งปรากฏว่า คลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงอัลฟ่ามีความสัมพันธ์กับความใส่ใจ (Herrmann & Knight, 2010, pp. 465-476) ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากสิ่งเร้าจากการมองเห็น (Hillyard & Anllo-Vento, 2008, p. 782)

สำหรับวิธีการพื้นฐาน 2 วิธี ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมความใส่ใจของมนุษย์ คือ 1) วิธีการอธิบายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Approach) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับพฤติกรรม เช่น การตรวจสอบจากความเร็วหรือความถูกต้องในการตอบสนอง และ 2) วิธีอธิบายเชิงสรีรวิทยา

(Physiological Approach) ที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของสมองและพฤติกรรมการตอบสนอง เช่น ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในช่วงระยะเวลาของการเกิดศักย์ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Goldstein, 2008, pp. 1062-1069)

กล่าวโดยสรุปการวัดความใส่ใจ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบทดสอบ การวิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมองและการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของเปลือกสมอง สำหรับงานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ (Attention Network Test) ของ Fan et al. (2002) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นร่วมกับการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณเปลือกสมองขณะทำกิจกรรม ที่เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยการกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างใส่ใจและตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย ด้วยการตอบสนองภายในระยะเวลาที่กำหนดอย่างรวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงใน 2 ประเด็น คือ 1) การเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรม (Behavior) ได้แก่ ความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา และ 2) การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง ได้แก่ ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรม

งานวิจัยการเคลื่อนไหวของตากับคลื่นไฟฟ้าสมองและความใส่ใจ

Christman et al. (2003) ได้ศึกษาผลการเคลื่อนไหวของตา เป็นเวลา 30 วินาที 5 แบบ คือ 1) การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Saccadic) ในแนวนอน 2) การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วในแนวตั้ง 3) การเคลื่อนไหวของตาแบบช้า (Pursuit) ในแนวตั้ง 4) การเคลื่อนไหวของตาแบบช้าในแนวนอน และ 5) การไม่เคลื่อนไหวของตา ปรากฏว่าการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วในแนวนอน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความถูกต้อง (Memory Accuracy) และลดความผิดพลาดการจำ (False Memory) ของความจำขณะปฏิบัติงาน (Working Memory) (Christman et al., 2003, pp. 221-229)

Rueda et al. (2005) ได้ศึกษาเรื่อง Training, Maturation, and Genetic Influences on The Development of Executive attention ด้วยการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในฝึกการบริหารความใส่ใจ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของความใส่ใจในเด็ก อายุระหว่าง 4-6 ปี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมให้ดูวิดีโอเกี่ยวกับการควบคุมบังคับทิศทางในวีดีโอและกลุ่มทดลองได้รับการฝึกให้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้คันบังคับควบคุมทิศทางในวีดีโอ เป็นระยะเวลา 5 วัน ปรากฏว่า กลุ่มที่ทดลองมีการพัฒนาการจัดการความใส่ใจและไอคิวดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccomanno, & Posner, 2005, pp. 14931-14936)

Tang et al. (2007) ได้ศึกษาการฝึกสมาธิระยะสั้นเพื่อพัฒนาความใส่ใจ ในกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 80 คน เป็นชาย 44 คนและหญิง 36 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีที่เรียกว่า Integrative Body–Mind Training (IBMT) ระยะเวลา 5 วัน ๆ ละ 20 นาทีต่อวัน กลุ่มควบคุมใช้ข้อมูลจากซีดีที่เกี่ยวกับการผ่อนคลายร่างกายในระยะเวลาเท่ากัน ทั้งสองกลุ่มต้องทำแบบทดสอบ Attention Network Test (ANT) ก่อนและหลังการฝึกการตรวจระดับคอร์ติซอล ใน 3 ช่วง คือ ช่วงพัก ช่วงหลังทำแบบทดสอบและช่วงหลังการฝึก 20 นาที ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความใส่ใจและการควบคุมตนเองด้านความเครียดได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของคะแนนความถูกต้องได้ดีกว่า มีระดับของคอร์ติซอลลดลงและปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม (Tang et al., 2007, pp. 17152-17156)

Johnson et al. (2007) ได้ศึกษาเรื่อง Extensive Television Viewing and The Development of Attention and Learning Difficulties during Adolescence มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของการดูโทรทัศน์กับผลการศึกษาความใส่ใจและสติปัญญาของช่วงวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 678 ครอบครัว ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่ดูโทรทัศน์มากกว่า 1 โมงต่อวัน มีปัญหาสำหรับการทำการบ้านให้เสร็จสิ้น มีทัศนคติเชิงลบต่อโรงเรียน มีผลการเรียนที่ไม่ดี แต่ถ้าดูโทรทัศน์มากกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน มีความเสี่ยงสูงต่อปัญหาความใส่ใจและความยากลำบากในการเรียนรู้ (Johnson, Cohen, Kasen, & Brook, 2007, pp. 480-486)

Lyle, Logan and Roediger (2008) ทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้าง (Saccades) ตามการเคลื่อนที่ของแสงไฟที่กระพริบ (Flashing Dot) เป็นเวลา 30 วินาที ปรากฏว่า มีการเรียกคืนความจำได้ดีกว่าการมองไฟที่กระพริบแต่ไม่เคลื่อนที่ (Stationary Dot) ที่เรียกการค้นพบนี้ว่า Saccade-Induced Retrieval Enhancement (SIRE) การเคลื่อนไหวของตาซ้ายและขวาจะมีผลต่อสมองโดยที่การเคลื่อนไหวของตาซ้ายจะมีผลต่อสมองซีกขวาและการเคลื่อนไหวของตาขวาจะมีผลต่อสมองซีกซ้าย จากการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalographic: EEG) ในระหว่างการเคลื่อนไหวของตาอย่างรวดเร็วของคนขณะหลับ (Rapid Eye Movement: REP) ปรากฏว่า มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้าง สามารถเพิ่มการตอบสนองทางระบบประสาทและการทำงานร่วมกันของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา (Lyle, Logan, & Roediger, 2008, pp. 515-520)

Parker, Buckley and Dagnall (2009) ได้ศึกษาเรื่อง Reduced Misinformation Effects Following Saccadic Bilateral Eye Movements กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา จำนวน 72 คน ของ Manchester Metropolitan University ประเทศอังกฤษ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว 3 ลักษณะ คือ การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วแนวนอน (Bilateral Eye Movements) การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วแนวตั้ง (Vertical Eye Movements) และการไม่เคลื่อนไหวของตา (No Eye Movements) เป็นเวลา 30 วินาที ก่อนทำกิจกรรมการจำภาพเหตุการณ์และคำศัพท์ ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วแนวนอน ช่วยความเพิ่มความถูกต้องของการจำและการลดจำนวนของข้อมูลที่ผิดพลาด (Decreased The Magnitude of Misinformation) (Parker, Buckley, & Dagnall, 2009, pp. 89-97)

Organ (2010) ได้ศึกษาเรื่อง Exercise in Schools Can Help Children Pay Attention in The Classroom กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1000 คน ที่มีอายุระหว่าง 17-19 ปี ด้วยวิธีการออกกำลังกายหลังจากรับประทานอาหารกลางวันของทุกวัน โดยใช้เวลาในการออกกำลังกายประมาณ 30 นาที ประกอบกับการใช้ท่าทางที่สลับกัน เช่น แตะมือสลับไปที่หัวไหล่สลับไปมากับเพื่อนเป็นหรือการใช้มือเท้าเอวและขยับเท้าซ้าย ขวา จำนวน 8 ครั้ง ร่วมกับการเคลื่อนไหวของตาไปมาเป็น ใช้ระยะเวลาสองสัปดาห์ ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลการทดสอบในชั้นเรียนที่ดีขึ้น แต่กลุ่มตัวอย่างบางส่วน มีอาการหลับในระหว่างการเรียน หลังจากออกกำลังกาย (Organ, 2010, pp. 220-245)

Swing et al. (2010) ได้ศึกษาเรื่อง Television and Video Game Exposure and The Development of Attention Problems ที่ศึกษาวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่ตอนต้น จำนวน 1,323 คน เป็นเวลา 13 เดือน ปรากฏว่า การดูโทรทัศน์และเล่นวิดีโอเกม มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาความใส่ใจที่

เพิ่มขึ้น ด้วยใช้แบบรายงานของครูผู้สอนและการรายงานตนเอง ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Gentile et al. (2012) ที่ปรากฏว่า เนื้อหาของเกมที่มีความรุนแรงยิ่งจะมีผลกระทบเป็นพิเศษเกี่ยวกับปัญหาความใส่ใจและความหุนหันพลันแล่น แต่สิ่งที่สำคัญคือเวลาที่อยู่กับวิดีโอเกมนั้น เป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาอย่างมีนัยสำคัญ (Swing, Gentile, Anderson, & Walsh, 2010, pp. 214-221; Gentile, Swing, Lim, & Khoo, 2012, pp.62-70) และผลสำรวจพฤติกรรมกลุ่มผู้ใช้ดิจิตอลชาวไทย ที่ระบุว่า โทรศัพท์มือถือเป็นช่องทางสำคัญที่สุดในการเข้าถึงโลกอินเทอร์เน็ตของประชากรไทย โดยผลสำรวจนี้ยังเผยให้เห็นว่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ใช้เวลากว่า 3.1 ชั่วโมงต่อวันกับโทรศัพท์มือถือในการรับข้อมูลข่าวสารรวมทั้งการเล่นเกม (ไทยรัฐออนไลน์, 2557) นอกจากนี้ การสำรวจการมีและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในครัวเรือนของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า กลุ่มวัยรุ่นที่มีอายุระหว่าง 15-24 ปี มีสัดส่วนการใช้อินเทอร์เน็ตสูงกว่ากลุ่มอื่น จากร้อยละ 39.7 ในปี 2550 เป็นร้อยละ 51.9 ในปี 2554 โดยวัยรุ่นไทยมีการใช้อินเทอร์เน็ตสูงถึง 3.1 ชั่วโมงต่อวัน ในการเล่นเกมออนไลน์ผ่านคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ รวมทั้งเกมอิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาสูงที่สุดในเอเชียและคาดว่าการใช้อินเทอร์เน็ตของกลุ่มวัยรุ่นนี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2556, หน้า 6)

Choi et al. (2011) ได้ศึกษาเรื่อง The Effects of Horizontal Eye Movement on Mental Health Indices and Psychophysiological Activities in Healthy Subjects มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากลไกการเคลื่อนไหวของตาและผลกระทบด้านสุขภาพจิต (Mental Health) รวมทั้งปัจจัยเชิงลบและบวกทางจิตวิทยา การวัดด้านสรีรจิตวิทยา (Psychophysiological) เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเชิงปริมาณ (qEEG) ในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน โดยฝึกการเคลื่อนไหวของตา 14 วัน ในกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าการเคลื่อนไหวของตาช่วยให้มีขนาดของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่า (Alpha Amplitude) เพิ่มขึ้นและขนาดของคลื่นไฟฟ้าสมองเดลต้า (Delta Amplitude) ลดลง (Choi et al., 2011, pp. 148-158)

Schutz et al. (2015) ได้ศึกษาเรื่อง Dynamic Integration of Information About Salience and Value For Smooth Pursuit Eye Movements เป็นการศึกษา การเคลื่อนไหวของตาแบบ Smooth Pursuit Eye Movements ที่กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมองตามการเคลื่อนที่ของจุดที่เรียกว่า Random-Dot kinematogram ที่มีทิศทางการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกัน ซึ่งพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตานั้น จะถูกกำหนดโดยปัจจัยล่างขึ้นบน (Bottom-Up) เช่น ลักษณะเด่นของการมองเห็น และจากปัจจัยจากบนลงล่าง (Top-Down) เช่น สิ่งที่คาดหมายจะมองเห็น ลักษณะที่แตกต่างกันของสัญญาณเหล่านี้ จะต้องมีการทำงานร่วมกันของระบบประสาทในการควบคุมการเคลื่อนไหวของตา ผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองการเคลื่อนไหวของตาแบบ Pursuit จะเกิดหลังจากการเคลื่อนไหวของเป้าหมาย (Latency) 300-400 มิลลิวินาที ซึ่งเป็นวิธีการตอบสนองเช่นเดียวกับการเคลื่อนไหวของตาแบบ Saccades แต่ในการเคลื่อนไหวของตาแบบ Saccades นั้นมีระยะเวลาการตอบสนองที่สั้นกว่า (Schütz, Lossin, & Gegenfurtner, 2015, pp.169-178)

โดยสรุป สภาพปัญหาของกลุ่มตัวอย่างที่จัดเป็นกลุ่มวัยรุ่นตอนปลาย จากการสำรวจการมีและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในครัวเรือนของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ระหว่างปี พ.ศ. 2554-2558 ปรากฏว่า กลุ่มวัยรุ่นไทยที่มีอายุระหว่าง 15-24 ปี ที่มีการใช้และการเข้าถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ส่งผลเสียต่อความใส่ใจและการเรียนรู้ จึงจำเป็นต้องหากิจกรรมหรือวิธีการที่เหมาะสมกระตุ้นการทำงานที่ส่งผลต่อการทำงานของสมอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด (Morris, Sparks, Mitchell,

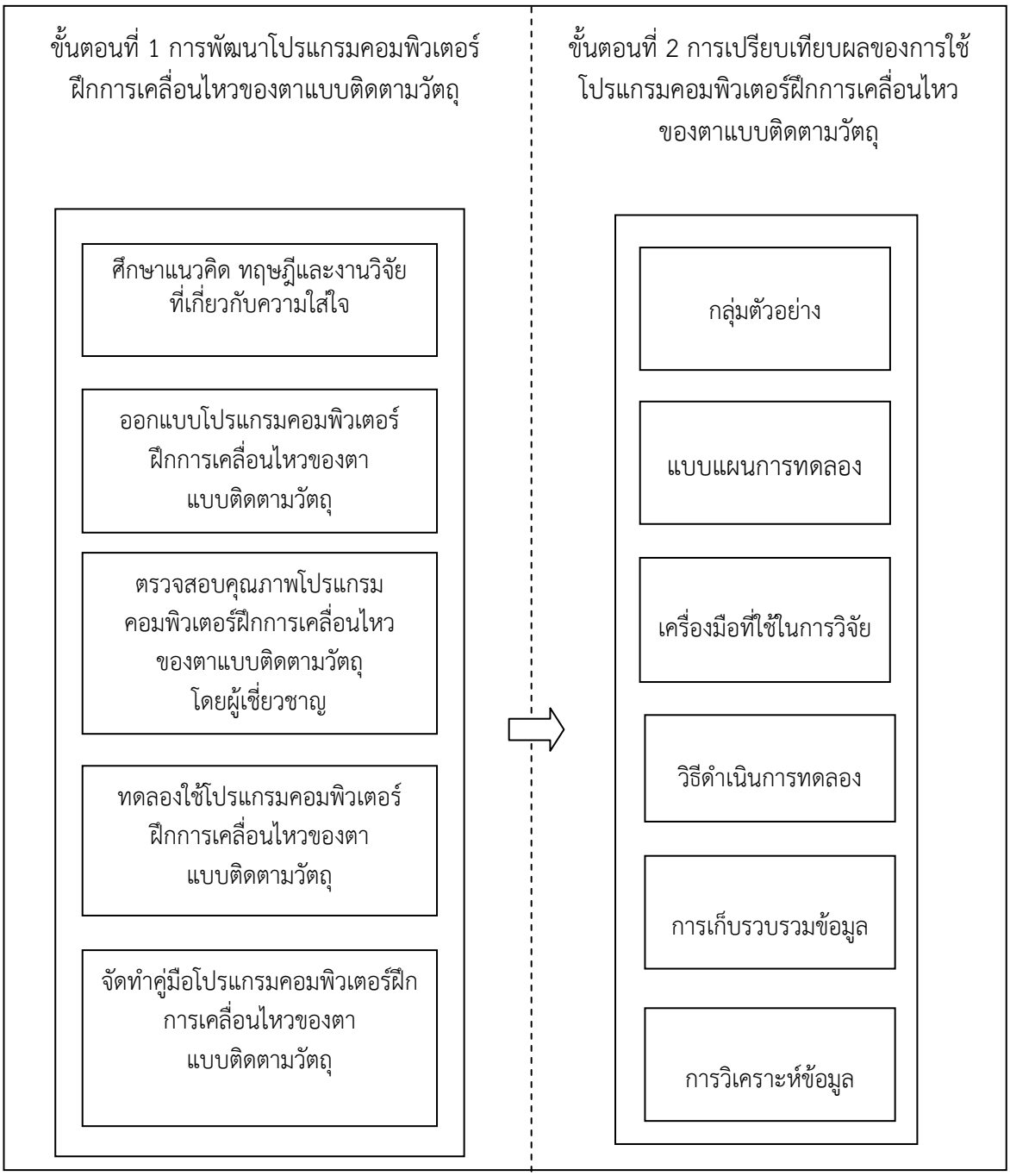
Weickert, & Green, 2012, pp. 1-9) งานวิจัยที่ใช้ในการเพิ่มความใส่ใจ เช่น วิธีการออกกำลังกายแบบต่าง ๆ และการปฏิบัติสมาธิ ข้อด้อยของวิธีการเหล่านี้ คือ มีความยุ่งยากในการปฏิบัติ บางวิธีต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญควบคุมการปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างเกิดความเบื่อหน่ายและหลับในระหว่างนั่งสมาธิ (MacLean et al., 2010, pp. 829–839) การศึกษาการเคลื่อนไหวของตาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับความจำและส่วนมากเป็นการวัดเพียงด้านพฤติกรรมเท่านั้น และจากการศึกษาแบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ มนุษย์ (Model of Human Information Processing) ที่สามารถอธิบายให้เห็นถึงความสำคัญของความใส่ใจ และความจำเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายหลังของกระบวนการความใส่ใจ อีกทั้ง ความใส่ใจยังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของกระบวนการทางปัญญาด้านอื่น ๆ อีกด้วย (Wickens & Carswell, 2006, pp. 1570-1596; Bahrick, 2010, pp. 120-166)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ซึ่งเป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและการทำงานของสมอง มีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

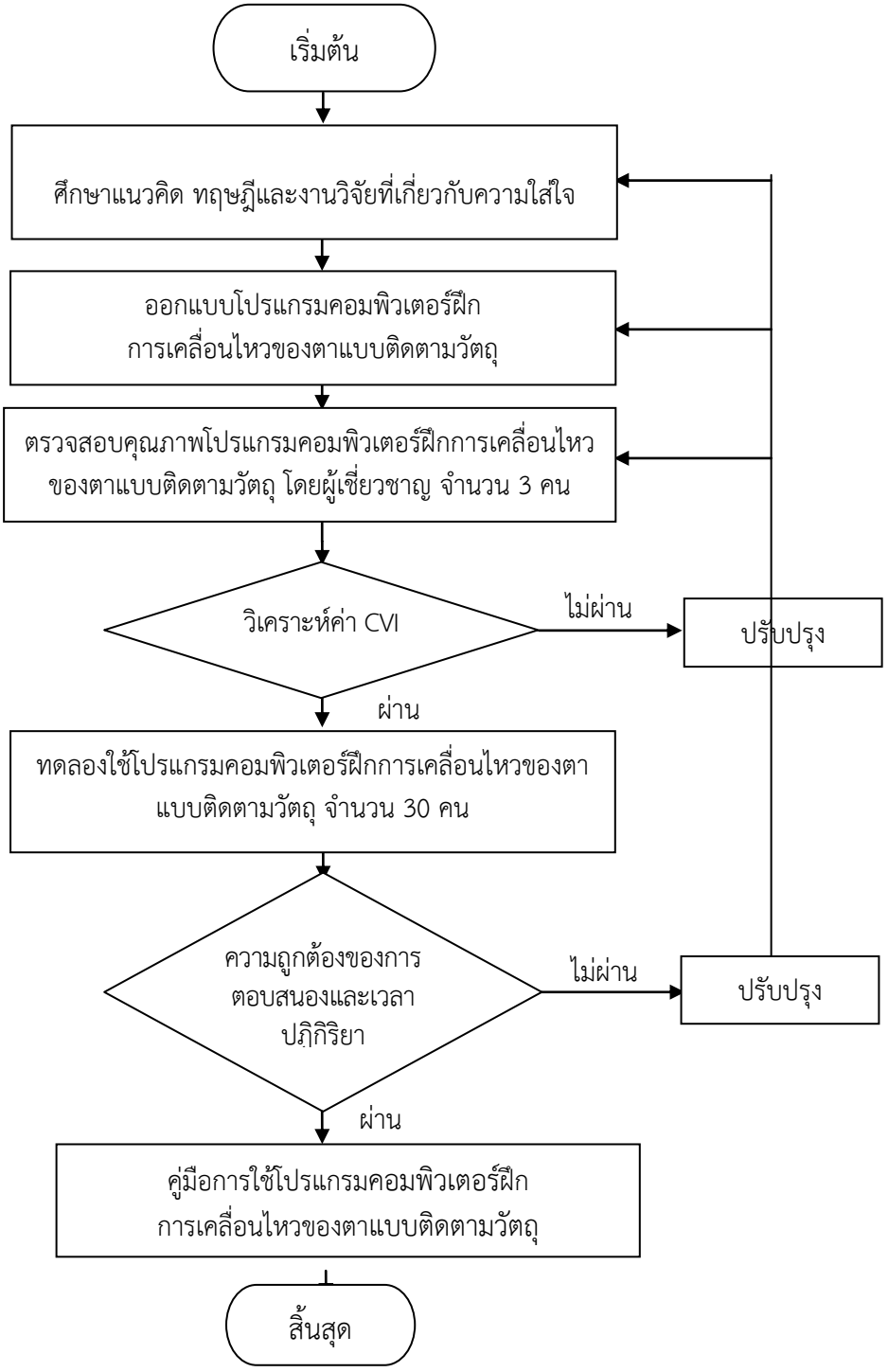
ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน (Flow Chart) ได้ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ได้ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 25 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

1.1 ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention ของ Treisman and Gelade (1980) และทฤษฎี Biased Competition Theory of Selective Attention ของ Desimone and Duncan (1995) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีสิ่งเร้าเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากผ่านระบบรับความรู้สึก (Sensory System) จะมีการจำแนกลักษณะเฉพาะหรือความแตกต่างของสิ่งเร้านั้น ซึ่งเป็นการบันทึกไว้ในช่วงต้นโดยอัตโนมัติ จากนั้นจะมีการเลือกใส่ใจ (Selective Attention) ที่เจาะจงแคบลงไปที่คุณสมบัติบางประการหรือความแตกต่างของสิ่งเร้า (Focused Attention) ในขณะเดียวกันจะมีการแยกแยะ การวิเคราะห์สิ่งเร้าในแบบคู่ขนานในระยะต่อมาของการประมวลผล ซึ่งเป็นขั้นของการเก็บรักษาข้อมูลไว้สำหรับในการกระตุ้น (Activated) และนำไปสู่ความจำขณะทำงาน (Working Memory) ซึ่งรูปแบบการกรองข้อมูลขั้นต้น จะเป็นลักษณะพื้นฐานทางกายภาพเฉพาะส่วนขององค์ประกอบหรือบางส่วนของสิ่งเร้า มากกว่ารายละเอียดทั้งหมด เช่น รูปร่าง สี การเคลื่อนที่หรือตำแหน่งของสิ่งเร้า ซึ่งสอดคล้องกับ Broadbent’s Filter Theory ของ Donald Broadbent (1958) และ Attenuation Theory ของ Anne Treisman (1964) ซึ่งทฤษฎีเหล่านี้แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Human Information Processing Model) ของ Wickens and Carswell (2006) สามารถอธิบายและเชื่อมโยงให้เห็นความสำคัญของความใส่ใจว่าเป็นขั้นแรกของกระบวนการทางปัญญาและทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ

1.2 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปรากฏว่า เมื่อมีการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างไปมาซ้ำ ๆ แบบตั้งใจ จะกระตุ้นการทำงานของคอปัสคอโลซัม (Corpus Callosum) ที่เชื่อมต่อระหว่างสมองทั้งสองซีก (Interhemispheric) มีผลทำให้สมองทั้งสองซีกถูกกระตุ้นในด้านตรงข้ามกัน ช่วยลดความไม่สมดุลในการทำงานของสมองทั้งสองซีก ซึ่งการเคลื่อนไหวของตาข้างซ้ายจะมีผลต่อสมองซีกขวาและการเคลื่อนไหวของตาข้างขวาจะมีผลต่อสมองซีกซ้าย (Christman & Propper, 2010, pp. 215-232) และช่วยเพิ่มการตอบสนองทางระบบประสาทระหว่างสมองสองซีก สร้างกระแสประสาทของเซลล์ประสาท (Neuron) เพื่อเพิ่มการเชื่อมต่อสัญญาณประสาท (Synapse) ขณะที่การเคลื่อนไหวของตายังช่วยเพิ่มการหลั่งของสารสื่อประสาทอะซีติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้และความใส่ใจ (Blokland, 2005, pp. 285-300; Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, pp. 1-19)

การทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างแบบเร็ว (Saccadic) ตามการเคลื่อนที่ของแสงไฟที่กระพริบ (Flashing Dot) กับการมองแสงไฟที่กระพริบแต่ไม่เคลื่อนที่ (Stationary Dot) เป็นเวลา 30 วินาที ปรากฏว่า การเคลื่อนไหวของทั้งสองข้างตาแบบเร็วตามการเคลื่อนที่ของแสงไฟที่กระพริบ มีการเรียกคืนความจำได้ดีกว่า (Lyle, Logan, & Roediger, 2008, pp. 515-520) สอดคล้องกับการศึกษาการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วที่มีผลต่อการเพิ่มความถูกต้องของความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลอง (Christman et al., 2003, pp. 221-229; Parker, Buckley, & Dagnall, 2009, pp. 89-97)

การศึกษาที่ใช้วิธี Rapid Serial Visual Presentation (RSVP) ซึ่งเป็นการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วเป็นเวลา 12 วัน ๆ ละ 18 นาที ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีการตอบสนองต่อเป้าหมายได้

ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Di Noto et al., 2013, pp. 1-9) นอกจากนี้มีหลักฐานจากงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนไหวของตาที่นานขึ้นจะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้มากกว่า เช่น การศึกษาการเคลื่อนไหวของตากับผลด้านสุขภาพจิต (Mental Health) ด้านสรีรจิตวิทยา (Psychophysiological) และอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) จากการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเชิงปริมาณ (qEEG) ในกลุ่มตัวอย่าง โดยฝึกการเคลื่อนไหวของตาเป็นเวลา 14 วัน ปรากฏว่า การเคลื่อนไหวของตาช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าเพิ่มมากขึ้น (Choi et al., 2011, pp. 148-158) ซึ่งปัจจุบันมีหลักฐานที่เชื่อได้ว่าคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าเป็นช่วงคลื่นที่แสดงถึงการผ่อนคลายและมีความสามารถในการรับรู้สูง (Awh, Vogel, & Oh, 2006, pp. 201-208)

การศึกษาเคลื่อนไหวของตาภายใต้อำนาจจิตใจ 5 วิธี คือ 1) การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Saccadic) ในแนวนอน 2) การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วในแนวตั้ง 3) การเคลื่อนไหวของตาแบบช้า (Pursuit) ในแนวตั้ง 4) การเคลื่อนไหวของตาแบบช้าในแนวนอน เป็นเวลา 30 วินาที และ 5) การไม่เคลื่อนไหวของตา ปรากฏว่า การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วในแนวนอน มีผลต่อการลดความจำที่ผิดพลาด (False Memory) ของความจำขณะทำงานและการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าได้มากกว่าแบบอื่น (Christman et al., 2003, pp. 221-229; Lyle et al., 2008, pp. 515-520) ซึ่งการเคลื่อนไหวของตาจะต้องใช้สิ่งเร้าในการกระตุ้นและต้องกำหนดเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจก่อน ซึ่งจะทำให้มีระยะเวลาการตอบสนองต่อการกระตุ้นสั้นลง (Shepherd, Findlay & Hockey, 2007, pp. 475-491) ในขณะที่การตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของตาขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้า (Torralba, Oliva, Castelhano, & Henderson, 2006, pp. 766-768)

การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายที่ประกอบด้วย การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) และการจินตภาพ (Imagery) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มแรงจูงใจและความสามารถของการตัดสินใจ ลดฮอร์โมน ที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Abbott & Hunt, 2014, pp. 620-633) กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก การตอบสนองต่อการผ่อนคลาย (Relaxation Response) การเต้นของหัวใจช้าลง ลดระดับคอติซอล (Cortisol) (Jerath et al., 2006, pp. 566-571, pp. 566-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269) และมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าและเบต้า (Busek & Kemlink, 2005, pp. 327-333) กระตุ้นการทำงานของระบบประสาท ลดความเครียด ความวิตกกังวลและช่วยให้มีสมาธิเพิ่มขึ้น (Kato, Muraoka, Higuchi, Mizuguchi, & Kanosue, 2014, pp. 181-189; Kato, Watanabe, Muraoka, & Kanosue, 2015, pp. 39-45)

จากการทบทวนวรรณกรรมและการสังเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของตา ปรากฏว่า การเคลื่อนไหวของตาแบบเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้าที่มากระตุ้นและจะต้องมีการกำหนดเป้าหมาย เพื่อให้เป็นการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว ที่มีระยะเวลาเหมาะสมภายใต้การควบคุมของจิตใจ ที่จะสามารถช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองและการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง เพิ่มการหลั่งของสารสื่อประสาทที่เกี่ยวการเพิ่มความใส่ใจ ส่วนการจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ที่ช่วยลดฮอร์โมนเกี่ยวกับความเครียดและกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท มาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อเพิ่มความใส่ใจ

2. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของตาและการเพิ่มความใส่ มาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ซึ่งในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1) กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายและ 2) กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

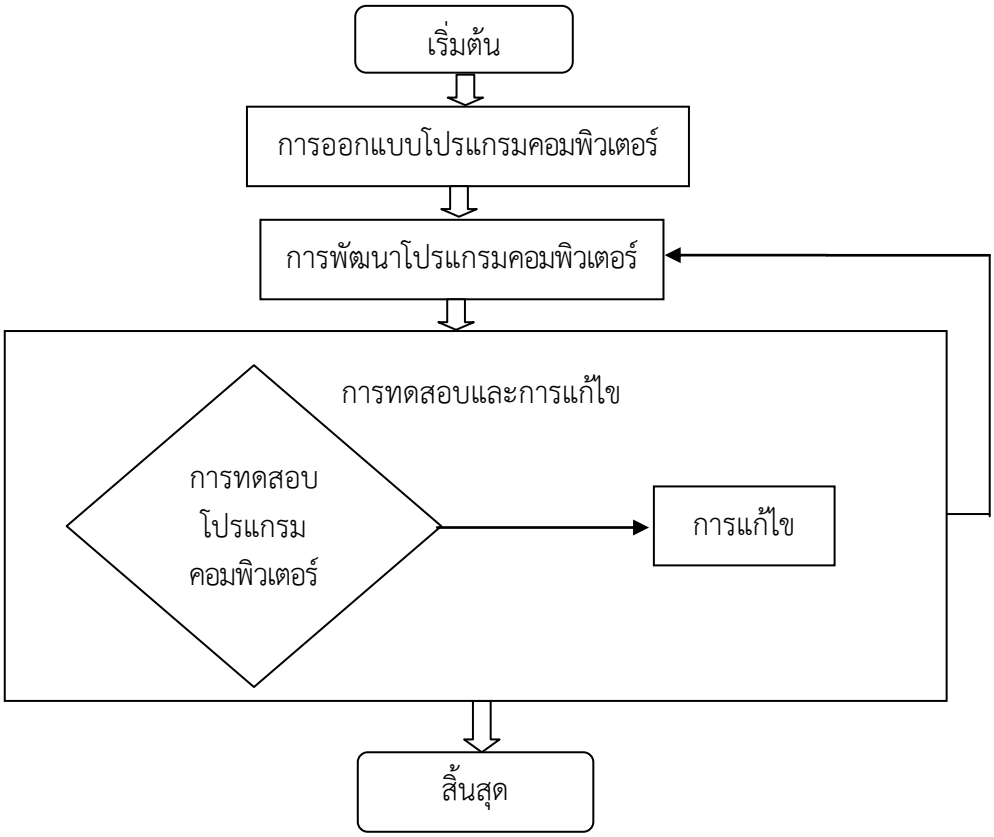
1. กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย คือ 1) การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) และ 2) การจินตภาพ (Imagery)

1.1 การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ที่ช่วยการเพิ่มขึ้นออกซิเจนในเลือดและกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ที่ส่งไปยังสมองที่ระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้เกิดการตอบสนองต่อการผ่อนคลาย การเต้นของหัวใจช้าลง ลดระดับของคอติซอล (Jerath et al., 2006, pp. 566-571) บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบพาราซิมพาเทติกและการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Kim et al., 2013, pp. 264-269)

1.2 การจินตภาพ (Imagery) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียด อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มแรงจูงใจและความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ เพิ่มปริมาณเลือดและออกซิเจนที่ไปสู่สมองมากขึ้น (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Abbott, & Hunt, 2014, pp. 620-633) การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย เป็นการกระทำก่อนฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยใช้เวลาในการปฏิบัติทั้ง 2 กิจกรรม รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 5 นาที ตามการศึกษาของเทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2556), Tang et al. (2007) และ Abbott and Hunt (2014)

2. กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยการกำหนดรูปร่างเรขาคณิตและสี จากโปรแกรมอะโดบีโฟโตชอป เวอร์ชั่น CS5 (Adobe Photoshop CS5) และโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) ซึ่งมีขั้นตอน แสดงได้ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 26 แสดงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.1 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

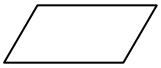
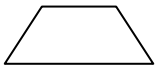
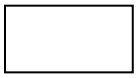
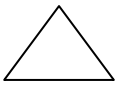
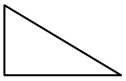
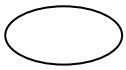
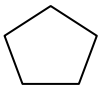
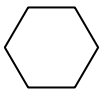
การออกแบบวิธีฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยการกำหนดภาพรูปร่างเรขาคณิตและสี รูปแบบการทำงานของโปรแกรม ผลลัพธ์ของโปรแกรม ทั้งนี้ เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด งานวิจัยนี้สร้างภาพรูปร่างเรขาคณิตและสีจากโปรแกรมอะโดบี โฟโตชอป เวอร์ชั่น CS5 (Adobe Photoshop CS5) และโปรแกรมเพนท์ จากนั้นกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ ความเร็ว ระยะเวลาและจำนวนของภาพที่แสดง จากการเขียนด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language)

2.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ การเลือกรูปร่างเรขาคณิตและสี ด้วยการนำแนวคิดจากงานวิจัย Feature Precedence in Processing Multi Feature Visual Information in The Human Brain: An Event-Related Potential Study ของ Liu et al. (2012) ที่ศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERPs) ต่อการประมวลผลการรับรู้ข้อมูลจากการมองเห็น (Visual Information) ในสมองของมนุษย์แบบหลายลักษณะ (Multi Feature) ระหว่างภาพรูปร่างเรขาคณิตกับสี ปรากฏว่า

กลุ่มตัวอย่างมีการประมวลผลการรับรู้ต่อภาพรูปร่างเรขาคณิต ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Physical) ได้เร็วกว่าสี (Liu et al., 2012, pp.145-15) ซึ่งการเคลื่อนไหวของตาจะต้องใช้สิ่งเร้าในการกระตุ้นและจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจก่อน ซึ่งจะทำให้มีระยะเวลาการตอบสนองต่อการกระตุ้นสั้นลง (Shepherd et al., 2007, pp. 475-491) ในขณะที่สิ่งเร้าที่อยู่ในลานสายตา (Visual Field) จะส่งผลต่อการตอบสนองของความใส่ใจจากการมองเห็น (Visual Attention) และการรับรู้จากการมองเห็น (Visual Perception) ขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้าที่มากระตุ้น (Torralba et al., 2006, pp. 766-786) ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Fougnie, 2008, pp. 1-45) จำนวนที่เหมาะสมของสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย (Saiki, 2003, pp. 6-21; Oksama & Hyona, 2004, pp. 631-671) การเคลื่อนไหวของสิ่งเร้า (Reynolds et al., 2000, pp. 703-714; Saiki, 2011, pp. 243-264; Faubert & Sidebottom, 2011, pp. 56-72) และความแตกต่างที่ชัดเจนของสิ่งเร้า (MacDonald & Enns, 2012, pp. 1002-1012; Enns & MacDonald, 2013, pp. 568-578) ผู้วิจัยจึงนำผลจากการศึกษาดังกล่าว มาพัฒนาโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังนี้

2.2.1 ภาพรูปร่างเรขาคณิต (Geometric Shape) สร้างจากโปรแกรม อะโดบีโฟโตชอป (Adobe Photoshop) จำนวน 10 ภาพ ได้แก่ 1) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square) 2) รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (Rhombus) 3) รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) 4) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) ซึ่งมีสัดส่วน ความยาวและความกว้างเท่ากับ 9: 4 (Length: Width=9: 4) 5) รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า (Regular Triangle) 6) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Right-Angled Triangle) 7) รูปวงกลม (Circle) 8) รูปวงรี (Oval) มีสัดส่วนแกนหลักและแกนรองเท่ากับ 9: 4 (Major Axis: Minor Axis=9: 4) 9) รูปห้าเหลี่ยม (Regular Pentagon) และ 10) รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า (Regular Hexagon) ดังภาพที่ 27

	รูปร่างเรขาคณิต	ลักษณะ
1	รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square)	
2	รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (Rhombus)	
3	รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid)	
4	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) มีด้านยาวและความกว้างเท่ากับ 9: 4	
5	รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า (Regular Triangle)	
6	รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Right-Angled Triangle)	
7	รูปวงกลม (Circle)	
8	รูปวงรี (Oval) มีแกนหลักและแกนรองเท่ากับ 9: 4	
9	รูปห้าเหลี่ยม (Regular Pentagon)	
10	รูปหกเหลี่ยม (Regular Hexagon)	

ภาพที่ 27 รูปร่างเรขาคณิตที่ใช้ในโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.2.2 สี (Color) สร้างขึ้นตามเกณฑ์ของการแยกสีจากสีหลัก คือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน (R, G, B) จากโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ Windows จำนวน 10 สี ได้แก่ 1) สีดำ (Black) 2) สีแดง (Red) 3) สีเขียว (Green) 4) สีเหลือง (Yellow) 5) สีน้ำเงิน (Blue) 6) สีดอกกุหลาบ (Rosiness) 7) สีเขียวอมน้ำเงิน (Bluish Green) 8) สีเขียวเข้ม (Bottle Green) 9) สีม่วง (Purple) และ 10) สีเหลืองอมเขียว (Yellow Green) โดยมีอัตราส่วนในการผสมสีจากโปรแกรมเพนท์ ดังภาพที่ 28

ที่	สีและอัตราส่วนการผสม	สี
1	สีดำ (Black) (R, G, B =0, 0, 0)	
2	สีแดง (Red) (R, G, B=255, 0, 0)	
3	สีเขียว (Green) (R, G, B= 0, 255, 0)	
4	สีเหลือง (Yellow) (R, G, B=255, 255, 0)	
5	สีน้ำเงิน (Blue) (R, G, B=0, 0, 255)	
6	สีดอกุหลาบ(Rosiness) (R, G, B=255, 0, 255)	
7	สีเขียวอมฟ้า (Bluish Green) (R, G, B=0, 255, 255)	
8	สีเขียวเข้ม (Bottle Green) (R, G, B=0, 128, 128)	
9	สีม่วง ([Purple) (R, G, B=128, 0, 128)	
10	สีเหลืองอมเขียว (Yellow Green (R, G, B=128, 128, 0)	

ภาพที่ 28 สีและอัตราส่วนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

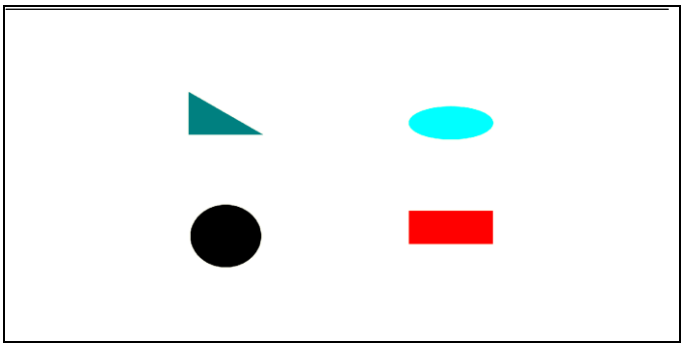
2.2.3 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถแสดงได้ตามภาพที่ 29

ส่วนหัว
เมนู
คำชี้แจง
จุดเริ่มต้น (Start)

ภาพที่ 29 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 29 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ซึ่งเป็นหน้าจอหลักของโปรแกรม

2.2.4 โครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงได้ตามภาพที่ 30



ภาพที่ 30 หน้าจอคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 30 การฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยการใช้สายตาการจดจ่อกับการเคลื่อนที่ของภาพรูปร่างเรขาคณิต ด้วยการเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างไปในทิศทางเดียวกัน ในลักษณะการมองกวาด (Scanning) ตามการเคลื่อนที่ของภาพรูปร่างเรขาคณิต ด้วยการมองจากภาพหนึ่งไปยังอีกภาพหนึ่ง ไม่เฉพาะภาพใดภาพหนึ่งที่ปรากฏเท่านั้น แต่จะเปลี่ยนตำแหน่งของสายตาตามการเคลื่อนที่ของภาพเรขาคณิตที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.3 การทดสอบและการแก้ไข

การทดสอบผลการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่ามีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพหรือไม่ การทดสอบทำได้โดยการป้อนค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดในโปรแกรม หากพบว่าผลลัพธ์ไม่ถูกต้องหรือไม่มีประสิทธิภาพ จะต้องย้อนกลับไปแก้ไขรหัสของโปรแกรม เช่น โปรแกรมทำงานช้า ไม่ครอบคลุมความต้องการ อาจย้อนกลับไปแก้ไขรหัสโปรแกรมหรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ สำหรับการแก้ไขนั้นสารมารถกระทำได้โดยตัวผู้วิจัยเองและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม โดยทหารกองประจำการ กองรักษาความปลอดภัย กรมสรรพาวุธทหารเรือ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับนักเรียนจ่านาวิกโยธิน จำนวน 10 คน มาทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้น

3. การตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย์
อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.ลักษณาพร กรุงไกรเพชร
อาจารย์ประจำ สาขาวิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. ดร.ปรัชญา แก้วแก่น

อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

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) (สุจิตรา เทียนสวัสดิ์, 2550 หน้า 9)

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

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 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, p. 271) ดังนั้น จึงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน

4. ทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่ปรับปรุงแล้ว มีรายละเอียดดังนี้

4.1 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ด้วยวิธีการเคลื่อนไหวของตา 5 แบบ เป็นเวลานาน 30 วินาที ของ Christman et al. (2003) เป็นเวลาที่น้อยเกินไปไม่เพียงพอที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้อย่างชัดเจน ซึ่งการเคลื่อนไหวของตาที่นานขึ้นจะช่วยให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้ดีกว่า (Samara, Elzinga, Slagter, & Nieuwenhuis, 2011, pp.1-9) เนื่องจากการเคลื่อนไหวของตาที่นานขึ้นช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลง

การทำงานของสมอง ที่มีขนาดของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่า (Alpha Amplitude) เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 14 วัน ตามการศึกษาของ Choi et al. (2011) โดยฝึกการเคลื่อนไหวของตามแบบติดตามวัตถุ วันละ 1 ครั้ง ๆ ละ 18 นาที จากการศึกษาของ Di Noto, Uta and Desouza (2013)

4.2 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ปรับปรุงแล้วไปศึกษานำร่องกับทหารกองประจำการกองรักษาความปลอดภัย กรมสรรพาวุธทหารเรือ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับนักเรียนจ่านาวิกโยธิน จำนวน 30 คน โดยการสุ่มเข้ากลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มละ 15 คน ซึ่งทั้ง 2 กลุ่ม จะได้รับการทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ซึ่งเป็นการทดสอบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา จากแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ (Attention Network Test: ANT) ของ Jin Fan (2007)

การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายกำหนดให้เป็นกิจกรรมที่กระทำก่อนฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ประกอบด้วยฝึกการหายใจแบบลึกและการฝึกจินตภาพ เป็นเวลา 5 นาที ตามการศึกษาของ เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2556), Tang et al. (2007) และ Abbott and Hunt (2014) จากนั้น ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยแบ่งการฝึกเป็น 6 ชุด ๆ ละ 3 นาที (18 นาที) และมีการพักสายตาประกอบการหายใจแบบลึกระหว่างฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ในแต่ละชุดเป็นเวลา 1 นาที (6 นาที) นับเป็น 1 รอบ โดยฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จำนวน 6 รอบ ใช้เวลา 24 นาที รวมเวลาทั้งสิ้นในการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นเวลา 29 นาทีต่อครั้งต่อวัน เป็นเวลา 14 วันติดต่อกัน รายละเอียดการฝึกแสดงในคู่มือการฝึก (ภาคผนวก ข) หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จะเข้ารับการทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์อีกครั้ง ข้อมูลจากการศึกษานำร่อง นำมาทดสอบทางสถิติได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 1-6

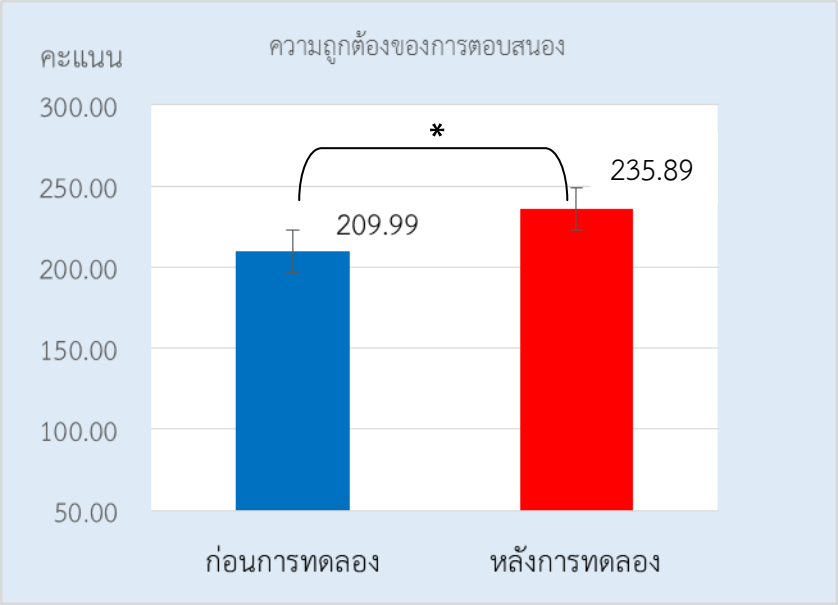
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
	n	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนการทดลอง	15	14	209.99	24.74	-6.50*	.00
หลังการทดลอง	15		235.89	14.03		

*$p < .05$

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุแตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -6.50 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดง

เป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 31

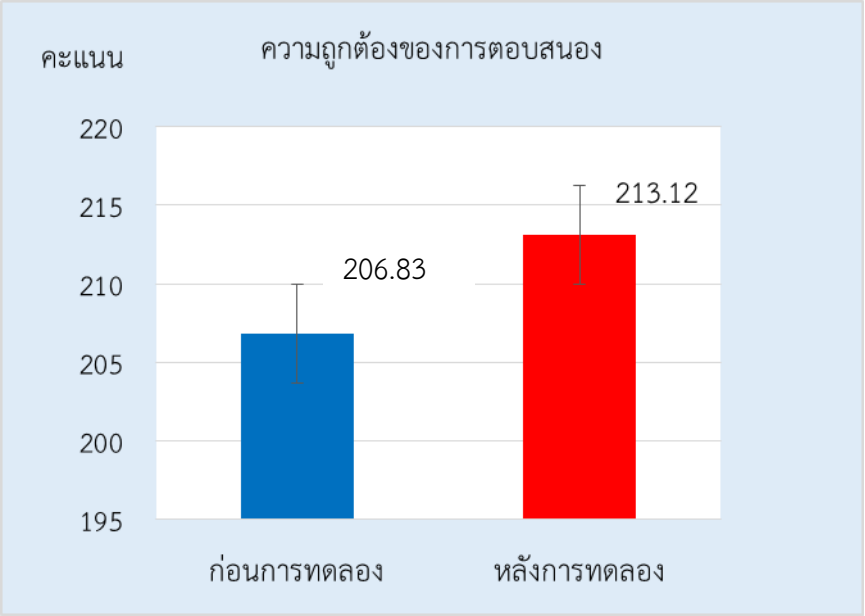


ภาพที่ 31 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
	n	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนการทดลอง	15	14	206.83	11.07	-1.11	.28
หลังการทดลอง	15		213.12	13.78		

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ไม่แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -1.11 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 32



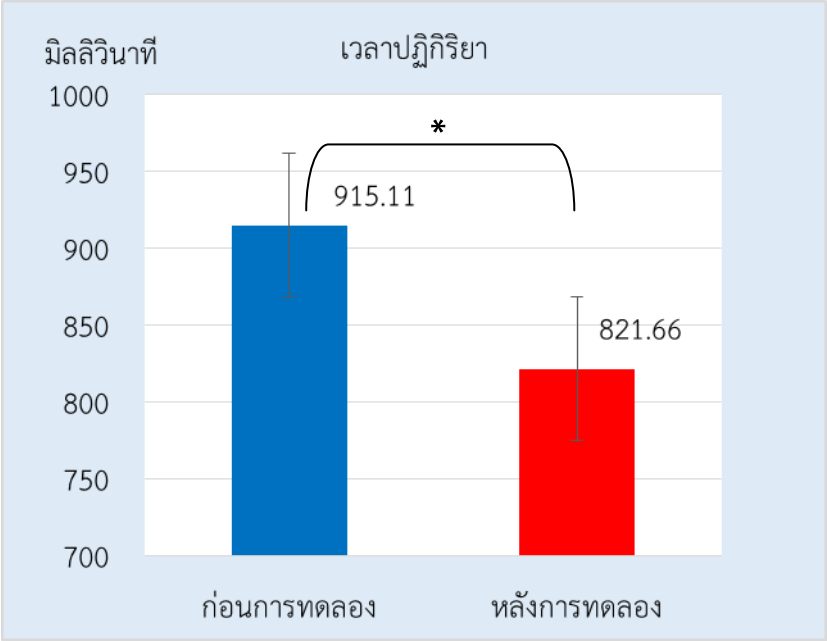
ภาพที่ 32 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กลุ่ม	เวลาปฏิกิริยา					
	n	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนการทดลอง	15	14	915.11	100.73	4.93*	.00
หลังการทดลอง	15		821.66	88.71		

*$p < .05$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ 4.93 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 33

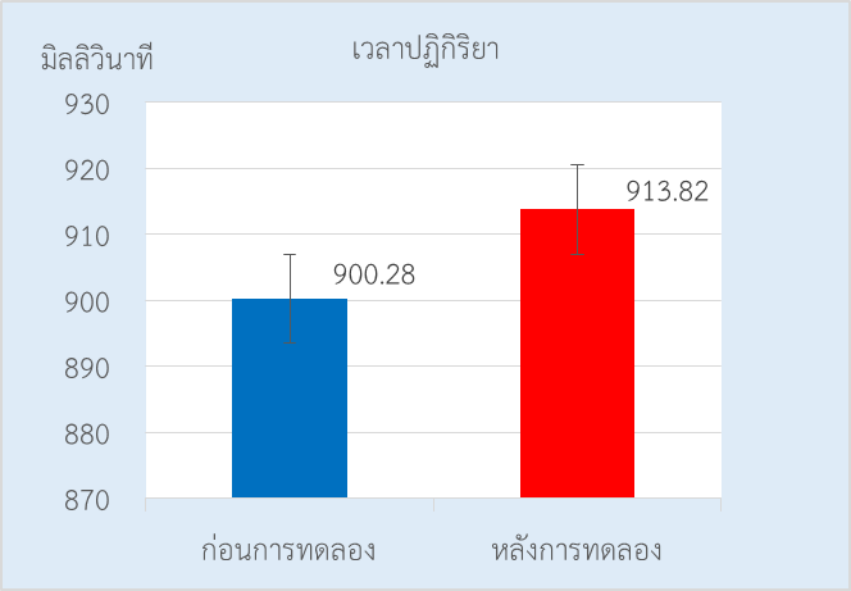


ภาพที่ 33 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

	เวลาปฏิกิริยา					
กลุ่ม	*n*	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนการทดลอง	15	14	900.28	128.34	-.39	.70
หลังการทดลอง	15		913.82	114.89		

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ไม่แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -.39 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 34



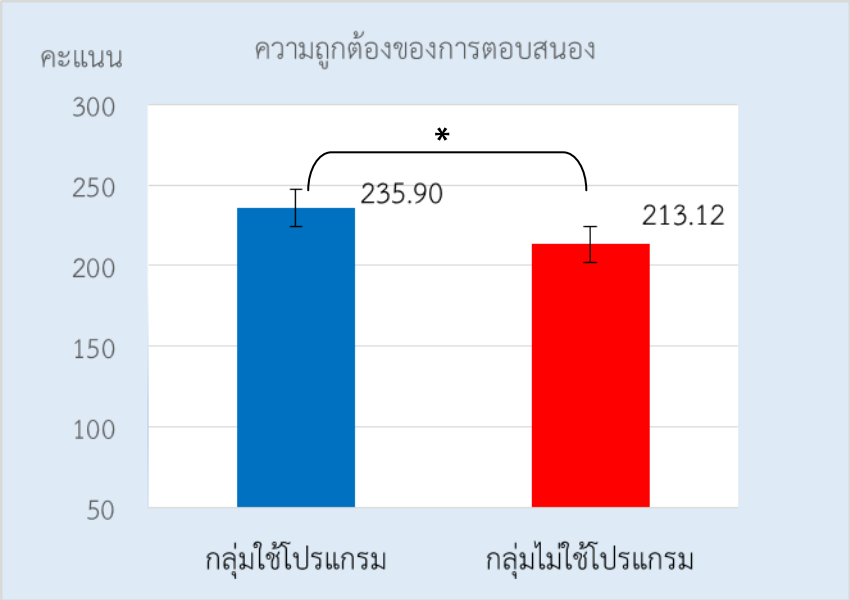
ภาพที่ 34 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
	n	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
กลุ่มใช้โปรแกรม	15	28	235.90	14.02	4.48*	.00
กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	15		213.12	13.78		

*$p < .05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ 4.48 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 35



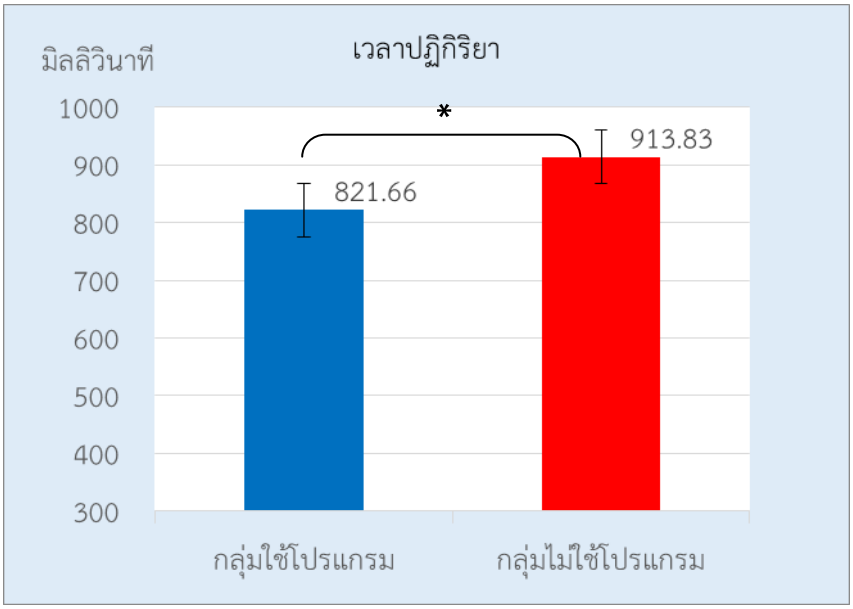
ภาพที่ 35 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

	เวลาปฏิกิริยา					
กลุ่ม	*n*	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
กลุ่มใช้โปรแกรม	15	28	821.66	88.71	-2.45*	.02
กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	15		913.83	114.90		

*$p < .05$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังจากการทดลองระหว่างระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -2.45 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมหลังฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากผลการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถเพิ่มความถูกต้องของการตอบสนองและลดเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เมื่อได้รับการฝึกตามโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 14 วัน ๆ ละ 29 นาที และจากการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีปัญหาที่พบขณะทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และดำเนินการแก้ไขดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปัญหาที่พบขณะทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและการแก้ไข

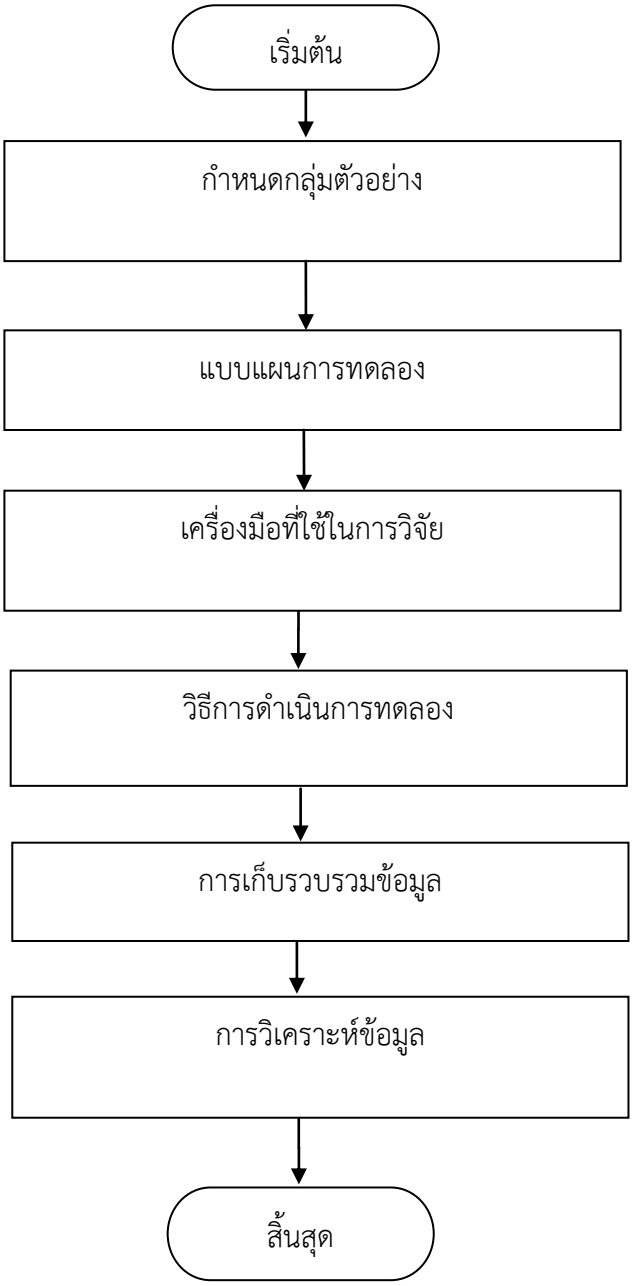
ปัญหาที่พบ	แนวทางปรับปรุงแก้ไขในการทดลองจริง
1. ขนาดของหน้าจอคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็ก (17 นิ้ว)	1. เปลี่ยนขนาดของหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นขนาด 23 นิ้ว
2. แป้นพิมพ์ (keyboard) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สะดวกในการปฏิบัติในขณะฝึก	2. เปลี่ยนจากแป้นพิมพ์เป็นแป้นกดแบบตัวเลข (Numeric Key)
3. ได้ยินเสียงสัญญาณเตือนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ชัดเจน	3. ใช้หูฟัง (Headphone) ชนิดสวมศีรษะ
4. ผู้ร่วมการทดลองขอเปลี่ยนภาพที่ประทับใจ	4. เปลี่ยนเป็นภาพใหม่ตามต้องการ

5. จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ไปทำการทดสอบและปรับปรุงข้อบกพร่องของแล้ว จากนั้นจัดทำคู่มือการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริง

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบ ติดตามวัตถุ

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้นและผ่านการทดลองใช้ นำมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างสามารถแสดงขั้นตอนดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 37



ภาพที่ 37 ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

1. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนจ่านาวิกโยธินที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 17-22 ปี คัดเลือกจากโรงเรียนจ่านาวิกโยธิน ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2557 จำนวน 44 คน โดยเกณฑ์คัดเลือกตามกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัย ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria)

1. เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว

2. ไม่มีภาวะซึมเศร้า ประเมินโดยใช้แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น (Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale: CES-D) ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข

3. ถนัดมือขวาจากแบบสำรวจความถนัดในการใช้มือ Edinburgh Handedness Inventory ของ Oldfield (1971)

4. มีการมองเห็นปกติจากแบบประเมินสายตาระยะใกล้ เจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's chart)

5. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือการเจ็บป่วยทางระบบประสาทและไม่เป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา สามารถใช้ตาทั้งสองข้างได้ตามปกติ

6. ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยทางจิต การใช้ยาทางจิตเวชหรือสารเสพติดที่มีผลต่อระบบประสาท

7. ไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความใส่ใจมาก่อน

8. มีความเต็มใจเข้าร่วมการทดลองตามที่กำหนด

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria)

1. มีข้อบ่งชี้ห้ามการใช้สายตาหรือการใช้กล้ามเนื้อตา

2. ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ต่อเนื่อง

3. มีปัญหาสุขภาพหรืออาการเจ็บป่วย ที่ต้องเข้ารับการรักษาระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากขนาดของอิทธิพลของตัวแปร (Effect Size: ES) ใช้วิธีเทียบกับขนาดการแจกแจงของประชากร โดยมีเกณฑ์ (Cohen,1988, p. 284) ดังนี้ ES = 0.2s หมายถึง ผลการทดลองขนาดเล็ก ES = 0.5s หมายถึง ผลการทดลองขนาดกลาง และ ES = 0.8s หมายถึง ผลการทดลองขนาดใหญ่ ซึ่งในงานทดลองนี้จะใช้เทคนิคการทดสอบสมมติฐานและมุ่งทดสอบความมีนัยสำคัญของขนาดผลการทดลอง (Effect Size) ที่ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานได้ว่า เป็นผลการทดลองขนาดกลางมีความสำคัญในระดับปฏิบัติการที่ยอมรับได้ โดยเป็นการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณหาจำนวนตัวอย่าง ในกรณีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ *Z* หรือ *t* กรณีกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Group or One Sample *Z*-test/ *t*-test) หรือการทดสอบ *t* กรณีกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Dependent Group or Paired Samples *t*-test) เท่านั้น มีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$n = (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 (\sigma_x / ES)^2 \text{.....(1)}$$

$$n = (1.645 + 1.645)^2 (1/0.5)^2$$

$$n = 43.3$$

การศึกษานี้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน ทำการสุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จำนวน 22 คน และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จำนวน 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่คืนที่

2. แบบแผนการทดลอง

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง แบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2013, pp. 24-27) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังภาพที่ 38

การสุ่มเข้ากลุ่ม (Random Assignment)	กลุ่ม (Group)	ทดสอบก่อน (Pretest)	ทดลอง (Intervention)	ทดสอบหลัง (Posttest)
R	E	O_{E1}	X	O_{E2}
	C	O_{C1}		O_{C2}

ภาพที่ 38 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest and Posttest Control Group Design

ความหมายของสัญลักษณ์

R หมายถึง การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

E หมายถึง กลุ่มใช้โปรแกรม (Experimental Group) หมายถึง กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

C หมายถึง กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (Control Group) หมายถึง กลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

X หมายถึง การฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

O_{E1} หมายถึง การวัดตัวแปรตาม ก่อนใช้โปรแกรมของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

O_{E2} หมายถึง การวัดตัวแปรตาม หลังใช้โปรแกรมของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

O_{C1} หมายถึง การวัดตัวแปรตาม ก่อนการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

O_{C2} หมายถึง การวัดตัวแปรตาม หลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

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 ประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือการได้รับอุบัติเหตุอย่างรุนแรง ประวัติการเจ็บป่วยทางจิตและการมองเห็น

1.2 แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น (Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale: CES-D) ฉบับภาษาไทย ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วยข้อคำถาม 20 ข้อ ความเที่ยงของ CES-D มีค่าเท่ากับ 0.86 คะแนนของ CES-D จะสูงขึ้นตามความรุนแรงของภาวะซึมเศร้า คะแนนที่ 22 เป็นจุดตัดที่ใช้คัดกรองภาวะซึมเศร้า โดยคะแนน CES-D มีความไวร้อยละ 72 ความจำเพาะร้อยละ 85 และความแม่นยำร้อยละ 82 เป็นเครื่องมือที่สามารถแยกวัยรุ่นที่ซึมเศร้าออกจากวัยรุ่นที่ไม่ซึมเศร้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการใช้และสามารถวิเคราะห์ผลได้รวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับเป็นเครื่องมือตรวจหาและประกอบการวินิจฉัยภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น

การให้คะแนนจะให้ตามความรุนแรงหรือความถี่ของอาการซึมเศร้า มี 4 ระดับ คือ ไม่เลย (‹ 1 วัน) ให้ 0 คะแนน นาน ๆ ครั้ง (1-2 วัน) ให้ 1 คะแนน บ่อย ๆ (3-4 วัน) ให้ 2 คะแนน และตลอดเวลา (5-7 วัน) ให้ 3 คะแนน การแปลผล เมื่อรวมคะแนนทุกข้อแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ ดังนี้ คะแนนรวมสูงกว่า 22 ถือว่าอยู่ในข่ายภาวะซึมเศร้า

1.3 แบบสำรวจความถนัดการใช้มือของ เอดินเบิร์ก (Edinburgh Handedness Inventory) ที่พัฒนาโดย Oldfield (1971) เป็นแบบสำรวจความชอบในการใช้มือ เพื่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน มีจำนวน 20 ข้อ ให้เลือกตอบตามความถนัดในการใช้มือกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งต้องมีคะแนนมากกว่า 80 คะแนนขึ้นไป

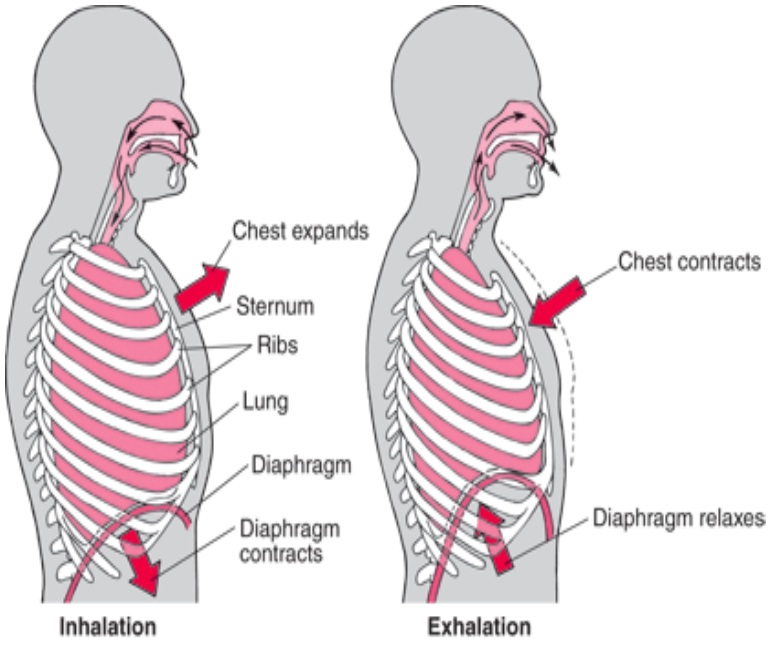
1.4 การวัดระดับสายตาระยะใกล้ (Near Vision) ด้วยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger’s Chart) มีลักษณะเป็นแผ่นป้ายที่มีตัวเลขเขียนเรียงกันลงมาเป็นแถว ๆ จากแถวบนสุดซึ่งมีขนาดใหญ่สุดจนถึงแถวล่างสุดซึ่งมีขนาดเล็กสุด ใช้การวัดสายตาที่ละข้างและทำในที่มีแสงสว่างเพียงพอ โดยให้อ่านตั้งแต่แถวที่อยู่บนสุด จนถึงแถวล่างที่มีขนาดตัวเลขตัวเล็กสุด ค่าที่อ่านได้แล้วบันทึกค่าไว้ โดยแต่ละแถวจะมีตัวเลขกำกับ เช่น เจ 1 (J1) เจ 2 (J2) เป็นต้น เพื่อบอกระดับของสายตา โดยผู้ที่อ่านได้ระดับ “J1” ถือว่าเป็นผู้มีสายตาปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 1 ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1) กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย 2) กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.1.1 กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) ประกอบด้วย กิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม คือ 1) การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) และ 2) การจิตภาพ (Imagery) เริ่มจากการให้ผู้ร่วมทดลองนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในท่านั่งที่สบาย ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ ให้ร่างกายรู้สึกสบาย หายใจเข้าผ่านทางจมูกแบบช้า ๆ ยกกระบังลมขึ้นให้อากาศเข้าสู่ส่วนล่าง ขยายเข้ามาในส่วนกลางและส่วนบนจนเต็มบริเวณหน้าท้องและอก ด้วยการหายใจเข้า

ประมาณ 4 วินาที หากทำอย่างถูกต้องส่วนบริเวณหน้าอกจะยกขึ้น ท้องโป่งออก ดังภาพที่ 39 ด้วย การกำหนดความรู้สึกอยู่ที่ลมหายใจและค้างไว้ประมาณ 2 วินาที จากนั้นค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจออก ทางจมูกอย่างช้า ๆ ใช้เวลาประมาณ 6 วินาที ซึ่งการหายใจออกจะใช้เวลานานกว่าหายใจเข้า ผู้ร่วม การทดลองลืมตาเมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ โดยปฏิบัติกิจกรรมนี้เป็นระยะเวลา 3 นาที



ภาพที่ 39 ลักษณะการหายใจแบบลึก
ที่มา: http://www.zoploen.com/ blog/ 191/ หายใจเป็นสุข

เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณให้ผู้ร่วมการทดลองลืมตาดูภาพที่ประทับใจ จากการสำรวจของแต่ละคน โดยมีภาพสีแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ดูเป็นตัวอย่าง เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นภาพที่แสดงจะหายไปจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ให้ผู้ร่วมการทดลองหลับตาจินตนาการ (Imagination) ถึงรายละเอียดต่าง ๆ จากภาพนั้น เช่น เสียงของน้ำตก สีเขียวของใบไม้ สีน้ำเงินของทะเล เป็นต้น โดยพยายามทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจนเป็นเวลา 2 นาที ในระหว่างนี้ยังคงปฏิบัติการหายใจแบบลึกร่วมด้วย รวมเป็นระยะเวลาของกิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ทั้งสิ้น 5 นาที ตามการศึกษาของ เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2554), Tang et al. (2007) และ Abbott and Hunt (2014) สามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนของกิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กิจกรรมการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
กิจกรรมที่ 1 การหายใจแบบลึก 3 นาที		
	1. นั่งบนเก้าอี้หน้าจอคอมพิวเตอร์ ในท่าสบายที่สุด แล้วหลับตา	
	2. หายใจเข้าผ่านทางจมูกอย่างช้า ๆ	4
	3. กำหนดสติอยู่ที่ลมหายใจค้างไว้	2
	4. ผ่อนลมหายใจออกทางจมูกอย่างช้า ๆ	6
	5 ปฏิบัติซ้ำจาก ข้อ1.2-1.4 แล้วลืมตาเมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ	180
กิจกรรมที่ 2 การจิตภาพ 2 นาที		
	1. มองภาพประทับใจที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์	15
	2. ภาพที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์หายไป ให้หลับตาจินตนาการถึงภาพที่ประทับใจนั้น ขณะจินตนาการยังคงการหายใจแบบลึกและลืมตาเมื่อได้ยินสัญญาณ	105
	รวมเวลาทั้งสิ้น	300

2.1.2 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นไฟล์ข้อมูลสร้างด้วยโปรแกรมไพธอน (Python) สำหรับการเปิดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการติดตั้งโปรแกรม Python ประกอบด้วยภาพรูปร่างเรขาคณิต จำนวน 10 ภาพ และมีสีที่แตกต่างกัน จำนวน 10 สี (ภาพที่ 27-28) แสดงบนจอคอมพิวเตอร์แบบสองมิติและมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระ โดยภาพที่แสดงแต่ละชุด ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ได้จากการสุ่ม (Random) ที่มีรูปร่างเรขาคณิตและสีไม่ซ้ำกัน จำนวน 4 ภาพต่อหนึ่งชุด มีการเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยความเร็ว 3.2 เซนติเมตรต่อวินาที เป็นเวลา 6 วินาที จากนั้นภาพชุดดังกล่าวจะหายไปและมีภาพรูปร่างเรขาคณิตที่ตรงหรือไม่ตรงกับภาพชุดผ่านมา แสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพ เพื่อให้ผู้ร่วมทดลองเลือกตอบให้เร็วที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด (3 วินาที) โดยกดคำตอบที่แป้นกด (Numeric Keypad) หากภาพที่แสดงเคยเป็นภาพที่ปรากฏในโปรแกรมฝึกชุดที่ผ่านมาให้กดคำว่า “ใช่ (YES)” หรือกดคำว่า “ไม่ใช่ (NO)” หากเป็นภาพที่ไม่เคยปรากฏในโปรแกรมฝึกชุดที่ผ่านมา จากนั้นหน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงคำตอบ ด้วยเครื่องหมายถูก (√) เมื่อผู้ร่วมการทดลองตอบถูกและจะแสดงคำตอบด้วยเครื่องหมายผิด (X) เมื่อผู้ร่วมการทดลองตอบผิด จากนั้นภาพชุดต่อไปของโปรแกรมฝึกจะแสดงแบบต่อเนื่อง จำนวน 20 ชุด ๆ ละ 9 วินาที รวมเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นผู้ร่วมการทดลองจะได้พักสายตา ด้วยการหลับตาประกอบการหายใจแบบลึก 1 นาที ทำสลับกันเช่นนี้จนครบ 6 รอบ รวมระยะเวลาที่ใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นเวลา 18 นาที รวมกับการพักสายตาประกอบการหายใจแบบลึก 6 นาที รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 24 นาที สามารถสรุปเป็นขั้นตอนของกิจกรรม ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

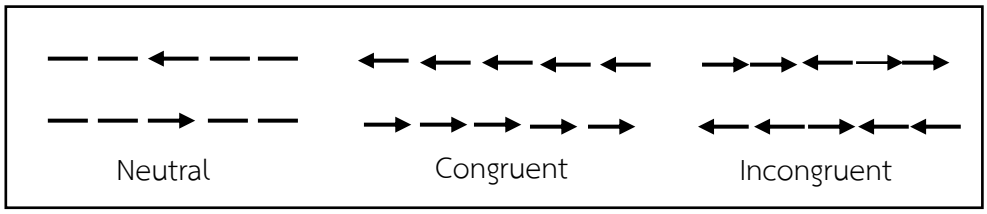
กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปร่างเรขาคณิต จำนวน 4 ภาพ	6
	2. ภาพรูปร่างเรขาคณิตแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพ ผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ที่แป้นกด ภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ1 - 2 จำนวน 20 ครั้ง (1 ชุด)	180
	4. พักสายตาโดยการหลับตาร่วมกับการหายใจแบบลึก (1 รอบ)	60
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 4 จำนวน 6 รอบ	1,440
	รวมเวลาทั้งสิ้น	1,440

3. เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม ประกอบด้วย

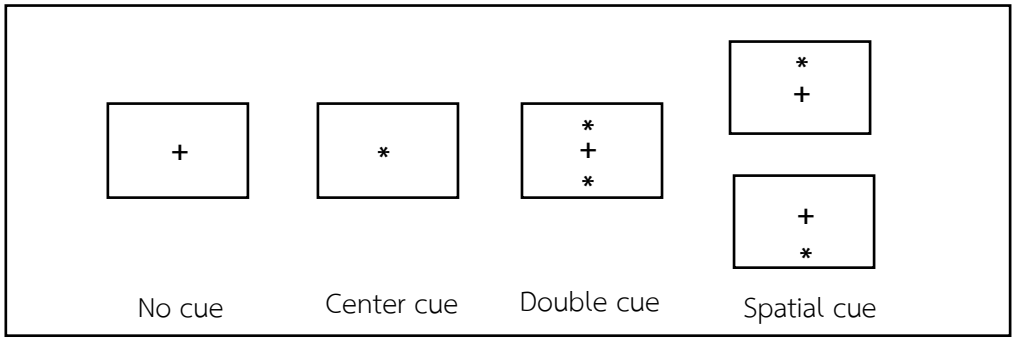
3.1 แบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ที่พัฒนาโดย ศาสตราจารย์ ดร.จิน ฟาน (Jin Fan) ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยควีนส์คอลเลจ เมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา (Department of Psychology Queens College, City University of New York) เป็นแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) และเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ต่อภาพเป้าหมายที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ 1) Neutral 2) Congruent และ 3) Incongruent แสดงตามภาพที่ 40 โดยผู้ร่วมทดลองจะต้องทำแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการกดปุ่มเพื่อตอบสนองที่แป้นกด (Keyboard) ตามทิศทางของลูกศรที่แสดง โดยมีภาพชี้นำ (Cue) 4 แบบ แสดงตามภาพที่ 41 คือ 1) No Cue หมายถึง ไม่แสดงการชี้นำ 2) Center Cue หมายถึง การชี้นำที่แสดงตรงกลาง 3) Double Cue หมายถึง การชี้นำที่แสดงทั้งด้านบนและด้านล่าง 4) Spatial Cue หมายถึง การชี้นำที่อาจแสดงด้านบนหรือล่าง โดยภาพเป้าหมายและภาพชี้นำในแบบทดสอบความใส่ใจ ของ Jin Fan แสดงได้ดังภาพที่ 42

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบความใส่ใจ ตามงานวิจัยของ Fan et al. (2005) และ Konrad et al. (2007) ด้วยโปรแกรม STIM2 แสดงตามภาพที่ 43 เริ่มต้นจากเครื่องหมาย Fix (+) ที่แสดงตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลา 400 มิลลิวินาที จากนั้นภาพเครื่องหมาย Cue จำนวน 1 ภาพ ที่ได้จากการสุ่ม จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 200 มิลลิวินาที และภาพเครื่องหมาย Fix (+) จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์อีกครั้ง เป็นเวลา 400 มิลลิวินาที จากนั้นจะเป็นภาพเป้าหมาย (Target) จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 1600 มิลลิวินาที เพื่อให้ผู้ร่วมการทดลองเลือกตอบสนองจากสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย โดยมุ่งความใส่ใจไปยังเครื่องหมายลูกศรที่แสดงทิศทางตรงกลางของหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจอยู่ด้านบนหรือด้านล่าง ที่ตรงกับเครื่องหมาย Fix (+) เพื่อให้ผู้ร่วมการทดลองเลือกคำตอบ โดยการกดคำตอบบนแป้นพิมพ์ที่คำว่า “ซ้าย” เมื่อลูกศรที่แสดงชี้ไปทางด้านซ้ายและกดตอบบนแป้นพิมพ์ที่คำว่า “ขวา” เมื่อลูกศรที่แสดงชี้ไปทางด้านขวา จากนั้น

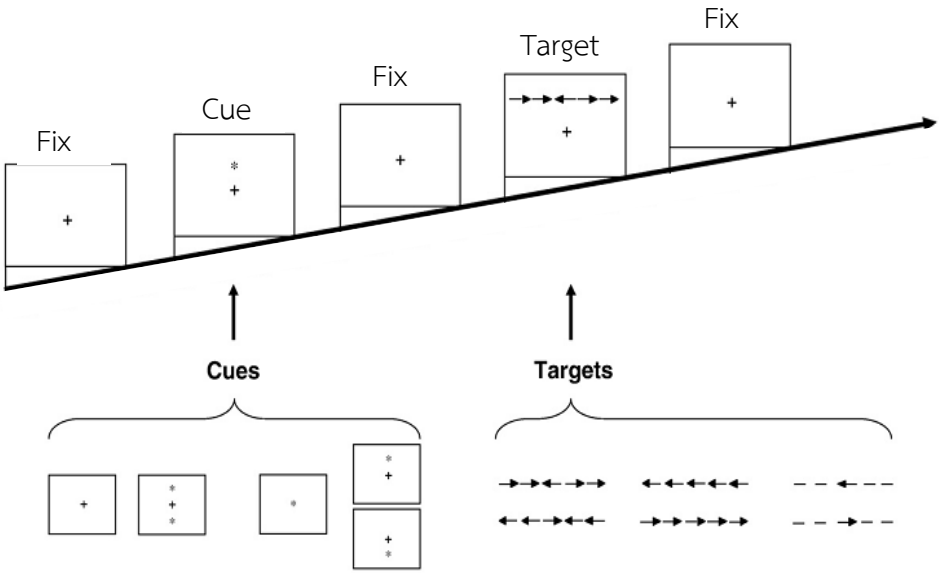
นำผลความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป



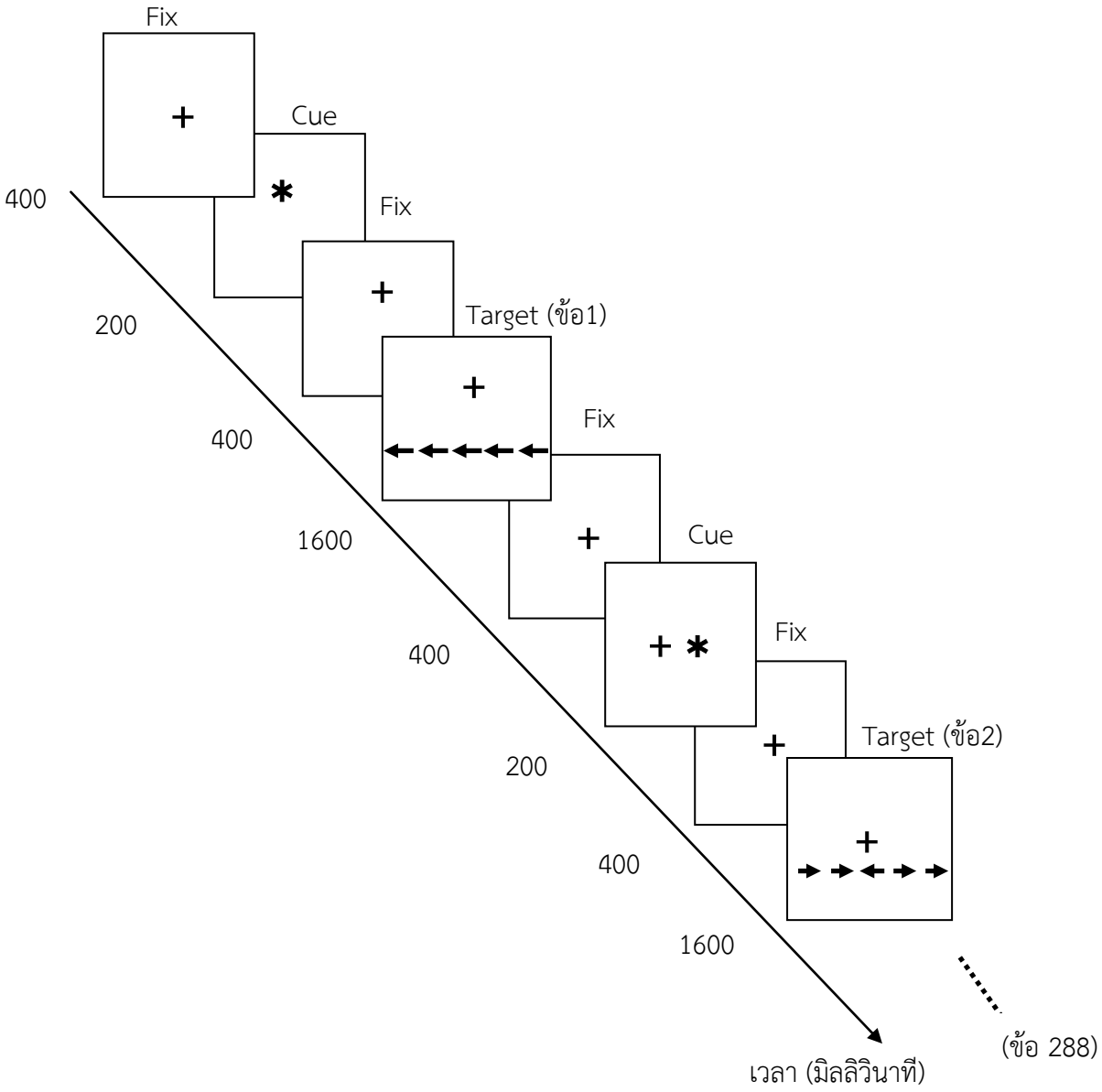
ภาพที่ 40 ภาพเป้าหมายที่แสดงทิศทางในแบบทดสอบความใส่ใจ (Fan et al., 2005, p. 341)



ภาพที่ 41 ภาพชี้นำ (Cue) ในแบบทดสอบความใส่ใจ (Fan et al., 2005, p. 341)



ภาพที่ 42 ภาพเป้าหมายและภาพชี้นำ ในแบบทดสอบความใส่ใจ (Fan et al., 2005, p. 341)



ภาพที่ 43 แบบทดสอบความใส่ใจ ที่สร้างด้วยโปรแกรม STIM2

การตอบสนองต่อแบบทดสอบความใส่ใจ ผู้ร่วมการทดลองต้องมุ่งความใส่ใจไปยังเครื่องหมายลูกศรที่แสดงตรงกลางของหน้าจอคอมพิวเตอร์ ที่ตรงกับเครื่องหมาย Fix (+) หลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวของตา เพราะต้องการให้ใช้สายตาอยู่บริเวณตรงกลางของจอรับภาพ เพื่อช่วยให้การมองเห็นและตอบสนองโดยการกดปุ่มที่แป้นกดได้ดีที่สุด เมื่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายปรากฏจนกระทั่งการทดลองเสร็จสิ้น

การให้คะแนนความถูกต้องของการตอบสนองร่วมการทดลองจะได้ 1 คะแนนเมื่อกดปุ่มตอบสนองขณะที่เป้าหมายในแต่ละเงื่อนไขปรากฏได้อย่างถูกต้องและเวลาปฏิกิริยา คำนวณจากระยะเวลาตั้งแต่สิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายปรากฏจนกระทั่ง ผู้ร่วมการทดลองกดปุ่มตอบสนอง ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์จึงต้อง

มีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยการเชื่อมต่อโปรแกรม STIM2 เข้ากับเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0

3.2 เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan และโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 ประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงตามภาพที่ 44

3.3 หมวกอิเล็กโทรดที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode) 64 Chanel วางตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล (International System of Electrode Placement) แสดงตามภาพที่ 44

ภาพที่ 44 เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan

ภาพที่ 45 หมวกที่มีขั้วไฟฟ้าอิเล็กโทรด (Electrode)

4. วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษานี้แบ่งวิธีดำเนินการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะก่อนการทดลอง และ 2) ระยะการทดลอง

1.ระยะก่อนการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ทำหนังสือติดต่อประสานงานกับผู้บังคับการโรงเรียนทหารนาวิกโยธิน ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนจ่านาวิกโยธิน เข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

1.2 ชี้แจงให้นักเรียนจ่านาวิกโยธินทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย ในวันเสาร์ที่ 10 พฤษภาคม 2558 ณ ห้องประชุมกองนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พร้อมสอบถามความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

1.3 ดำเนินการคัดกรองอาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 78 คน โดยให้อาสาสมัครกรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น (CES-D) แบบสำรวจความถนัดการใช้มือของเอดินเบิร์ก ใช้เวลาประมาณ 20 นาทีต่อคน

1.4 สำหรับการประเมินสายตาระยะใกล้ ด้วยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger’s Chart) การซักประวัติการเจ็บป่วยและการใช้ยา ผู้วิจัยติดต่อขอความอนุเคราะห์ เจ้าหน้าที่พยาบาล จากกองพันพยาบาล กรมสนับสนุน กองพลนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน เพื่อช่วยดำเนินการ

1.5 รวบรวมสรุปผลการคัดกรอง นำข้อมูลที่ได้มาคัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ กลุ่มละ 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่คืนที่ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองกลุ่มตัวอย่างยังครบตามจำนวนเท่าเดิม กลุ่มละ 22 คน

1.6 นัดประชุมกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือก ณ ห้องประชุมห้องประชุมกองนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เพื่อชี้แจงขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลองและให้กรอกแบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย ในวันเสาร์ที่ 17 พฤษภาคม 2558 พร้อมนัดวันเวลาในการดำเนินการทดลอง ระหว่างวันที่ 3-30 มิถุนายน 2558 โดยการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ณ กองบังคับการกองรักษาความปลอดภัย กรมสรรพาวุธทหารเรือ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ระยะการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ดำเนินกิจกรรมการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ณ ห้องปฏิบัติการ ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ตามตารางกำหนดเวลาที่นัดหมาย ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม		หมายเหตุ
รหัส	วันเดือนปี	รหัส	วันเดือนปี	
SE1- SE8	3 มิ.ย 58	SE1- SE8	18 มิ.ย 58	SE หมายถึง กลุ่มใช้โปรแกรม
SC1- SC8	5 มิ.ย 58	SC1- SC8	19 มิ.ย 58	SC หมายถึง กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม
SE9- SE16	6 มิ.ย 58	SE9- SE16	20 มิ.ย 58	
SC9- SC16	7 มิ.ย 58	SC9- SC16	21 มิ.ย 58	
SE17- SE22	8 มิ.ย 58	SE17- SE22	22 มิ.ย 58	
SC17- SC22	9 มิ.ย 58	SC17- SC22	23 มิ.ย 58	
ช่วงเช้าระหว่างเวลา 9.00-12.00 น.และช่วงบ่ายระหว่างเวลา 13.00-17.00 น.				

2.2 ผู้ร่วมการทดลองจะได้รับการสาธิตและทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำแบบทดสอบความใส่ใจ ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม STIM2

2.3 การรวบรวมข้อมูลในห้องทดลอง โดยในวันแรกของทั้งกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จะได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการทดลอง ระยะเวลาการทดลอง อุปกรณ์เครื่องมือและทำความคุ้นเคยกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อลดความวิตกกังวลและความกลัว

2.4 ผู้ร่วมการทดลองจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan และโปรแกรม Curry Seven ที่เชื่อมต่อกับกล่องรับสัญญาณไฟฟ้า ทำหน้าที่บันทึกและวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้ขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบความใส่ใจผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.5 เมื่อผู้ร่วมการทดลองกดปุ่มเพื่อเลือกคำตอบขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ โดยแป้นกดนี้จะเชื่อมต่อกับโปรแกรม STIM2 และเครื่อง Neuroscan เพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา

2.6 บันทึกข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ผู้ร่วมการทดลองที่ได้รับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังนี้

1. ทำความสะอาดหนังศีรษะด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 75% เพื่อขจัดเซลล์ที่ตายแล้วและลดความต้านทานบริเวณหนังศีรษะ จากนั้นวัดขนาดศีรษะเพื่อเลือกขนาดหมวกอิเล็กโทรดให้เหมาะสมกับขนาดศีรษะ โดยหมวกขนาดเล็กสำหรับผู้ที่มีขนาดเส้นรอบศีรษะเท่ากับ 44-48 เซนติเมตร ขนาดกลางสำหรับผู้ที่มีขนาดเส้นรอบศีรษะเท่ากับ 50-54 เซนติเมตร และขนาดใหญ่สำหรับผู้ที่มีขนาดเส้นรอบศีรษะเท่ากับ 54-58 เซนติเมตร โดยใช้แถบวัดความยาวจากจุดกึ่งกลางระหว่างหน้าผากกับจมูก (Nasion) ไปจนถึงรอยนูนด้านหลังศีรษะ (Inion) จากด้านหน้าไปยัง

ด้านหลังเท่ากับกี่เซนติเมตร จากนั้นให้วัดจากจุด Nasion และ Inion ขึ้นไปเท่ากับ 10% ของความยาวที่วัดได้ในตอนแรก เช่น วัดจากด้านหน้าไปด้านหลังได้ 54 เซนติเมตร วัดขึ้นมา 5.4 เซนติเมตร ใช้ดินสอสีแบบลบออกได้ ระบุตำแหน่งไว้ จากนั้นใช้แถบวัดเส้นรอบศีรษะให้ผ่านจุดทั้งสองว่ามีความยาวเท่ากับกี่เซนติเมตร แล้วเลือกขนาดของหมวกให้ตรงกับความยาวที่วัดได้

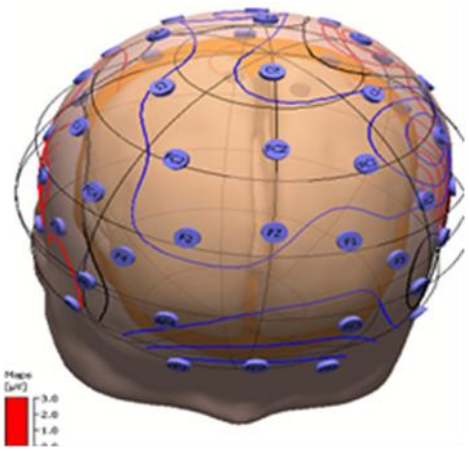
2. สวมหมวกอิเล็กโทรดที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode) ด้วยการวางตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 64 ช่องสัญญาณ (International System of Electrode Placement) บนศีรษะของผู้ร่วมการทดลอง โดยให้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า Fp1 และ Fp2 อยู่ระหว่างจุดที่วัดจาก Nasion ขึ้นมา 10% จากนั้นเลือกหมวกขนาดที่พอดีกับศีรษะของผู้ร่วมการทดลอง ตรวจดูให้แน่ใจว่าตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่อยู่ภายในหมวกอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยเฉพาะขั้วไฟฟ้าที่ต้องอยู่ในแนวกลางศีรษะ คือ Fz, Cz และ Pz รวมทั้งตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอื่น ๆ ติดขั้วไฟฟ้าที่บริเวณหลังใบหู (Mastoid) ด้านซ้าย-ขวา (M1,M2) เพื่อเป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference Electrode) จำนวน 2 ขั้ว

3. บรรจุนำเกลือสำหรับนำสัญญาณไฟฟ้า (Electrolyte) โดยใช้เข็มฉีดยาปลายทู่ (Blunt Needle) เบอร์ 15 ดูด Electrolyte เข้าไปในหลอดฉีดยา (Syringe) เพื่อนำไปใส่ลงในตำแหน่งที่เชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าที่อยู่ข้างใต้หมวกจนครบทุกขั้วไฟฟ้า ภาพที่ 46

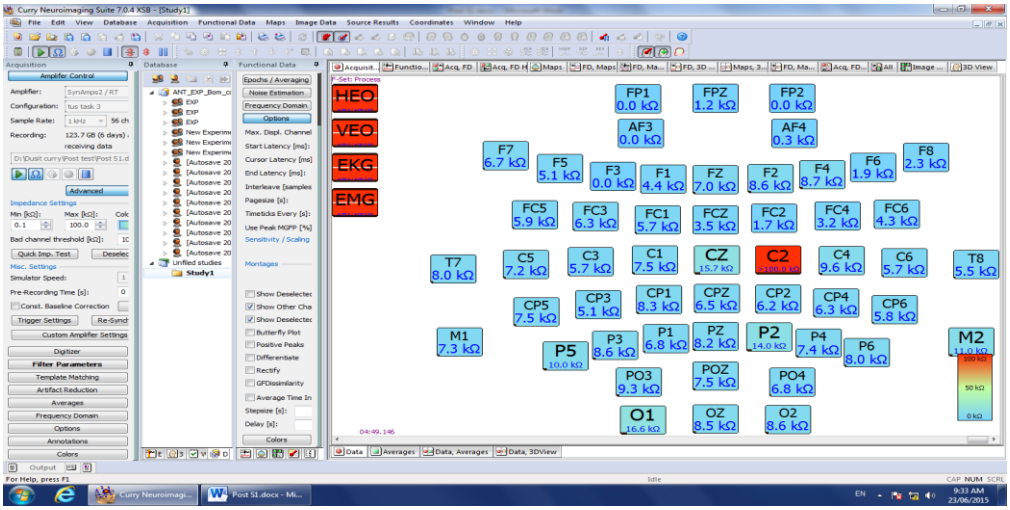
ภาพที่ 46 การสวมหมวกที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode) และการบรรจุนำเกลือ (Electrolyte) เพื่อนำสัญญาณไฟฟ้า

4. การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograms Recording) ด้วยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan จากประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 64 ช่องสัญญาณ (Channels) ทำการบันทึกแบบ Real-Time Recorder พร้อมหมวกอิลาสติก (Elastic Cap) ที่มีขั้วไฟฟ้าวางตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 64 ช่องสัญญาณ (International System of Electrode Placement) การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากลจะประกอบไปด้วย A=Ear Lobe, C=Central, P=Parietal, F=Frontal, T=Temporal Lobe, Fp=Frontal Polar, O = Occipital ขั้วไฟฟ้าในแนวกลางศีรษะ 3 ตำแหน่ง (Fz, Cz, Pz) แสดงได้ดังภาพที่ 47 และใช้ขั้วไฟฟ้าที่บริเวณ

หลังใบหู (Mastoid) ด้านซ้าย-ขวา (M1,M2) เป็นตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference Electrode) จำนวน 2 ขั้ว คลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึก จะได้รับการแปลงสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) เป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) ด้วยอัตราการสุ่ม 250 เฮิร์ตซ์ (Hz) กำหนดค่าความต้านทานในแต่ละขั้วไฟฟ้าน้อยกว่า 5 กิโลโอห์ม (KΩ) แสดงดังภาพที่ 48



ภาพที่ 47 ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าจากโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0



ภาพที่ 48 หน้าจอแสดงค่าความต้านทานในแต่ละขั้วไฟฟ้า (Impedance)

5. ผู้ร่วมการทดลองนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์บนเก้าอี้ในท่าที่สบาย ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ ห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตร ที่ต่อสายจากขั้วไฟฟ้าเข้ากับระบบบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง เมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ร่วมทดลองทำแบบทดสอบความใส่ใจ จนครบทั้ง 3 ตอน (Block) พร้อมกับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองแบบต่อเนื่อง โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมและให้การดูแลตลอด

ระยะเวลาขณะทำการทดลอง อีกทั้งผู้ร่วมการทดลองสามารถออกจากกระบวนการทดลองได้ทุกเมื่อหากรู้สึกไม่สบายทั้งร่างกายและจิตใจ โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ร่วมการทดลอง

6. บันทึกแฟ้มข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินการกับข้อมูลต่อไป

7. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ให้ผู้รับการทดลองทำความสะอาดศีรษะในสถานที่ที่จัดเตรียมไว้ให้และเดินทางกลับ จากนั้นทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทดลองครั้งต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอหนังสือจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้บังคับการโรงเรียนทหารนาวิกโยธิน ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนจ่านาวิกโยธิน เข้าร่วมการวิจัย

2. คัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 44 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ กลุ่มละ 22 คน ประชุมชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลองและให้ลงนามในแบบฟอร์มแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ในระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม – 30 มิถุนายน พ.ศ. 2558 และจัดทำตารางนัดหมายกลุ่มตัวอย่างเพื่อดำเนินการตามขั้นตอนการทดลอง แสดงในภาคผนวก ง

3. จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศทางปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

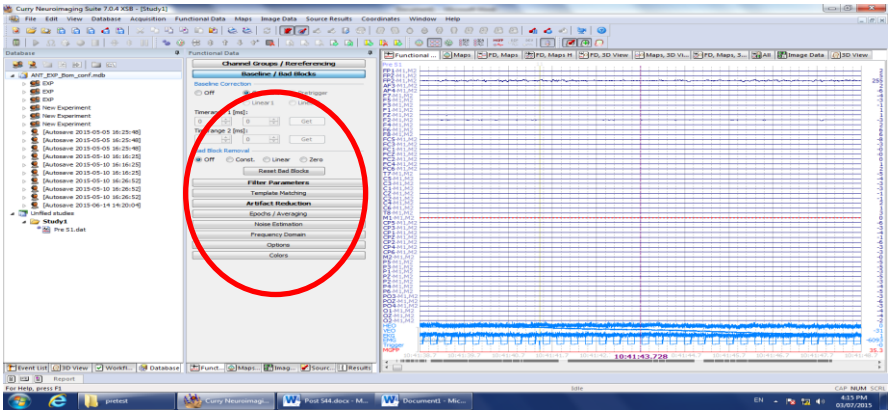
4. การเก็บข้อมูลการวิจัยด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา (Centre of Excellence in Cognitive Science: CECoS) วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ก่อนการทดลอง (Pre-test) ทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 44 คน ระหว่างวันที่ 1-30 มิถุนายน พ.ศ. 2558 ในช่วงเช้า (08.00-12.00 น.) และช่วงบ่าย (13.00–17.00 น.)

5. กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จะดำเนินชีวิตตามปกติและไม่ได้รับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

6. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จะได้รับการฝึก ตามวันและเวลาที่กำหนด (แสดงในภาคผนวก ง) จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จำนวน 44 คน จะได้รับการตรวจวัดเพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลอง (Post-test) และวัดความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ระหว่างวันที่ 1-30 มิถุนายน พ.ศ. 2558 ในช่วงเช้า (08.00-12.00 น.) และช่วงบ่าย (13.00–17.00 น.)

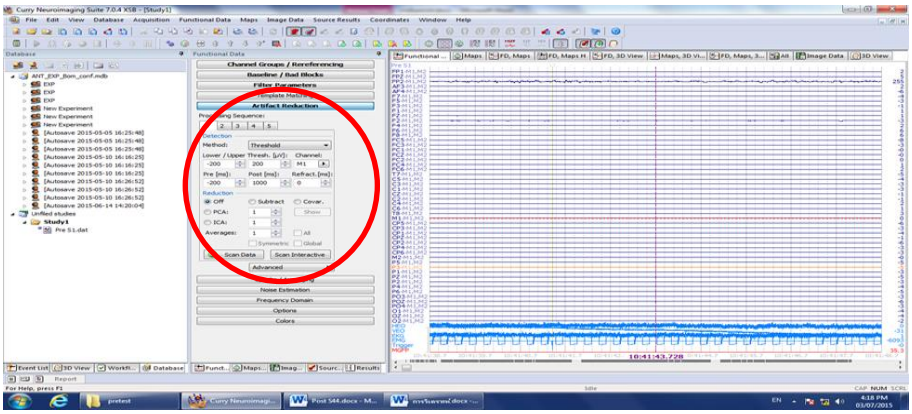
7. เก็บรวบรวมข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ และข้อมูลพฤติกรรมจากการทำแบบทดสอบความใส่ใจที่บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป STIM2 มีขั้นตอนการประมวลผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ดังนี้

7.1 การกรองสัญญาณ (Filter) คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เริ่มจากการเลือกที่เมนู Baseline/ Bad Block ที่หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แล้วเลือกค่าคงที่ (Constant) เพื่อการกรองสัญญาณที่ไม่ดีออก ดังภาพที่ 49



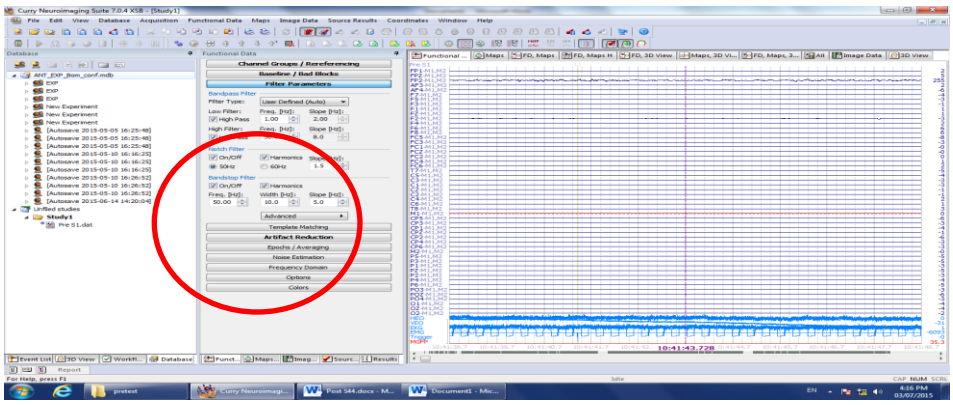
ภาพที่ 49 หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการกรองสัญญาณ (Filter) คลื่นไฟฟ้าสมอง

7.2 การกรองสัญญาณช่วงความถี่ผ่าน (Band Pass Filter) ให้อยู่ในช่วง 1-30 Hz เลือกที่เมนู Filter Parameter ที่ Filter Type เลือก User Defined (Auto) และกำหนดค่าความถี่ Low Filter High Pass ที่ความถี่ 1Hz กำหนดค่า High Filter Low Pass ที่ความถี่ 30 Hz จากนั้นเปิด ON ที่ตำแหน่ง Notch Filter และ Band Stop Filter ดังภาพที่ 50



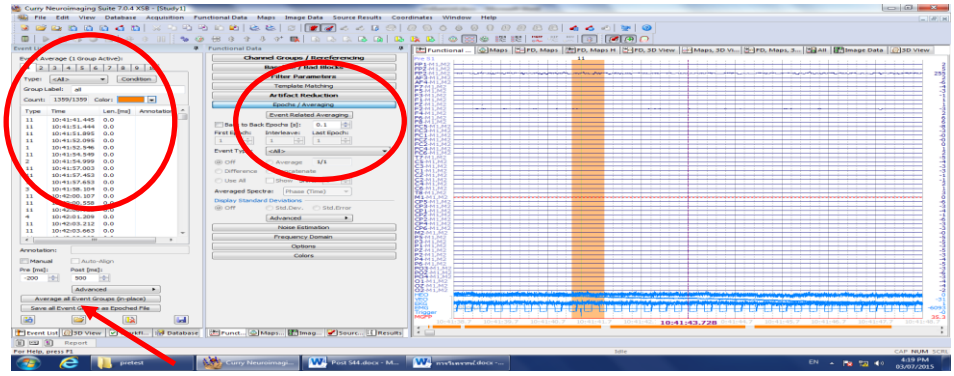
ภาพที่ 50 หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการกรองสัญญาณช่วงความถี่ผ่าน

7.3 ตัดสัญญาณรบกวน (Artifact Reduction) โดยการเลือกที่เมนู Artifact Reduction ที่หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 เลือกวิธีการ (Method) ที่ Threshold เลือกช่องสัญญาณ (Chanel) ที่จุดอ้างอิง M2 และกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการตัดสัญญาณรบกวน เวลาเริ่มก่อน (Pre) ได้รับสิ่งกระตุ้นที่เวลา -200 ms และเวลาสิ้นสุด (Post) หลังได้รับสิ่งกระตุ้นที่เวลา 1000 ms แล้วกดปุ่ม Scan Data ดังภาพที่ 51



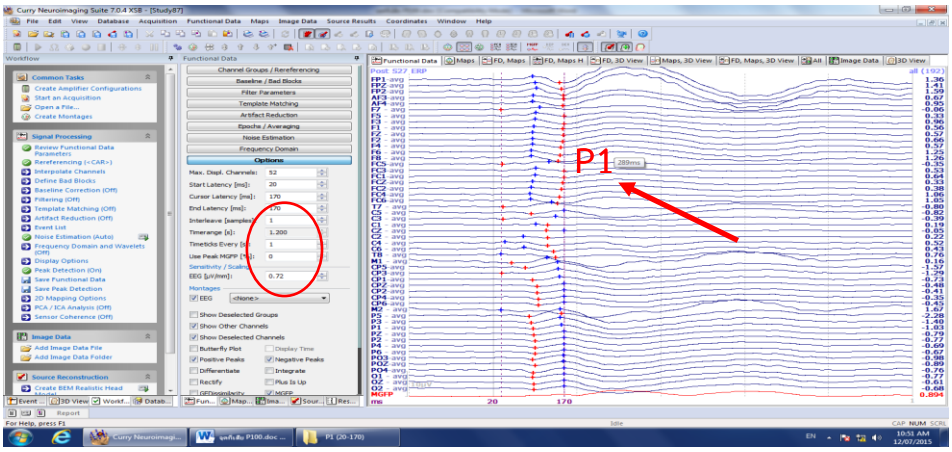
ภาพที่ 51 หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการตัดสัญญาณรบกวน

7.4 ช่วงเวลาที่ใช้ในการตัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อใช้วิเคราะห์ ERPs โดยเลือกที่เมนู Epochs/ Averaging ที่หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 เลือก Event Related Averaging เลือกวิเคราะห์สิ่งเร้าทั้งหมดทุกข้อ ที่เมนู Type ด้วยการเลือก All เลือกช่วงเวลาที่เมนู Pre (MS) -200 (ลบ 200 มิลลิวินาที) และ Post (MS) 1000 (1000 มิลลิวินาที) จากนั้นตัดข้อที่ไม่ต้องการออก แล้วเลือกกด Average All Event Group (IN-Place) โปรแกรมจะตัดคลื่นที่ไม่ต้องการออก จะคงเหลือคลื่นไฟฟ้าสมอง ERPs ในช่วงเวลาที่ต้องการ ตามตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมองที่กำหนด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ดังภาพที่ 52

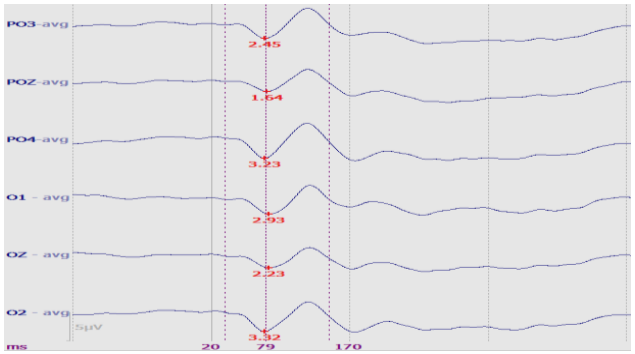


ภาพที่ 52 หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการตัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ERPs

7.5 การคำนวณค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด โดยการเลือกที่เมนู Option ที่หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 กำหนดช่วงเวลาเริ่มต้น (Start Latency) ที่ต้องการคำนวณ คือ 20 มิลลิวินาที และช่วงเวลาสิ้นสุด (End Latency) ที่ต้องการคำนวณ คือ 170 มิลลิวินาที แล้วเลือกกดปุ่ม Positive Peaks และ Negative Peaks จะได้ค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมองที่กำหนด ดังภาพที่ 53 และภาพตัวอย่างที่แสดงคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 (Peak) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ที่ช่วงเวลา 20 -170 มิลลิวินาที ที่บริเวณเปลือกสมองส่วนหลัง (Occipital) ดังภาพที่ 54

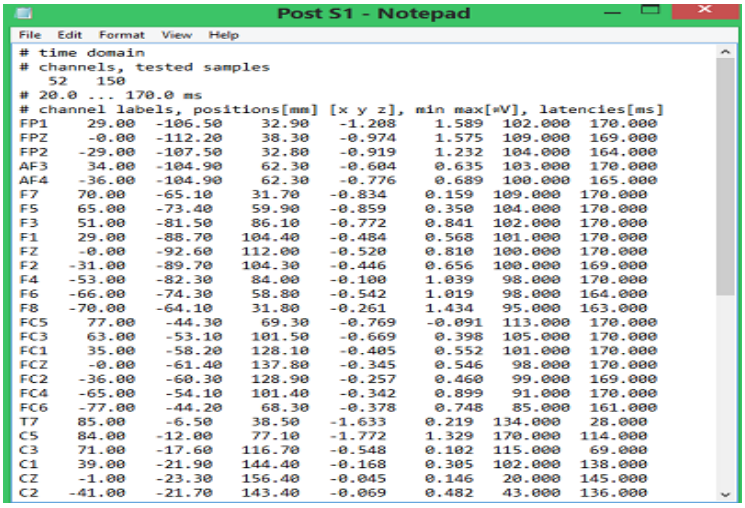


ภาพที่ 53 หน้าต่างโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 แสดงการคำนวณหาค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด



ภาพที่ 54 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจบริเวณเปลือกสมองส่วนหลัง (Occipital)

7.6 การบันทึกค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง โดยการเลือกที่เมนู Workflow และเลือกที่ Save Peak Deduction ข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในรูปของ Tex File ดังภาพที่ 55



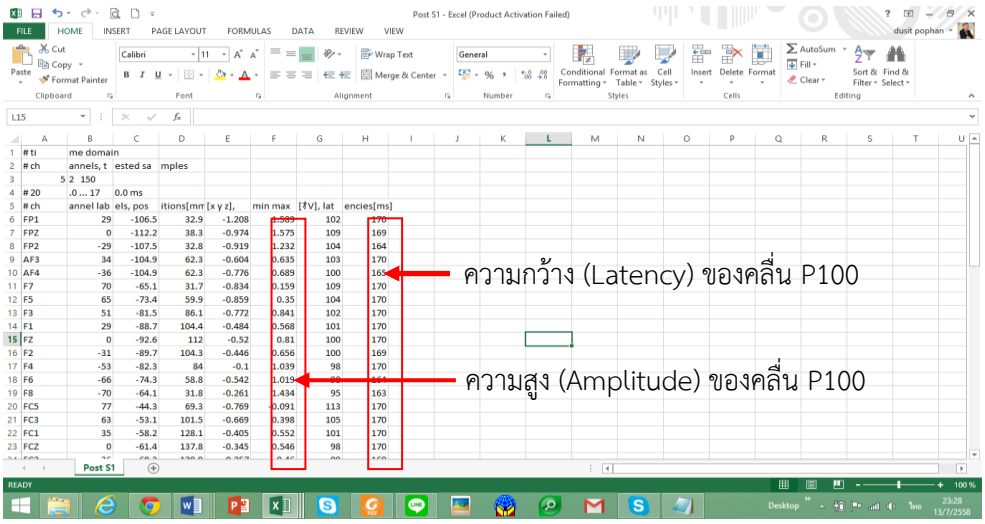
Post S1 - Notepad

File Edit Format View Help

```
# time domain
# channels, tested samples
   52   150
# 20.0 ... 170.0 ms
# channel labels, positions[mm] [x y z], min max[#V], latencies[ms]
FP1     29.00  -106.50    32.90   -1.208    1.589  102.000  170.000
FPZ     -0.00  -112.20    38.30   -0.974    1.575  109.000  169.000
FP2     -29.00 -107.50    32.80   -0.919    1.232  104.000  164.000
AF3     34.00  -104.90    62.30   -0.604    0.635  103.000  170.000
AF4     -36.00 -104.90    62.30   -0.776    0.689  100.000  165.000
F7      70.00   -65.10    31.70   -0.834    0.159  109.000  170.000
F5      65.00   -73.40    59.90   -0.859    0.350  104.000  170.000
F3      51.00   -81.50    86.10   -0.772    0.841  102.000  170.000
F1      29.00   -88.70   104.40   -0.484    0.568  101.000  170.000
FZ      -0.00   -92.60   112.00   -0.520    0.810  100.000  170.000
F2     -31.00   -89.70   104.30   -0.446    0.656  100.000  169.000
F4     -53.00   -82.30    84.00   -0.100    1.039   98.000  170.000
F6     -66.00   -74.30    58.80   -0.542    1.019   98.000  164.000
F8     -70.00   -64.10    31.80   -0.261    1.434   95.000  163.000
FC5     77.00   -44.30    69.30   -0.769   -0.091  113.000  170.000
FC3     63.00   -53.10   101.50   -0.669    0.398  105.000  170.000
FC1     35.00   -58.20   128.10   -0.405    0.552  101.000  170.000
FCZ     -0.00   -61.40   137.80   -0.345    0.546   98.000  170.000
FC2    -36.00   -60.30   128.90   -0.257    0.460   99.000  169.000
FC4    -65.00   -54.10   101.40   -0.342    0.899   91.000  170.000
FC6    -77.00   -44.20    68.30   -0.378    0.748   85.000  161.000
T7      85.00    -6.50    38.50   -1.633    0.219  134.000   28.000
C5      84.00   -12.00    77.10   -1.772    1.329  170.000  114.000
C3      71.00   -17.60   116.70   -0.548    0.102  115.000   69.000
C1      39.00   -21.90   144.40   -0.168    0.305  102.000  138.000
CZ      -1.00   -23.30   156.40   -0.045    0.146   20.000  145.000
C2     -41.00   -21.70   143.40   -0.069    0.482   43.000  136.000
```

ภาพที่ 55 หน้าต่างโปรแกรม Notepad แสดงการบันทึกค่าความกว้างและความสูง ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง ในรูปของ Tex File

7.7 แปลง Tex File ให้อยู่ในรูปของ Excel File เพื่อให้ได้ค่าความกว้างและความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป ดังภาพที่ 56



ภาพที่ 56 หน้าต่างโปรแกรม Excel แสดงการบันทึกค่าความกว้างและความสูง ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง

7.8 ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ต้องตรวจสอบการจัดกระทำข้อมูล เนื่องจากการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองที่บริเวณเปลือกสมองของแต่ละคน จะมีค่าความต้านทาน (Impedance) ที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการปรับค่าข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ให้อยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันด้วยวิธี Max-Min Normalization (Jain & Bhandare, 2011, p. 48) ตามสมการดังนี้

$$X_{i,\ 0\ to\ 1} = \frac{X_i - X_{Min}}{X_{Max} - X_{Min}}$$

เมื่อ X_i หมายถึง ค่าใหม่ของตัวแปร X มีค่า 0-1

X_0 หมายถึง ค่าปัจจุบันของของตัวแปร X

X_{min} หมายถึง ค่าต่ำสุดของชุดข้อมูล

X_{max} หมายถึง ค่าสูงสุดของชุดข้อมูล

7.9 นำข้อมูลของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ เป็นค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจและจัดกระทำข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยการเปรียบเทียบค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุของกลุ่มใช้โปรแกรม และระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยโปรแกรม SPSS

7.10 ข้อมูลพฤติกรรมที่บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป STIM2 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีรายละเอียดดังนี้

7.10.1 ความถูกต้องของการตอบสนอง จากการทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีเกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกให้เป็น 1 คะแนน ตอบผิดให้เป็น 0 คะแนน

7.10.2 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ คือ เวลาตั้งแต่ที่สิ่งเร้าปรากฏจนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตอบสนอง มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที โดยนำเฉพาะเวลาที่ได้จากการตอบถูกเท่านั้น มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยรายบุคคล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและการทำงานของสมอง โดยจำแนกการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ข้อมูลที่ได้ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป STIM2 และข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองบันทึกจากโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 นำมาดำเนินการ ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent t-test)

2.2 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent t-test)

2.3 เปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตา

แบบติดตามวัตถุ ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent t-test)

2.4 เปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent t-test)

2.5 วิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (Cohen et al., 1997 อ้างถึงใน สุชาดา กรเพชรปาณี, 2547, หน้า 100)

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

เมื่อ: $\overline{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยข้อมูลกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

$\overline{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยข้อมูลกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

โดยมีเกณฑ์การแปลผลดังนี้

0.20 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับน้อย

0.50 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับปานกลาง

0.80 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับมาก

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและการทำงานของสมอง นำเสนอเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้น

2.1 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.2 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.3 ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.4 ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

n	หมายถึง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
M	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
df	หมายถึง	องศาอิสระ (Degrees of Freedom)
p	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็น (Probability)
t	หมายถึง	ค่าที่คำนวณได้จากสถิติทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน และกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน
ES	หมายถึง	ขนาดอิทธิพล (Effect Size)

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

แนวคิดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัย ที่เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้น และผ่านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน วิเคราะห์หาค่า CVI (Content Validity Index) เท่ากับ 1 และนำโปรแกมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน สรุปได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุเพื่อกระตุ้นการบริหารสมองช่วยเพิ่มความใส่ใจ โดยใช้เวลาฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ครั้งละ 29 นาที ทุกวันต่อเนื่อง 14 วัน ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ 1) กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย 2) กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม คือ

1.1 การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) เพื่อช่วยให้เกิดการตอบสนองการผ่อนคลาย (Relaxation Response) การเต้นของหัวใจช้าลง การลดระดับของคอติซอล (Cortisol) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่จำเป็น (Essential Hormone) ที่เกี่ยวกับความเครียด (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571) ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองสมองอัลฟ่า (Alpha Amplitude) (Busek & Kemlink, 2005, pp. 327-333; Kim et al., 2013, pp. 264-269) มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1.1.1 ผู้ร่วมการทดลองนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์ ที่มีขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว สวมหูฟัง (Headphone) ในท่าที่สบาย ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ หลับตา มือทั้งสองข้างวางบนหน้าตัก

1.1.2 หายใจเข้าผ่านทางจมูกอย่างช้า ๆ ซึ่งเป็นการหายใจด้วยการใช้กะบังลมบริเวณอกจะยกขึ้น ท้องพองออก ใช้เวลาประมาณ 4 วินาที และค้างไว้ 2 วินาที จากนั้นค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจออกทางจมูกช้า ๆ ลักษณะที่ถูกต้องท้องจะแฟบและใช้เวลาในการหายใจออกนานกว่าการหายใจเข้า จากนั้นลืมตาเมื่อได้ยินเสียงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ผ่านหูฟัง โดยใช้เวลาทำกิจกรรมการหายใจแบบลึก เป็นเวลา 3 นาที และยังคงปฏิบัติการหายใจแบบลึกนี้ สลับกับการพักสายตาระหว่างฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

1.2 การจินตภาพ (Imagery) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียด อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; (Ng, Abbott, & Hunt, 2014, pp. 620-633) มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1.2.1 การจินตภาพ เป็นขั้นตอนการปฏิบัติที่ต่อเนื่องกับการหายใจแบบลึก เมื่อผู้ร่วมการทดลองได้ยินเสียงสัญญาณให้ลืมตาจากคอมพิวเตอร์ผ่านหูฟัง หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงเป็นสีฟ้าเป็นเวลา 5 วินาที เพื่อให้ผู้ร่วมการทดลองเตรียมพร้อม จากนั้นหน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงภาพที่ประทับใจของแต่ละคน ผู้ร่วมการทดลองมองภาพประทับใจของแต่ละคน เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นภาพดังกล่าวจะหายจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ และหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเปลี่ยนเป็นสีดำ

1.2.2 ผู้ร่วมการทดลอง หลับตาจินตนาการ (Imagination) ถึงการมองเห็นรายละเอียดของภาพนั้น ด้วยวิธีการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery) พยายามทำให้ภาพที่

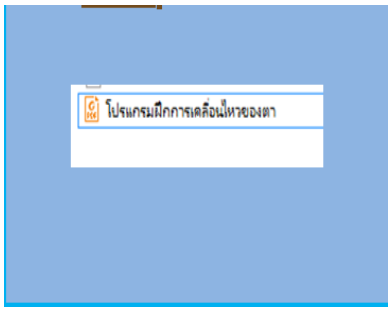
เกิดขึ้นมีความชัดเจน (Clarity) ในลักษณะที่เหมือนจริง (Realism) โดยมุ่งกับผลในทางบวกของภาพในจิตนาการนั้น (Positive Outcome) เช่น ความสำเร็จหรือการได้สัมผัสกับสถานที่นั้น

1.2.3 ระหว่างการจินตนการถึงภาพประทับใจ ผู้ร่วมการทดลองยังคงการหายใจแบบลึกร่วมด้วย รวมใช้เวลาในการจินตภาพ เป็นเวลา 2 นาที โดยสรุป กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ซึ่งเป็นการปฏิบัติก่อนฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยใช้เวลาทั้ง 2 กิจกรรม รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 5 นาที ตามการศึกษาของ เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2556), Tang et al. (2007) และ Abbott and Hunt (2014)

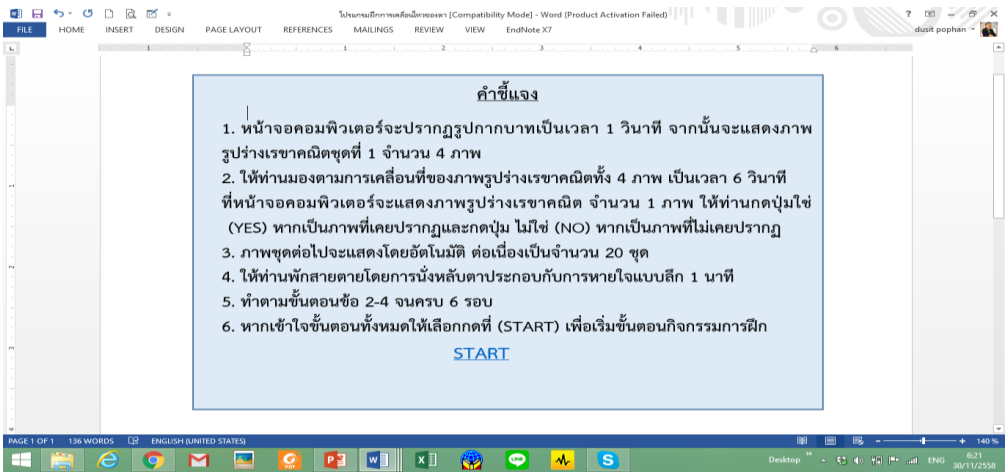
2. ผลของการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยวิธีการกำหนดภาพรูปร่างเรขาคณิตและสี จากโปรแกรมอะโดบี โฟโตชอป เวอร์ชั่น CS5 (Adobe Photoshop CS5) และโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) จากนั้น กำหนดจำนวนของภาพรูปร่างเรขาคณิต ระยะเวลา ลักษณะการเคลื่อนที่และความเร็วของการเคลื่อนที่ จากการกำหนดด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีโครงสร้างหน้าจอหลัก แสดงดังภาพที่ 57-58



ภาพที่ 57 ไอคอนการเข้าโปรแกรม



ภาพที่ 58 หน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 57 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ประกอบด้วยเมนูหลักในการใช้งาน และส่วนคำชี้แจงของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สำหรับส่วนของคำชี้แจงมีรายละเอียด ดังนี้

1. หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏรูปกากบาท เป็นเวลา 1 วินาที จากนั้นจะแสดงภาพรูปร่างเรขาคณิตชุดที่ 1 จำนวน 4 ภาพ

2. มองตามการเคลื่อนที่ของภาพรูปร่างเรขาคณิตทั้ง 4 ภาพ เป็นเวลา 6 วินาที จากนั้นหน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงภาพรูปร่างเรขาคณิต จำนวน 1 ภาพ ให้กดปุ่ม ใช่ (YES) หากเป็นภาพที่เคยปรากฏและกดปุ่ม ไม่ใช่ (NO) หากเป็นภาพที่ไม่เคยปรากฏ

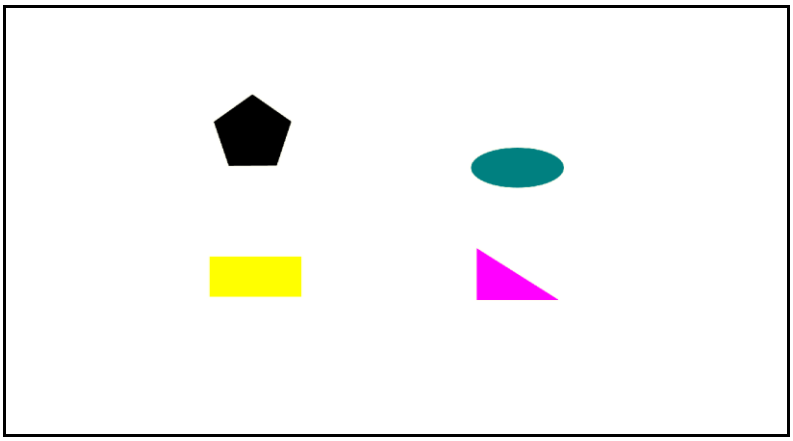
3. ภาพชุดต่อไปจะแสดงโดยอัตโนมัติ ต่อเนื่องเป็นจำนวน 20 ชุด

4. พักสายตายโดยการหลับตาประกอบกับการหายใจแบบลึก 1 นาที

5. ทำตามขั้นตอนข้อ 2-4 จนครบ 6 รอบ

6. หากเข้าใจขั้นตอนทั้งหมดให้เลือกกดที่คำว่า เริ่มต้น (START) เพื่อเริ่มขั้นตอนกิจกรรมการฝึก

2.2 รายละเอียดของโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีโครงสร้างหน้าจอคอมพิวเตอร์ภายในส่วนการฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ซึ่งจะแสดงภาพรูปร่างเรขาคณิตที่หน้าคอมพิวเตอร์ เคลื่อนที่ตามเวลาและความเร็วที่กำหนด แสดงตามภาพที่ 59



ภาพที่ 59 ภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

3. ผลตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุโดยผู้เชี่ยวชาญ

นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation) และวิธีการหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ประกอบด้วย การนั่งในท่าสบายไม่เกร็งกล้ามเนื้อ การหายใจเข้า-ออก แบบช้า ๆ และลึกเป็นเวลา 3 นาที (หายใจเข้าประมาณ 4 วินาที หายใจออกประมาณ 6 วินาที) การมองภาพที่

ประทับใจ จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 15 วินาที และการจินตนาการถึงภาพที่ตนเองประทับใจโดยทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจน เสมือนจริง เป็นเวลา 2 นาที

2. ด้านอุปกรณ์สำหรับฝึกการเคลื่อนไหวของตา (Saccadic Eye Movement) ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว มีความคมชัด 1366 x 768 พิกเซล (Pixels) โปรแกรมฝึกเขียนด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language) ใช้คีย์บอร์ดแบบตัวเลข (Numeric Keypad) และเมาส์ (Mouse)

3. ด้านรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ประกอบด้วย ภาพรูปร่างเรขาคณิตจำนวน 10 ภาพ ลักษณะของภาพที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สีของภาพรูปร่างเรขาคณิตที่แสดงได้จากการผสมด้วยโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) ความละเอียดของภาพ (Resolution) เท่ากับ 1366 x 768 พิกเซล (Pixels) จำนวนของภาพรูปร่างเรขาคณิตที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 ภาพ การเคลื่อนที่ของภาพรูปร่างเรขาคณิตด้วยความเร็ว 3.2 เซนติเมตรต่อวินาที

4. ด้านวิธีฝึกการเคลื่อนไหวของตา ประกอบด้วย ท่านั่งตัวตรง หน้าตรง ใบหน้าไม่เคลื่อน ขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตา มีระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตร มีมุมการมองที่ 27 องศา ฝึกการเคลื่อนไหวของตา 2 นาที สลับกับการหายใจแบบลึก 1 นาที (1 รอบ) รวม 6 รอบ ระยะเวลาฝึกการเคลื่อนไหวของตาตามโปรแกรมฝึก วันละ 1 ครั้ง ๆ ละ 29 นาที ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 14 วัน

5. ด้านรูปแบบการใช้งาน ประกอบด้วย โปรแกรมฝึกเป็นลำดับขั้นตอน รายละเอียดการฝึกครอบคลุมวัตถุประสงค์ มีความต่อเนื่อง โปรแกรมฝึกมีความง่ายต่อการใช้งาน การประเมินความเหมาะสม ใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ นำผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแปลงเป็นคะแนน เพื่อใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อยและระดับน้อยที่สุด ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ในด้านต่าง ๆ ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ให้ความเห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) เท่ากับ 1 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมสำหรับการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนนาวิกโยธิน

การตรวจสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ด้วยตนเอง และนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุกับทหารกองประจำการกองรักษาความปลอดภัย กรมสรรพาวุธทหารเรือ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับนักเรียนจ่านาวิกโยธิน จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรมจนสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ทั้งนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งโปรแกรม Python แล้วเท่านั้น

4. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถสรุปขั้นตอนการฝึก ได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สรุปขั้นตอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

วันที่	ลำดับ	กิจกรรม	เวลา (นาที)
1-14	1	นั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ร่างกายผ่อนคลาย รู้สึกสบาย หลับตา การหายใจเข้าออกแบบลึก (Deep Breathing)	3
	2	มองภาพประทับใจจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 15 วินาที หลับตา จินตนาการถึงการมองเห็นภาพนั้นให้มีความชัดเจน เสมือนจริง โดยมุ่งผลในทางบวกร่วมกับการหายใจแบบลึก	2
	3	ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จากคอมพิวเตอร์สลับกับการพักสายตาและการหายใจแบบลึก จำนวน 6 รอบ	24
		รวมเวลาทั้งสิ้น	29

จากตารางที่ 11 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีรายละเอียดตามลำดับของกิจกรรม ดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์ ขนาด 23 นิ้ว มีระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตร มีมุมการมองที่ 27 องศา สวมหูฟัง ด้วยการนั่งในท่าที่สบาย หลับตา ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ มือทั้งสองข้างวางบนหน้าตัก ตัวตรง ใบหน้าตรง จากนั้นหายใจเข้า - ออกช้า ๆ และแบบลึก (Deep Breathing) แสดงดังภาพที่ 60

ภาพที่ 60 ระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์และมุมการมอง

2. ผู้เข้าร่วมการทดลองมองภาพประทับใจ จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 15 วินาที เมื่อภาพหายจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ให้หลับตาจินตนาการถึงการมองเห็นภาพนั้น ให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจน เหมือนจริงร่วมกับการหายใจแบบลึก แสดงดังภาพที่ 61

ภาพที่ 61 ลักษณะการนั่งขณะฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย

3. ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จากคอมพิวเตอร์สลับกับการพักสายตาและการหายใจแบบลึก จำนวน 6 รอบ ซึ่งเป็นการฝึกใช้สายตามองตามการเคลื่อนที่ของภาพรูปร่างเรขาคณิต จำนวน 4 ภาพ ที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ด้วยการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้างไปในทิศทางเดียวกัน (Conjugate Movement) ในลักษณะการมองกวาด (Scanning) โดยการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เริ่มจากมีรูปกากบาทสีดำปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 1 วินาที จากนั้นภาพรูปร่างเรขาคณิตที่มีรูปร่างและสีที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ภาพ จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 6 วินาที ต่อจากนั้นภาพรูปร่างเรขาคณิตที่ไม่มีสี จะปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพ เพื่อให้ผู้ร่วมการทดลองตอบว่าเป็นภาพที่เคยปรากฏมาก่อนหรือไม่ โดยการเลือกตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ (YES/ NO) ที่แป้นกด (Numeric Key) ภายในเวลา 3 วินาที หากภาพที่แสดงเคยเป็นภาพที่ปรากฏในโปรแกรมฝึกชุดที่ผ่านมาให้กดคำว่า “ใช่ (YES)” หรือกดคำว่า “ไม่ใช่ (NO)” หากเป็นภาพที่ไม่เคยปรากฏในโปรแกรมฝึกชุดที่ผ่านมา จากนั้นภาพชุดต่อไปจากโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จะแสดงโดยอัตโนมัติจนครบจำนวน 20 ชุด เป็นเวลา 3 นาที โดยนับเป็น 1 รอบ ผู้ร่วมการทดลองจะได้พักสายตาเพื่อลดความตึงเครียดของสายตาด้วยการนั่งหลับตาประกอบกับการหายใจแบบลึก เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นผู้เข้าร่วมการทดลองกดปุ่มเริ่มต้น (Start) ที่แป้นกด เพื่อเริ่มการฝึกชุดต่อไป โดยทำสลับกันจนครบ 6 รอบ รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 24 นาที ดังภาพที่ 62

ภาพที่ 62 การนั่งขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุด้วยคอมพิวเตอร์

การปฏิบัติกิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จำนวน 6 รอบ ๆ ละ 18 นาที สลับกับการหายใจแบบลึก 6 นาที (รอบละ 1 นาที) ร่วมกับกิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย 5 นาที รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 29 นาที โดยทำกิจกรรมการฝึกวันละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 14 วัน ติดต่อกัน รายละเอียดของการฝึกแสดงใน คู่มือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาคผนวก ข

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้น

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุเพื่อเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลอง ก่อนและหลังการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2013, pp. 24-27) ในประเด็นความถูกต้องของการตอบสนอง เวลาปฏิกิริยาและคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีผลการศึกษาดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ การเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา ประวัติการเจ็บป่วยทางจิต การมองเห็น ความถนัดในการใช้มือ การใช้คอมพิวเตอร์และประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความใส่ใจ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	*n* = 44	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	44	100
อายุ		
18 ปี	16	36.36
19 ปี	21	43.18
20 ปี	7	20.46
การเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา		
ไม่มี	44	100
การมองเห็น		
ปกติ	44	100
ความถนัดในการใช้มือ		
มือขวา	44	100
การใช้คอมพิวเตอร์		
เป็น	44	100
ประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความใส่ใจ		
ไม่มี	44	100

จากตารางที่ 12 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นเพศชาย ร้อยละ 100 ส่วนใหญ่อายุ 19 ปี ร้อยละ 43.18 กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 100 ไม่มีประวัติการเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา มีการมองเห็นปกติ ถนัดในการใช้มือขวา สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้และไม่มีประสบการณ์ในการฝึกการเพิ่มความใส่ใจ

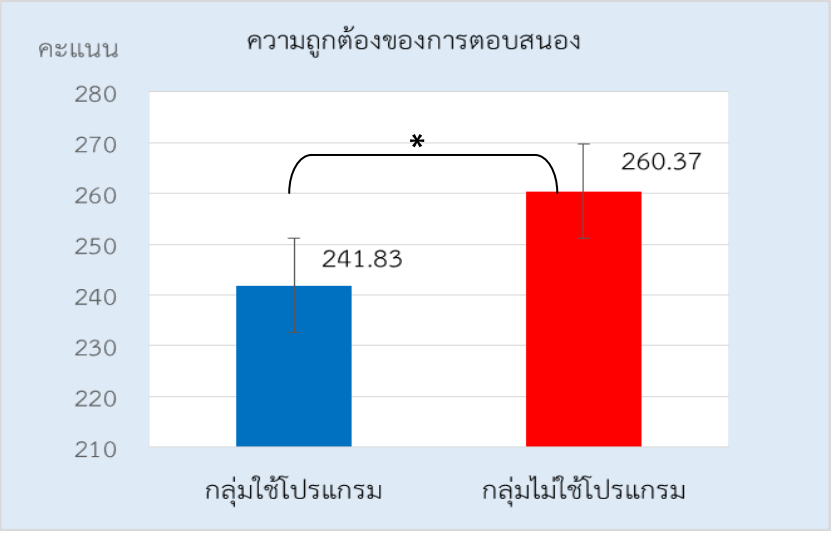
2. ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงตามตารางที่ 13-14

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
กลุ่ม	*n*	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนใช้โปรแกรม	22	21	241.83	14.77	-5.57*	.00
หลังใช้โปรแกรม	22		260.37	10.57		

*$p < .05$

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -5.57 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ส่งผลให้กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 63



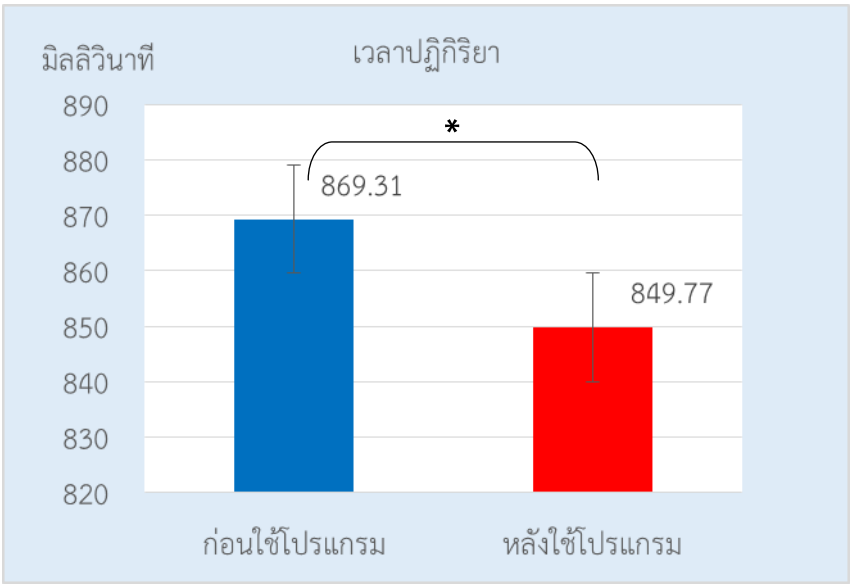
ภาพที่ 63 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการตอบสนองของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กลุ่ม	เวลาปฏิกิริยา					
	n	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนใช้โปรแกรม	22	21	869.31	33.26	-2.56*	.00
หลังใช้โปรแกรม	22		849.77	11.47		

*$p < .05$

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ของกลุ่มทดลองมีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -2.56 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ส่งผลให้กลุ่มทดลองหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีเวลาปฏิกิริยาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 64



ภาพที่ 64 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

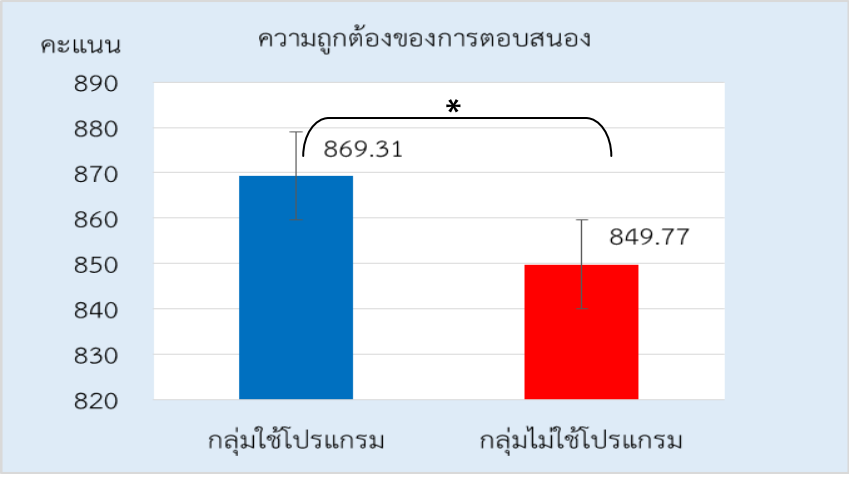
3. ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังตารางที่ 15-16

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

	ความถูกต้องของการตอบสนอง						
กลุ่ม	*n*	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*	*ES*
กลุ่มใช้โปรแกรม	22	42	260.37	10.57	5.98*	.00	0.68
กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	22		240.46	11.47			

*$p < .05$

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ 5.98 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) เท่ากับ 0.68 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ส่งผลให้กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบ ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 65



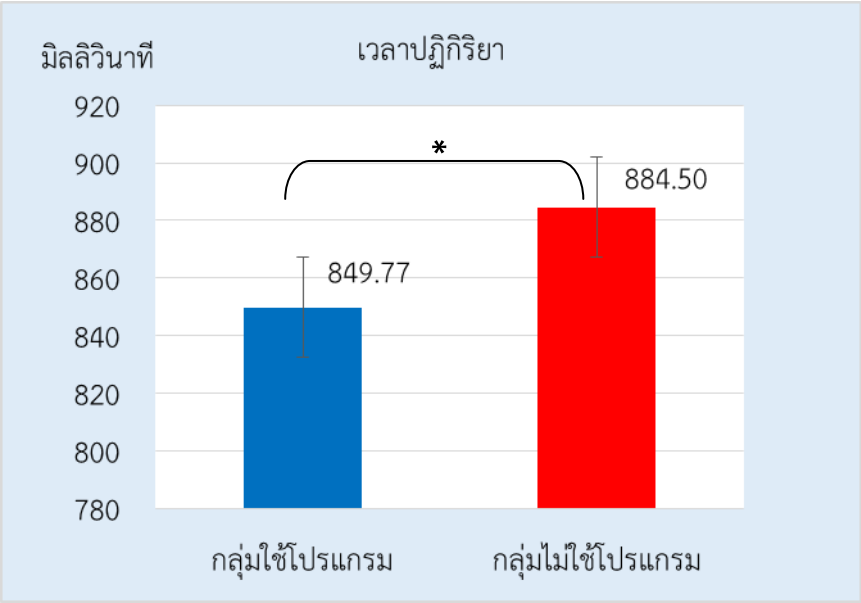
ภาพที่ 65 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องการตอบสนองของกลุ่มทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กลุ่ม	เวลาปฏิกิริยา						
	n	*df*	*M*	*SD*	*t*	*p*	*ES*
กลุ่มใช้โปรแกรม	22	42	849.77	33.42	-4.60*	.00	0.58
กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	22		884.50	11.42			

*$p < .05$

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -4.60 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) เท่ากับ 0.58 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ส่งผลให้กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีเวลาปฏิกิริยาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 คือกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีเวลาปฏิกิริยาน้อยมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มใช้โปรแกรมกับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ดังภาพที่ 66



ภาพที่ 66 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

4. ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

หลังการฝึกโปรแกรมการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นระยะเวลา 29 นาทีต่อครั้ง วันละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 14 วัน ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ แสดงดังตารางที่ 17-18

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)						
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเลคโทรด	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*
FP1	**149.45**	**11.00**	**145.05**	**10.68**	**4.41**	**4.64***	**.00**
FPZ	146.45	5.25	145.91	5.74	0.55	0.74	.47
FP2	**139.73**	**27.39**	**136.14**	**27.61**	**3.59**	**3.82***	**.00**
AF3	**151.14**	**6.28**	**144.73**	**12.68**	**6.41**	**2.09***	**.04**
AF4	**151.73**	**8.81**	**147.09**	**10.83**	**4.64**	**4.41***	**.00**
F7	**150.23**	**12.54**	**145.82**	**16.19**	**4.41**	**2.09***	**.04**
F5	**155.18**	**8.82**	**148.82**	**13.68**	**6.36**	**2.38***	**.00**
F3	152.14	8.02	151.27	9.27	0.86	1.36	.19
F1	151.95	8.57	151.41	7.82	0.55	1.10	.28
FZ	151.95	8.41	151.59	8.46	0.36	0.70	.49
F2	**150.50**	**10.23**	**147.32**	**11.28**	**3.18**	**3.22***	**.00**
F4	147.59	28.94	147.09	28.91	0.50	0.72	.48
F6	153.27	10.17	152.73	10.79	0.55	0.83	.42
F8	151.91	9.03	151.36	9.40	0.55	0.93	.36
FC5	149.50	13.97	144.18	32.70	5.32	1.04	.31
FC3	150.36	13.77	150.18	13.60	0.18	1.45	.16
FC1	147.95	10.83	147.77	10.81	0.18	1.45	.16

	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)						
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเลคโทรด	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*
FCZ	148.59	8.85	148.09	9.01	0.50	2.05	.06
FC2	148.55	10.98	148.14	10.93	0.41	1.37	.19
FC4	152.95	10.88	152.59	10.90	0.36	1.56	.13
FC6	149.00	16.71	148.45	16.85	0.55	0.95	.35
T7	**122.36**	**32.16**	**118.86**	**32.12**	**3.50**	**5.55***	**.00**
C5	122.68	35.34	122.45	35.39	0.23	1.56	.13
C3	117.27	39.96	116.95	39.88	0.32	1.91	.07
C1	132.32	27.55	132.05	27.66	0.27	0.86	.40
CZ	129.59	31.99	129.50	32.04	0.09	1.45	.16
C2	124.23	26.01	124.09	26.22	0.14	1.00	.33
C4	107.59	41.33	107.36	41.30	0.23	1.56	.13
C6	104.64	37.68	104.45	37.48	0.18	0.94	.36
T8	**111.41**	**28.35**	**109.32**	**28.44**	**2.09**	**7.51***	**.00**
CP5	88.91	30.54	88.00	31.23	0.91	1.65	.11
CP3	93.77	33.43	93.09	33.30	0.68	1.06	.30
CP1	**87.73**	**29.62**	**83.00**	**30.57**	**4.73**	**8.97***	**.00**
CPZ	99.23	36.56	99.27	36.30	- 0.05	-0.16	.88
CP2	87.95	21.19	87.36	21.85	0.59	1.05	.31
CP4	82.41	15.03	82.05	15.54	0.36	1.00	.33
CP6	91.18	20.70	90.73	21.09	0.45	1.69	.11
P5	85.36	21.16	84.86	21.30	0.50	1.53	.14
P3	88.23	19.33	88.36	26.98	- 0.14	-0.03	.98
P1	**78.41**	**10.42**	**75.18**	**12.81**	**3.23**	**3.55***	**.00**
PZ	88.77	14.29	88.36	14.55	0.41	1.48	.15
P2	83.95	12.04	83.86	12.36	0.09	0.33	.75
P4	85.05	9.45	84.82	8.96	0.23	0.37	.72
P6	84.73	8.46	84.32	9.63	0.41	0.74	.47

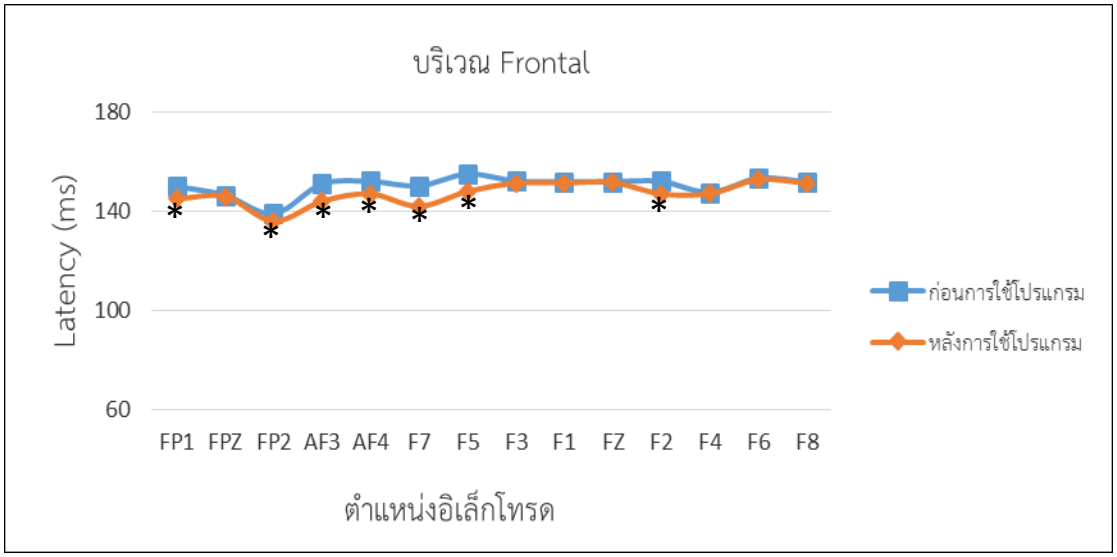
ตารางที่ 17 (ต่อ)

	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)						
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเลคโทรด	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*
O3	77.50	6.01	77.05	8.74	0.45	0.56	.58
POZ	86.50	8.77	86.00	8.40	0.50	1.59	.13
PO4	86.32	9.84	85.91	10.05	0.41	0.69	.50
O1	**79.82**	**10.42**	**78.18**	**9.99**	**1.64**	**3.73***	**.00**
OZ	83.82	6.98	82.91	7.63	0.91	1.63	.12
O2	83.27	8.91	82.18	10.79	1.09	1.77	.09

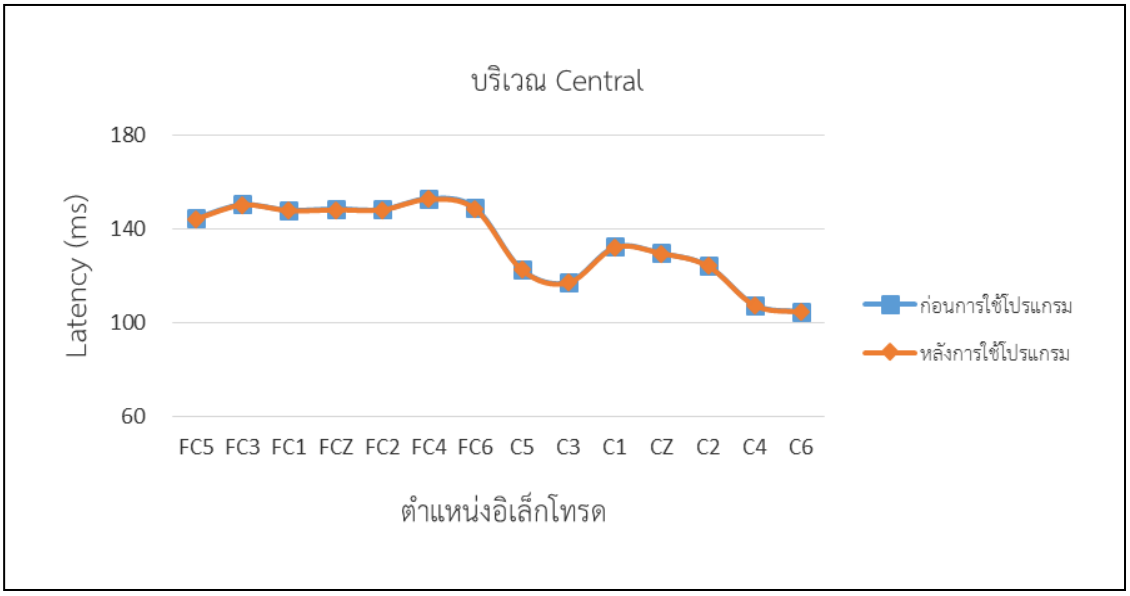
*$p < .05$

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

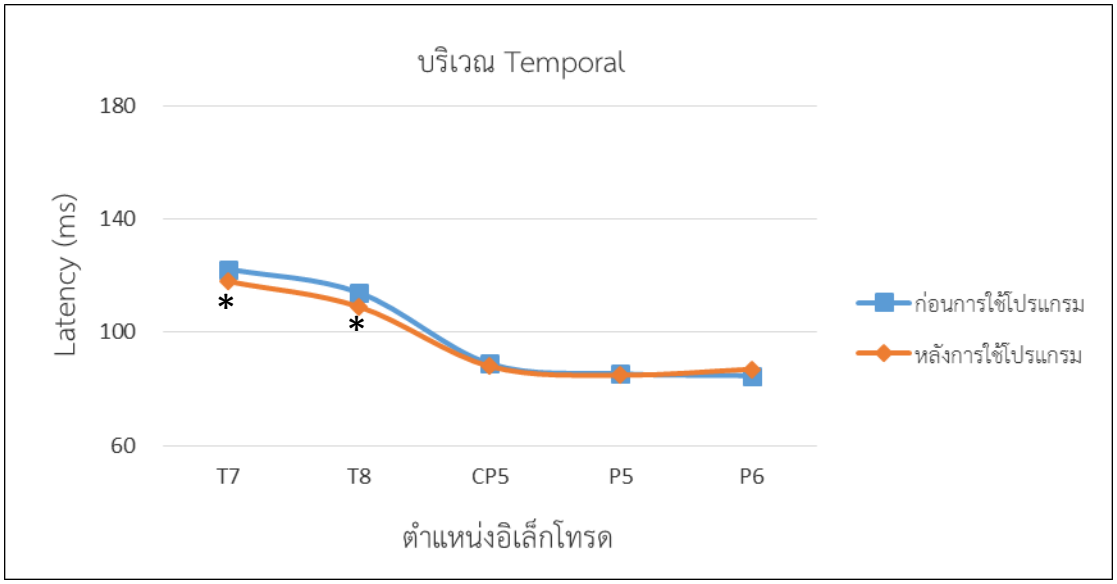
เมื่อนำค่าความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มาจัดทำเป็นกราฟ โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเลคโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FPZ FP2 AF3 AF4 F7 F5 F3 F1 FZ F2 F4 F6 F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC3 FC1 FCZ FC2 FC4 FC6 T7 C5 C3 C1 CZ C2 C4 C6 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 CP5 CP6 P6 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP1 CPZ CP2 CP4 CP6 M2 P5 P3 P1 PZ P2 P4 P6 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง PO3 POZ PO4 O1 OZ O2 ในแต่ละส่วนของบริเวณเปลือกสมอง ผลปรากฏตามภาพที่ 67-71



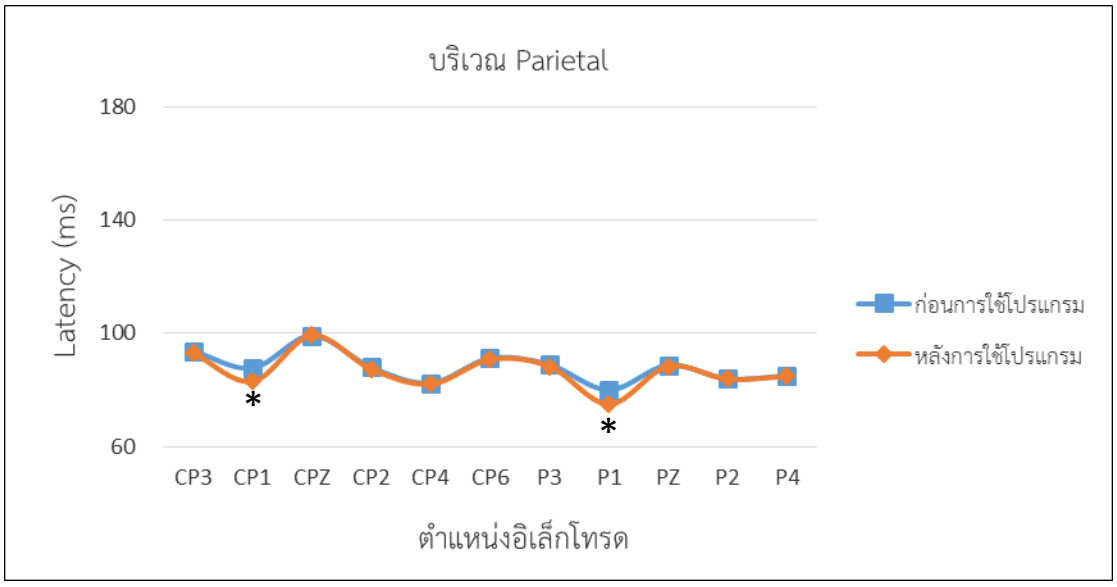
ภาพที่ 67 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)



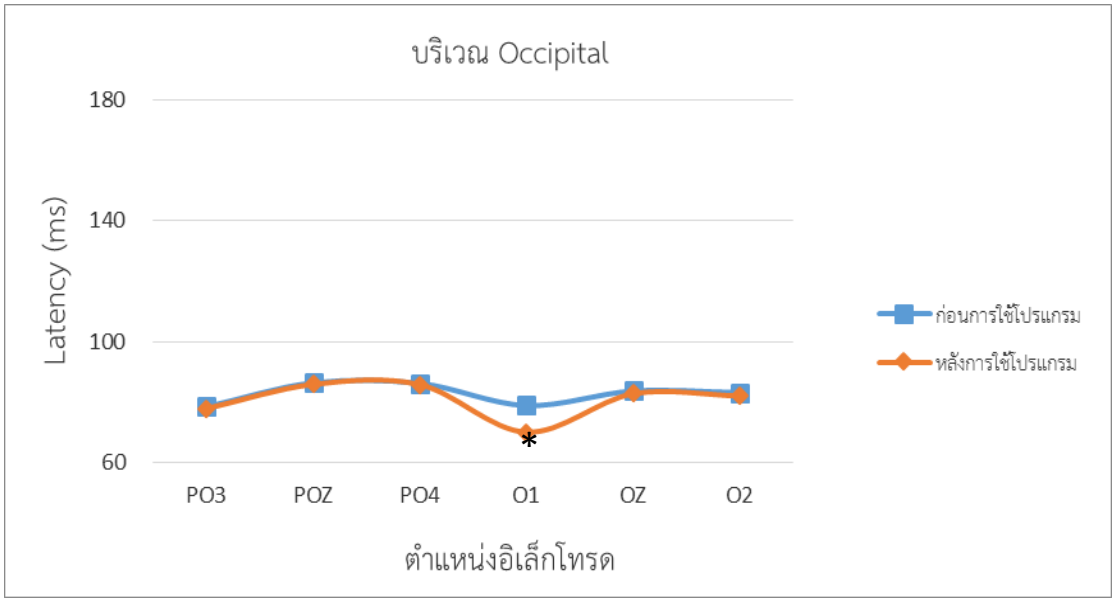
ภาพที่ 68 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)



ภาพที่ 69 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)

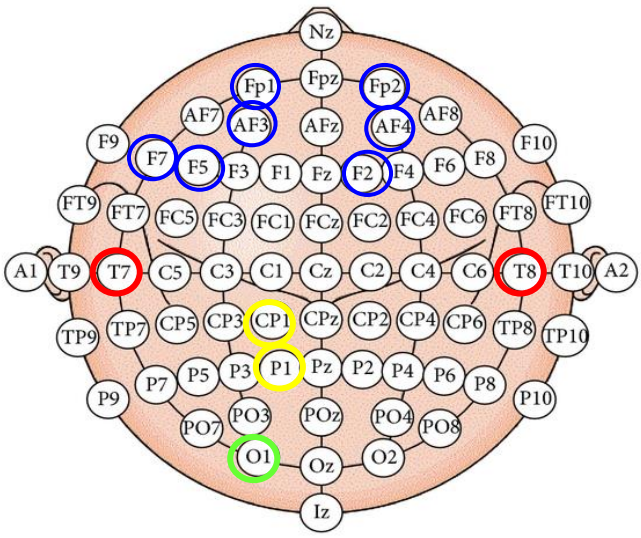


ภาพที่ 70 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)



ภาพที่ 71 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)

จากตารางที่ 17 และภาพที่ 67-71 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FP2 AF3 AF4 F7 F5 F2 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง Cp1 P1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 72



ภาพที่ 72 ตำแหน่งอิเลคโทรด ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรม

บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ
บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)						
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเลคโทรด	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*
FP1	0.83	0.10	0.84	0.14	-0.05	-0.25	.80
FPZ	0.85	0.11	0.90	0.11	-0.05	-1.96	.06
FP2	0.81	0.09	0.85	0.16	-0.05	-1.23	.23
AF3	0.45	0.30	0.47	0.26	-0.02	-0.25	.81
AF4	0.59	0.21	0.63	0.26	-0.05	-0.70	.49
F7	0.80	0.15	0.85	0.15	-0.05	-1.07	.30
F5	0.49	0.31	0.56	0.23	-0.07	-1.06	.30
F3	**0.58**	**0.31**	**0.85**	**0.07**	**-0.27**	**-4.60***	**.00**

ตำแหน่งอิเลคโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22) ก่อนใช้โปรแกรม *M*	*SD*	หลังใช้โปรแกรม *M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*
F1	0.57	0.29	0.58	0.25	-0.01	-0.11	.92
FZ	0.54	0.24	0.59	0.24	-0.04	-0.64	.53
F2	0.49	0.27	0.51	0.24	-0.02	-0.21	.83
F4	**0.49**	**0.23**	**0.69**	**0.24**	**-0.20**	**-3.17***	**.01**
F6	0.45	0.24	0.48	0.27	-0.03	-0.34	.74
F8	0.80	0.09	0.84	0.18	-0.04	-0.93	.37
FC5	0.79	0.10	0.88	0.16	-0.08	-2.06	.05
FC3	0.46	0.26	0.61	0.25	-0.15	-1.70	.10
FC1	0.62	0.32	0.76	0.22	-0.14	-1.59	.13
FCZ	0.51	0.30	0.69	0.22	-0.18	-2.01	.06
FC2	0.54	0.30	0.58	0.25	-0.05	-0.71	.49
FC4	0.54	0.29	0.56	0.23	-0.02	-0.29	.77
FC6	0.50	0.21	0.50	0.27	0.00	0.05	.96
T7	**0.28**	**0.21**	**0.49**	**0.27**	**-0.21**	**-2.55***	**.02**
C5	0.49	0.28	0.51	0.26	-0.01	-0.18	.86
C3	0.48	0.29	0.49	0.25	-0.01	-0.13	.90
C1	0.46	0.34	0.50	0.21	-0.04	-0.50	.62
CZ	0.52	0.30	0.54	0.24	-0.02	-0.19	.85
C2	0.43	0.27	0.46	0.22	-0.03	-0.43	.67
C4	0.48	0.25	0.51	0.25	-0.03	-0.35	.73
C6	0.48	0.28	0.49	0.23	-0.01	-0.15	.88
T8	0.56	0.30	0.65	0.25	-0.09	-1.16	.26
CP5	0.45	0.30	0.50	0.28	-0.05	-0.55	.59
CP3	**0.43**	**0.33**	**0.62**	**0.24**	**-0.20**	**-2.59***	**.02**
CP1	0.79	0.23	0.86	0.15	-0.06	-0.97	.35
CPZ	0.49	0.27	0.52	0.27	-0.04	-0.39	.70
CP2	0.47	0.28	0.51	0.22	-0.04	-0.55	.59

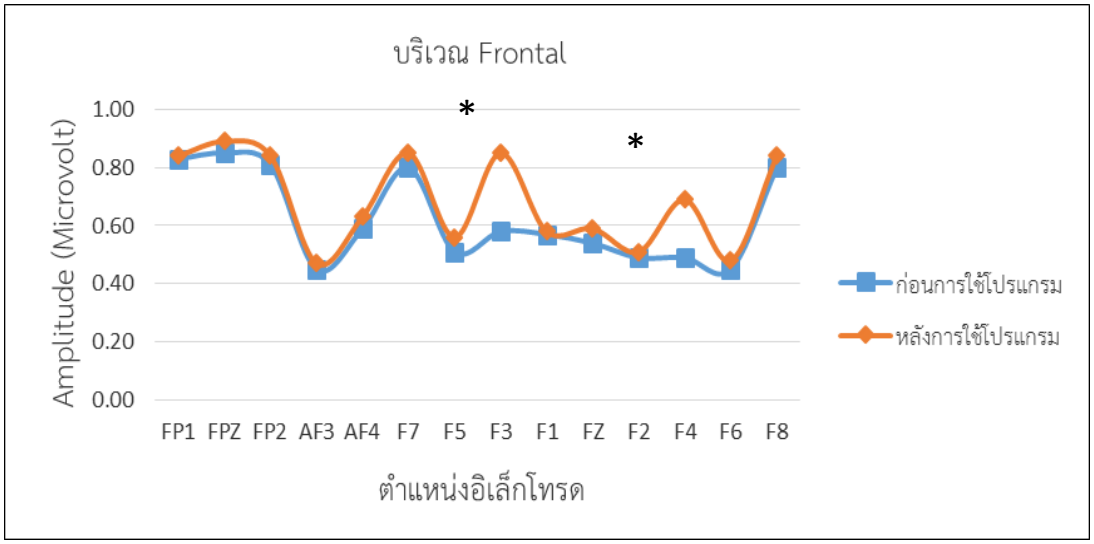
ตารางที่ 18 (ต่อ)

	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)						
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเลคโทรด	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*
CP4	0.56	0.33	0.64	0.22	-0.08	-0.85	.41
CP6	0.66	0.23	0.76	0.20	-0.10	-1.51	.15
P5	0.51	0.25	0.57	0.22	-0.07	-0.98	.34
P3	**0.33**	**0.15**	**0.51**	**0.24**	**-0.18**	**-2.76***	**.01**
P1	0.45	0.27	0.49	0.25	-0.04	-0.48	.64
PZ	0.48	0.25	0.50	0.27	-0.02	-0.33	.74
P2	0.44	0.24	0.49	0.28	-0.04	-0.48	.64
P4	0.45	0.25	0.46	0.27	-0.01	-0.20	.84
P6	0.43	0.22	0.44	0.19	-0.01	-0.22	.83
PO3	0.40	0.35	0.44	0.26	-0.04	-0.43	.67
POZ	**0.23**	**0.14**	**0.44**	**0.26**	**-0.22**	**-3.48***	**.00**
PO4	0.47	0.30	0.49	0.27	-0.02	-0.25	.80
O1	0.45	0.27	0.45	0.25	-0.01	-0.11	.92
OZ	0.36	0.28	0.39	0.27	-0.02	-0.23	.82
O2	0.18	0.17	0.21	0.20	-0.03	-0.60	.55

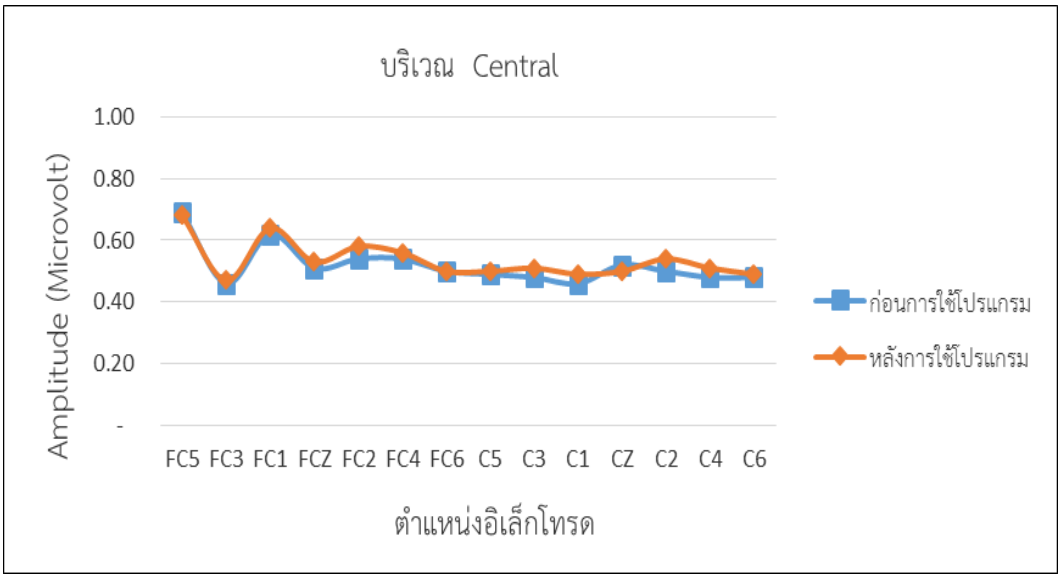
*$p < .05$

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

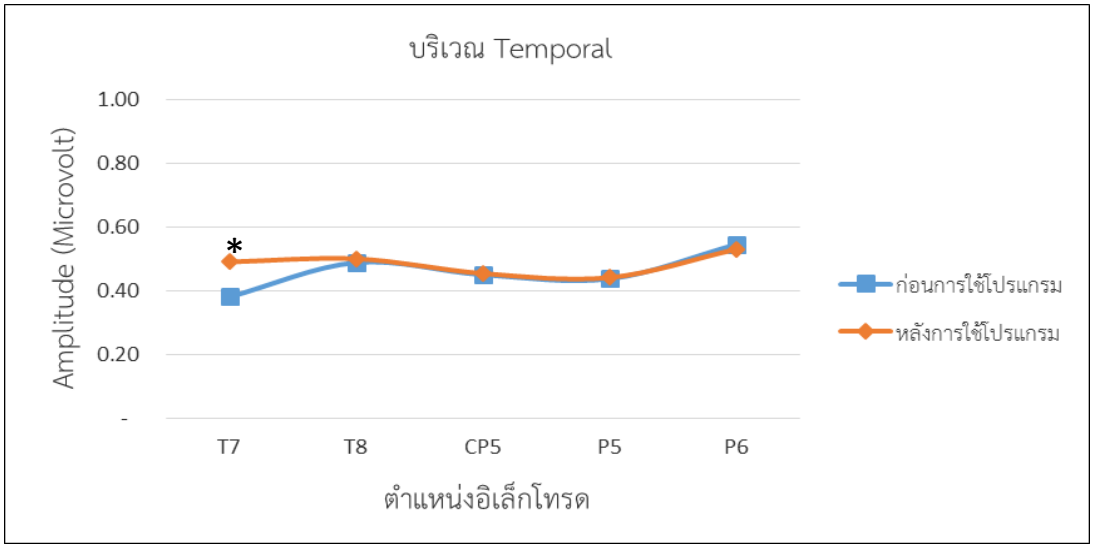
เมื่อนำค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มาจัดทำเป็นกราฟ โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเลคโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FPZ FP2 AF3 AF4 F7 F5 F3 F1 FZ F2 F4 F6 F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC3 FC1 FCZ FC2 FC4 FC6 T7 C5 C3 C1 CZ C2 C4 C6 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 CP5 CP6 P6 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP1 CPZ CP2 CP4 CP6 M2 P5 P3 P1 PZ P2 P4 P6 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง PO3 POZ PO4 O1 OZ O2 ในแต่ละส่วนของบริเวณเปลือกสมอง ผลปรากฏตามภาพที่ 73-77



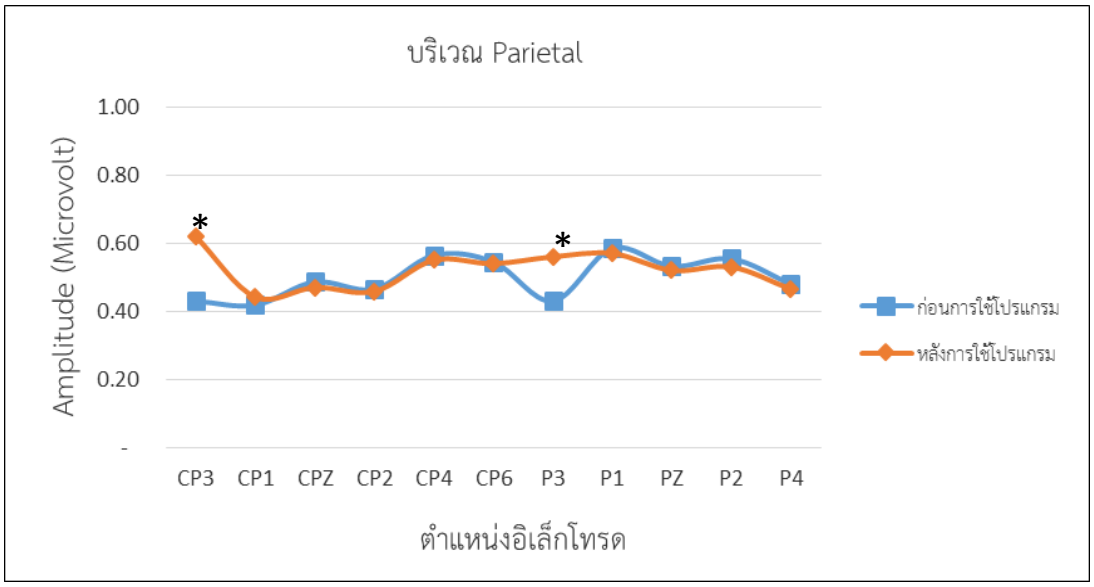
ภาพที่ 73 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)



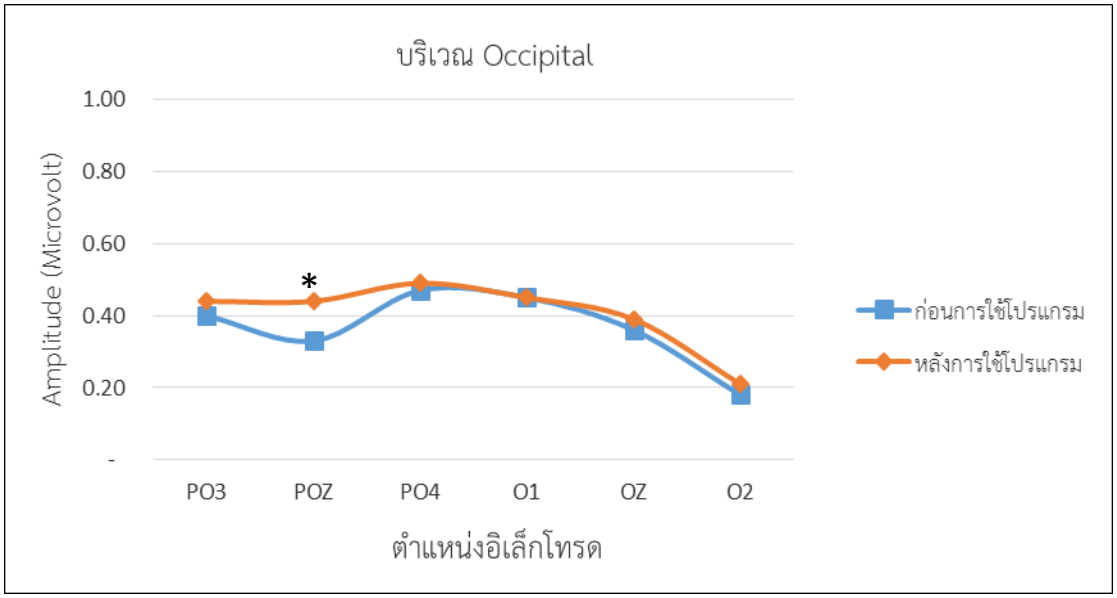
ภาพที่ 74 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)



ภาพที่ 75 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)

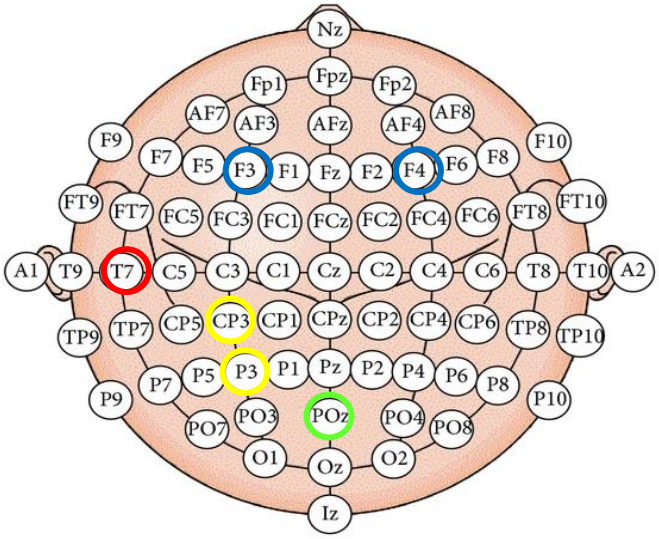


ภาพที่ 76 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)



ภาพที่ 77 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)

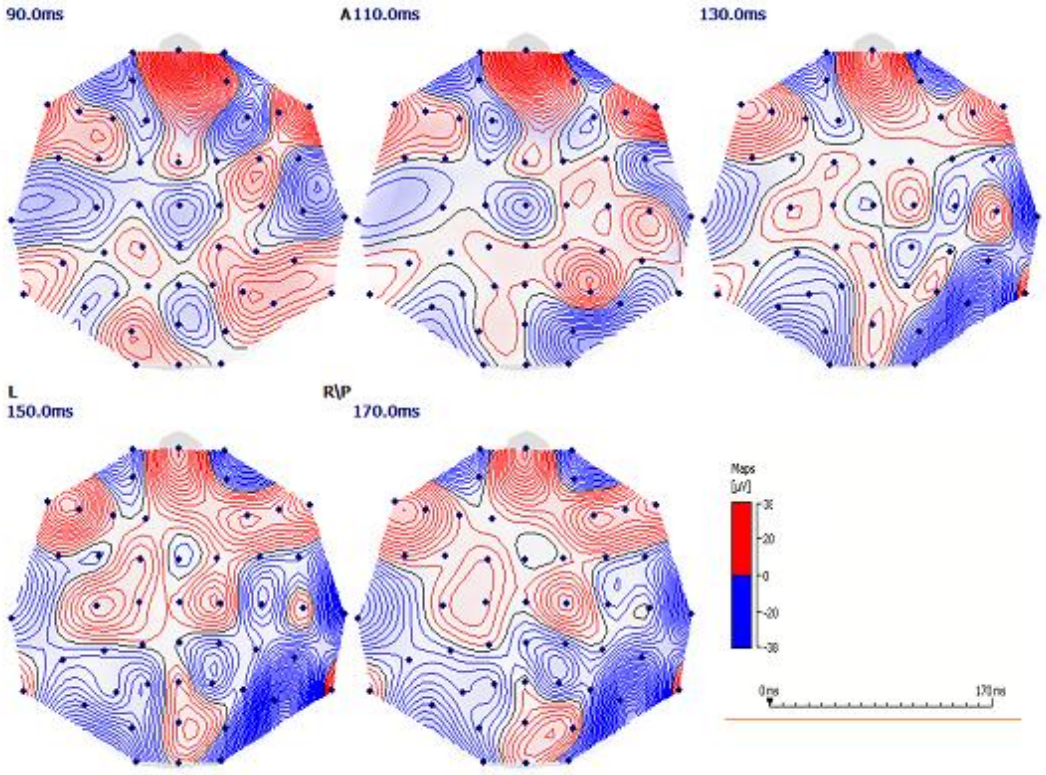
จากตารางที่ 18 และภาพที่ 73-77 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเลคโทรด บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3 F4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 P3 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง POz สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 78



ภาพที่ 78 ตำแหน่งอิเลคโทรด ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมากกว่าก่อนใช้โปรแกรม

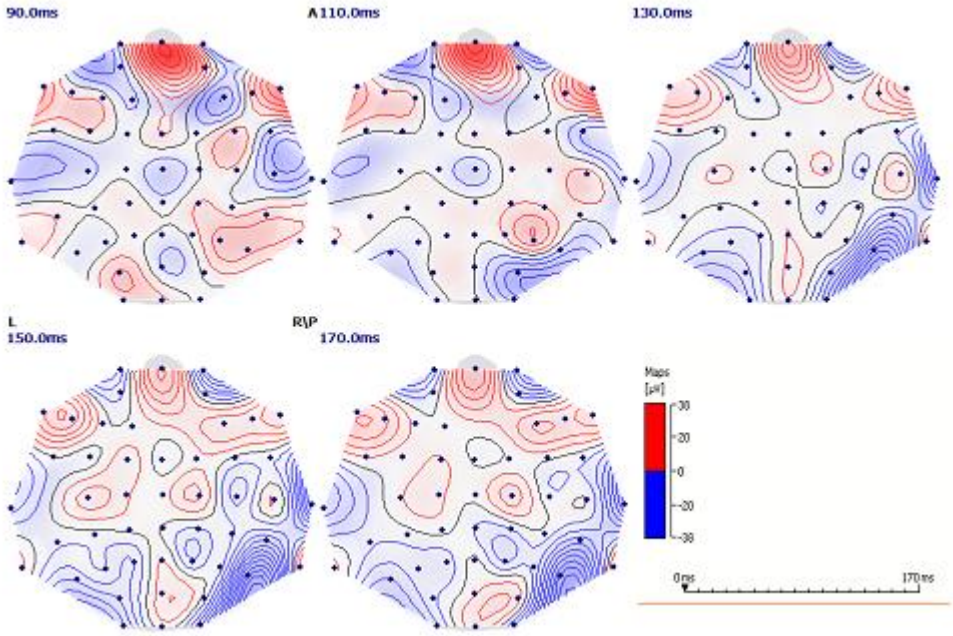
บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ
บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย

เมื่อนำภาพของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบ ติดตามวัตถุ ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มาแสดงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที โดยเส้นสีแดง แสดงถึงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง แรงดันบวก (Positive Voltage) แสดงถึงการใช้พลังงานมาก เส้นสีน้ำเงิน แสดงถึงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง แรงดันลบ (Negative Voltage) แสดงถึงการใช้พลังงานน้อย แสดงดังภาพที่ 79-80



ภาพที่ 79 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ทั้งหมดของบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 79 แสดงภาพของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ในกลุ่มทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ที่แสดงถึงการใช้พลังงานมากของกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 80 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที หลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 80 แสดงภาพของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจในกลุ่มทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ หลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรดในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ที่แสดงถึงการใช้พลังงานน้อยของกลุ่มทดลอง

5. ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

การฝึกโปรแกรมการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นระยะเวลา 29 นาทีต่อครั้ง วัน ๆ ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 14 วัน ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยสถิติทดสอบที สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) แสดงดังตารางที่ 19-20

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตำแหน่งอิเลคโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (*n*=22)					
	M	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*	*ES*
FP1	**145.05**	**10.68**	**157.77**	**6.62**	**-12.73**	**4.75***	**.00**	**0.59**
FPZ	145.91	5.74	147.36	14.17	-1.46	0.45	.66	0.07
FP2	**136.14**	**27.61**	**168.36**	**3.66**	**-32.23**	**5.43***	**.00**	**0.64**
AF3	**144.73**	**12.68**	**168.18**	**3.98**	**-23.46**	**8.27***	**.00**	**0.79**
AF4	147.09	10.83	147.32	9.66	-0.23	0.07	.94	0.01
F7	**145.82**	**16.19**	**159.27**	**6.94**	**-13.46**	**3.58***	**.00**	**0.48**
F5	**148.82**	**13.68**	**166.86**	**4.90**	**-18.05**	**5.83***	**.00**	**0.67**
F3	151.27	9.27	151.86	8.72	-0.59	0.22	.83	0.03
F1	151.41	7.82	151.86	9.47	-0.46	0.17	.86	0.03
FZ	151.59	8.46	152.09	8.41	-0.50	0.20	.85	0.03
F2	147.32	11.28	148.32	7.32	-1.00	0.35	.73	0.05
F4	147.09	28.91	147.91	19.06	-0.82	0.11	.91	0.02
F6	152.73	10.79	153.32	11.84	-0.59	0.17	.86	0.03
F8	151.36	9.40	151.68	10.99	-0.32	0.10	.92	0.02
FC5	144.18	32.70	144.27	15.09	-0.09	0.01	.99	0.00
FC3	150.18	13.60	150.23	13.70	-0.05	0.01	.99	0.00
FC1	147.77	10.81	147.86	10.67	-0.09	0.03	.98	0.00
FCZ	148.09	9.01	149.09	8.12	-1.00	0.39	.70	0.06
FC2	148.14	10.93	148.68	10.84	-0.55	0.17	.87	0.03
FC4	152.59	10.90	153.27	10.87	-0.68	0.21	.84	0.03
FC6	148.46	16.85	148.77	15.98	-0.32	0.06	.95	0.01
T7	118.86	32.12	119.23	21.83	-0.36	0.04	.97	0.01
C5	122.46	35.39	122.64	27.92	-0.18	0.02	.98	0.00
C3	**116.96**	**39.88**	**151.14**	**23.72**	**-34.18**	**3.46***	**.00**	**0.47**
C1	**132.05**	**27.66**	**160.18**	**9.46**	**-28.14**	**4.51***	**.00**	**0.57**

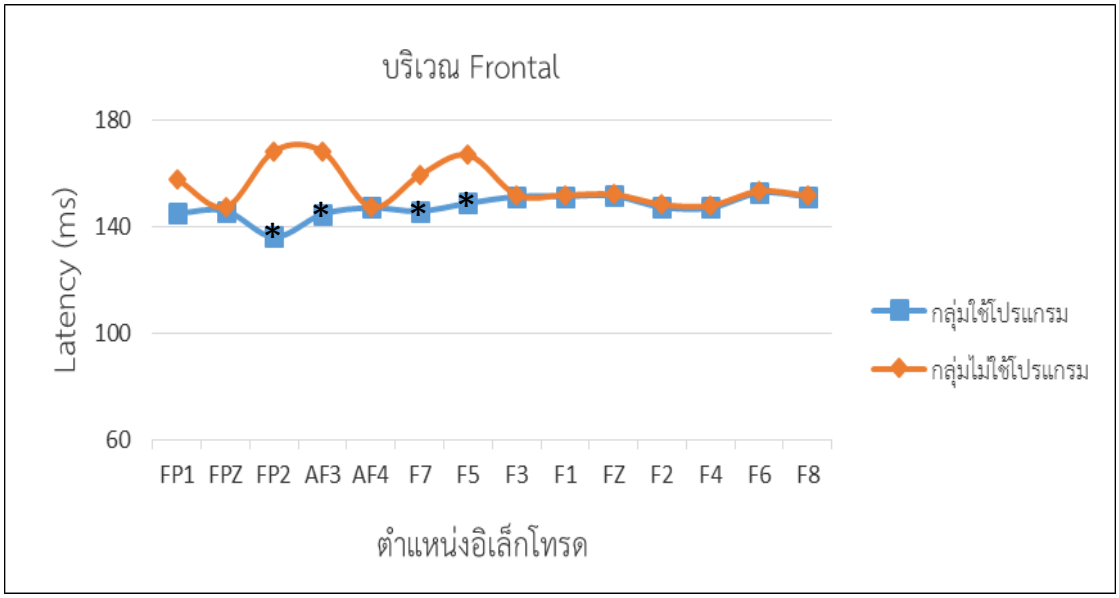
ตารางที่ 19 (ต่อ)

ตำแหน่งอิเลคโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (*n*=22)					
	M	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*	*ES*
CZ	129.50	32.04	129.82	32.06	-0.32	0.03	.97	0.00
C2	124.09	26.22	124.59	25.80	-0.50	0.06	.95	0.01
C4	107.36	41.30	107.91	41.38	-0.55	0.04	.97	0.01
C6	104.46	37.48	105.09	37.91	-0.64	0.06	.96	0.01
T8	109.32	28.44	109.82	24.69	-0.50	0.06	.95	0.01
CP5	**98.00**	**31.23**	**132.09**	**14.87**	**-34.09**	**5.98***	**.00**	**0.68**
CP3	93.09	33.30	94.05	33.28	-0.95	0.10	.92	0.02
CP1	**83.00**	**30.57**	**115.27**	**24.19**	**-32.27**	**6.29***	**.00**	**0.70**
CPZ	99.27	36.30	99.59	36.69	-0.32	0.03	.98	0.00
CP2	87.36	21.85	88.73	17.72	-1.36	0.23	.82	0.04
CP4	82.05	15.54	82.27	14.90	-0.23	0.05	.96	0.01
CP6	90.73	21.09	90.96	21.07	-0.23	0.04	.97	0.01
P5	84.86	21.30	84.64	21.57	0.23	-0.04	.97	0.01
P3	88.36	26.98	89.32	26.46	-0.95	0.12	.91	0.02
P1	**75.18**	**12.81**	**100.36**	**21.74**	**-25.18**	**7.47***	**.00**	**0.76**
PZ	88.36	14.55	88.91	15.02	-0.55	0.12	.90	0.02
P2	83.86	12.36	83.86	12.20	0.00	0.00	n.a.	0.00
P4	84.82	8.96	85.64	9.89	-0.82	0.29	.78	0.04
P6	84.32	9.63	84.41	9.21	-0.09	0.03	.97	0.00
PO3	77.05	8.74	78.09	8.13	-1.05	0.41	.68	0.06
POZ	86.00	8.40	85.91	8.82	0.09	-0.04	.97	0.01
PO4	85.91	10.05	85.96	10.00	-0.05	0.02	.99	0.00
O1	**78.18**	**9.99**	**117.73**	**16.12**	**-39.55**	**12.25***	**.00**	**0.88**
OZ	82.91	7.63	83.50	8.71	-0.59	0.24	.81	0.04
O2	82.18	10.79	82.64	10.82	-0.45	0.14	.89	0.02

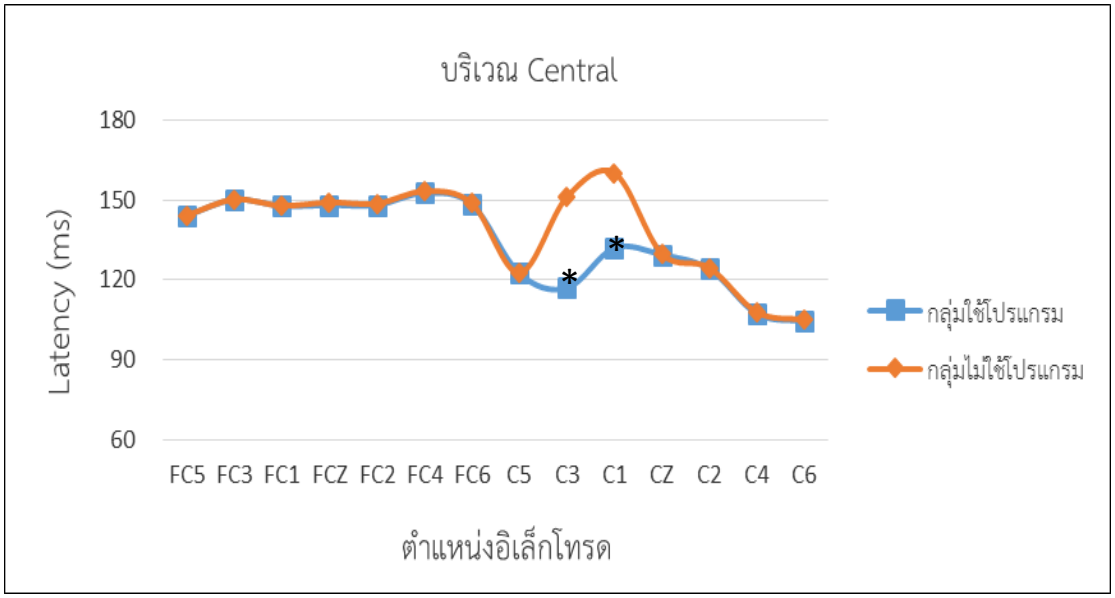
*$p < .05$

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

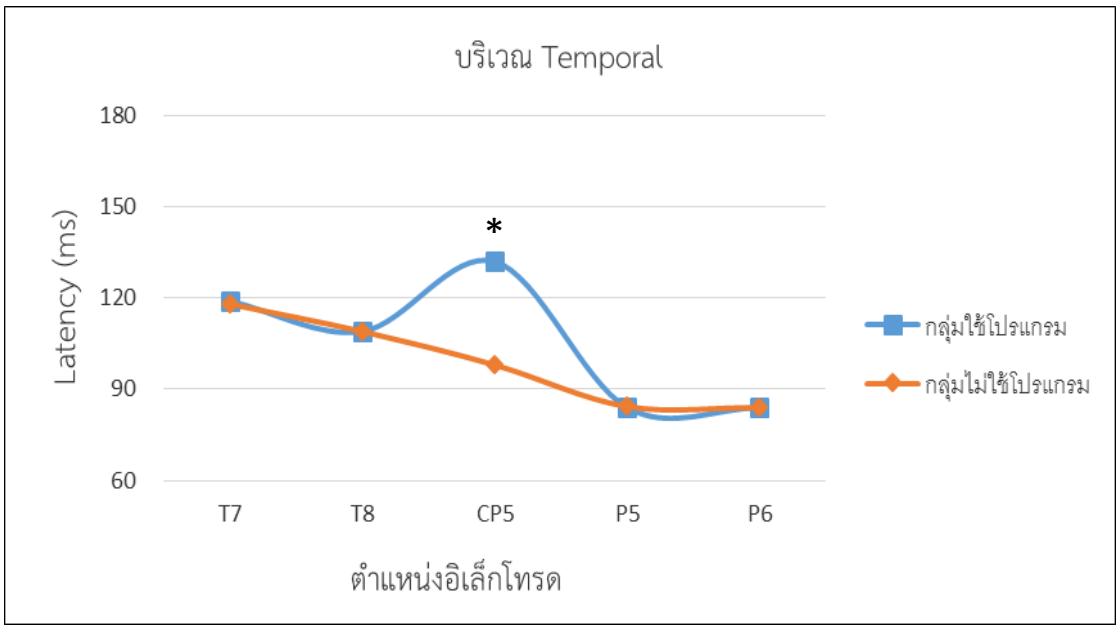
เมื่อนำความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ของกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มาจัดทำเป็นกราฟ โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเลคโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FPZ FP2 AF3 AF4 F7 F5 F3 F1 FZ F2 F4 F6 F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC3 FC1 FCZ FC2 FC4 FC6 T7 C5 C3 C1 CZ C2 C4 C6 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 CP5 CP6 P6 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP1 CPZ CP2 CP4 CP6 M2 P5 P3 P1 PZ P2 P4 P6 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง PO3 POZ PO4 O1 OZ O2 ในแต่ละส่วนของบริเวณเปลือกสมอง ผลปรากฏตามภาพที่ 81-85



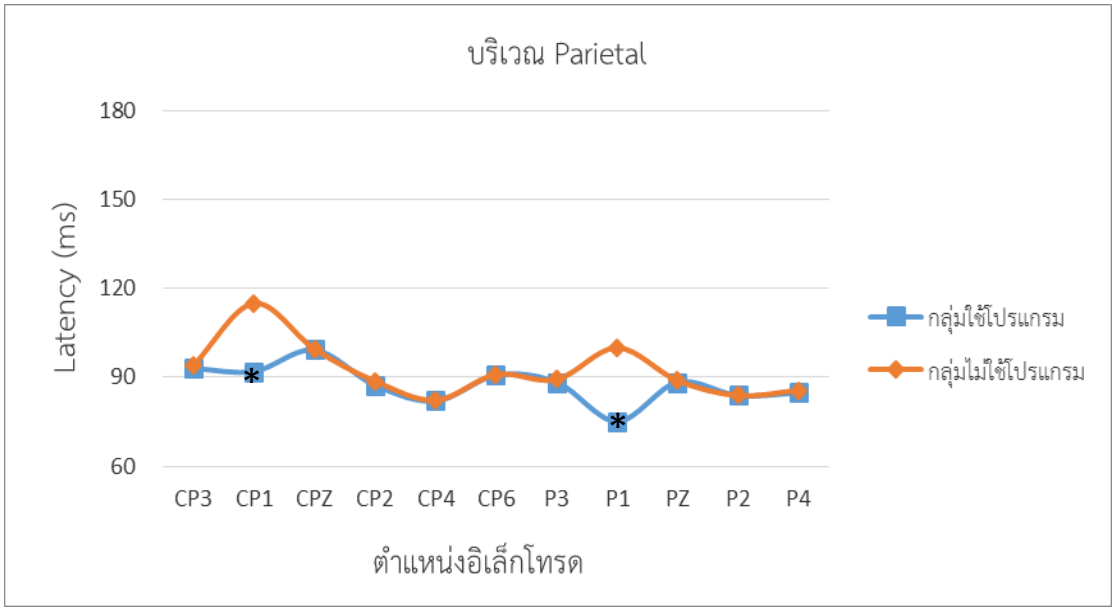
ภาพที่ 81 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)



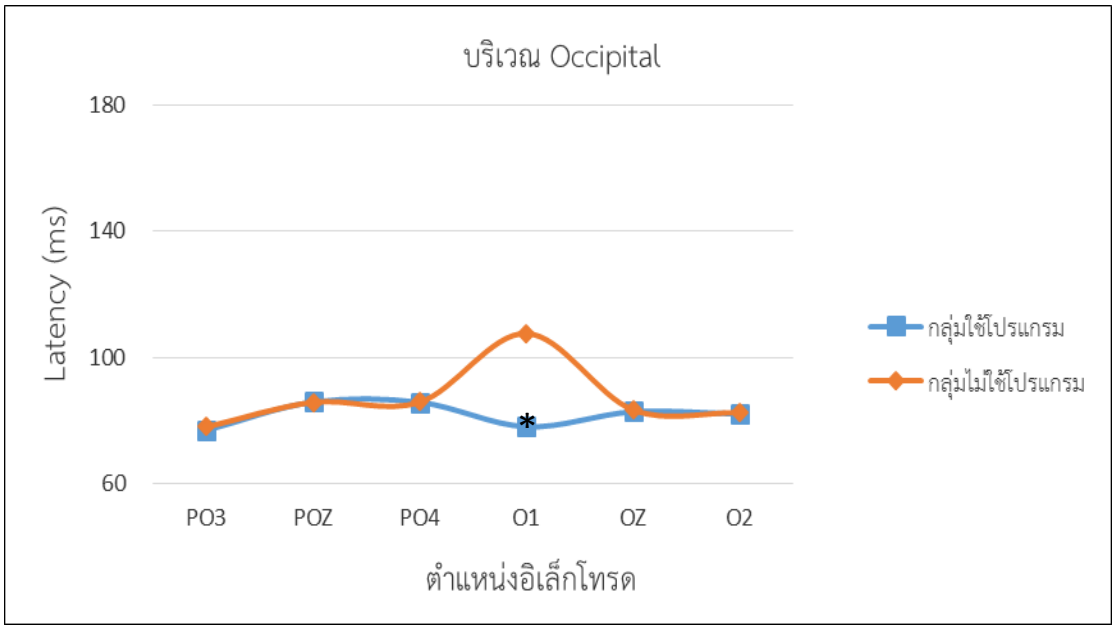
ภาพที่ 82 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)



ภาพที่ 83 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)

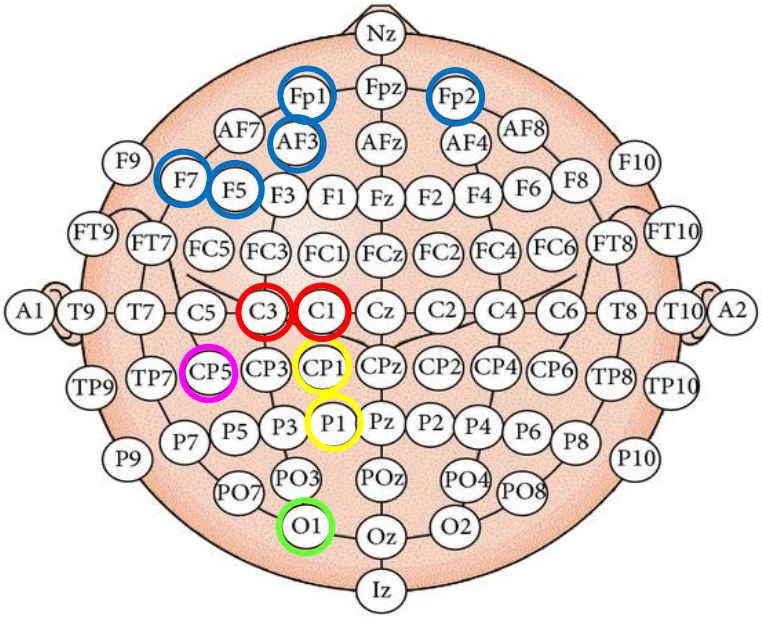


ภาพที่ 84 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)



ภาพที่ 85 ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)

จากตารางที่ 19 และภาพที่ 81-85 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง Fp1 Fp2 AF3 F7 F5 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง C3 C1 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP1 P1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 ดังภาพที่ 86



ภาพที่ 86 ตำแหน่งอิเลคโทรด กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า
บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ
บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง
บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง
บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ตำแหน่งอิเลคโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (*n*=22)					
	M	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*	*ES*
FP1	0.84	0.14	0.83	0.16	0.01	-0.2	.84	0.04
FPZ	0.90	0.11	0.90	0.11	0.00	-0.03	.98	0.01
FP2	0.85	0.16	0.85	0.16	0.00	-0.08	.94	0.02
AF3	0.47	0.26	0.47	0.26	0.00	-0.05	.96	0.01
AF4	0.63	0.26	0.62	0.14	0.02	-0.27	.79	0.06
F7	0.85	0.15	0.84	0.12	0.01	-0.19	.85	0.04
F5	0.56	0.23	0.55	0.26	0.01	-0.08	.94	0.02
F3	**0.85**	**0.07**	**0.40**	**0.24**	**0.45**	**-8.25***	**.00**	**0.87**
F1	0.58	0.25	0.58	0.24	0.01	-0.09	.93	0.02
FZ	0.59	0.24	0.58	0.26	0.01	-0.12	.91	0.03
F2	0.51	0.24	0.51	0.20	0.00	-0.07	.95	0.02
F4	**0.69**	**0.24**	**0.30**	**0.13**	**0.39**	**-6.66***	**.00**	**0.82**
F6	0.48	0.27	0.48	0.25	0.00	0.06	n.a.	0.01
F8	0.84	0.18	0.84	0.17	0.00	0.06	n.a.	0.01
FC5	0.88	0.16	0.86	0.17	0.01	-0.27	.79	0.06
FC3	0.61	0.25	0.60	0.24	0.00	-0.06	.95	0.01
FC1	0.76	0.22	0.75	0.22	0.01	-0.14	.89	0.03
FCZ	0.69	0.22	0.68	0.23	0.01	-0.2	.84	0.04
FC2	0.58	0.25	0.58	0.23	0.01	-0.06	.95	0.01
FC4	0.56	0.23	0.57	0.24	0.00	0.04	.97	0.01
FC6	0.50	0.27	0.50	0.25	0.00	0.06	n.a.	0.01
T7	0.49	0.27	0.47	0.23	0.01	-0.18	.86	0.04
C5	0.51	0.26	0.50	0.26	0.01	-0.09	.93	0.02
C3	0.49	0.25	0.46	0.24	0.03	-0.38	.70	0.08
C1	0.50	0.21	0.46	0.22	0.04	-0.56	.58	0.12

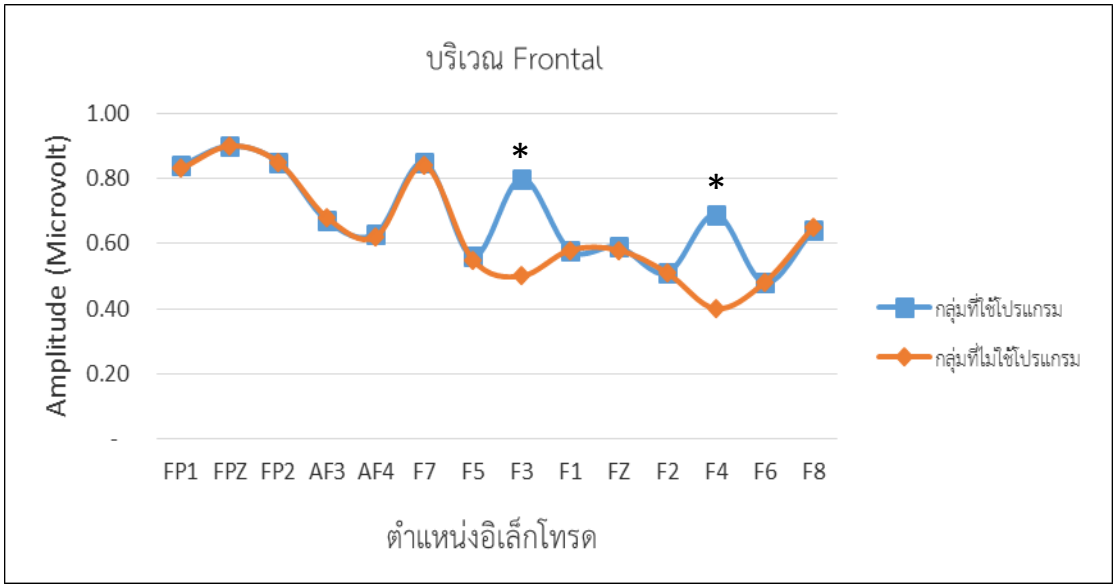
ตารางที่ 20 (ต่อ)

ตำแหน่งอิเลคโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (*n*=22)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (*n*=22)					
	M	*SD*	*M*	*SD*	*Mean Difference*	*t*	*p*	*ES*
CZ	0.54	0.24	0.50	0.24	0.03	-0.45	.66	0.10
C2	0.46	0.22	0.42	0.20	0.03	-0.52	.61	0.11
C4	0.51	0.25	0.49	0.23	0.01	-0.17	.87	0.04
C6	0.49	0.23	0.48	0.22	0.01	-0.16	.87	0.03
T8	0.65	0.25	0.64	0.26	0.02	-0.19	.85	0.04
CP5	**0.50**	**0.28**	**0.27**	**0.12**	**0.23**	**-3.52***	**.00**	**0.61**
CP3	**0.62**	**0.24**	**0.29**	**0.11**	**0.33**	**-5.81***	**.00**	**0.79**
CP1	0.86	0.15	0.85	0.16	0.01	-0.18	.85	0.04
CPZ	0.52	0.27	0.52	0.26	0.01	-0.07	.95	0.02
CP2	0.51	0.22	0.48	0.24	0.03	-0.35	.73	0.08
CP4	0.64	0.22	0.64	0.27	0.01	-0.11	.91	0.02
CP6	0.76	0.20	0.75	0.22	0.01	-0.09	.93	0.02
P5	0.57	0.22	0.57	0.23	0.01	-0.11	.91	0.02
P3	0.51	0.24	0.51	0.22	0.00	0.05	n.a.	0.01
P1	0.49	0.25	0.47	0.25	0.02	-0.26	.80	0.06
PZ	0.50	0.27	0.48	0.21	0.02	-0.28	.78	0.06
P2	0.49	0.28	0.47	0.27	0.01	-0.15	.88	0.03
P4	0.46	0.27	0.45	0.22	0.01	-0.15	.88	0.03
P6	0.44	0.19	0.42	0.18	0.01	-0.26	.79	0.06
PO3	0.44	0.26	0.41	0.23	0.03	-0.38	.70	0.08
POZ	**0.41**	**0.23**	**0.21**	**0.07**	**0.21**	**-3.95***	**.00**	**0.65**
PO4	0.49	0.27	0.48	0.24	0.01	-0.13	.89	0.03
O1	0.45	0.25	0.43	0.15	0.02	-0.35	.73	0.08
OZ	0.39	0.27	0.38	0.18	0.01	-0.13	.90	0.03
O2	0.21	0.20	0.25	0.15	-0.03	0.62	.54	0.13

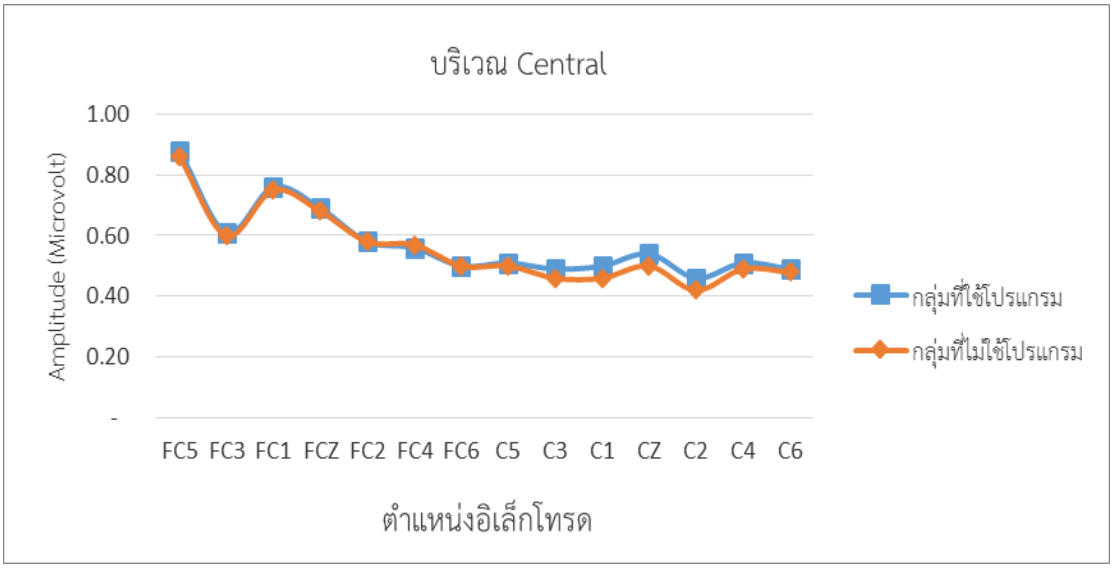
*$p < .05$

จากตารางที่ 20 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

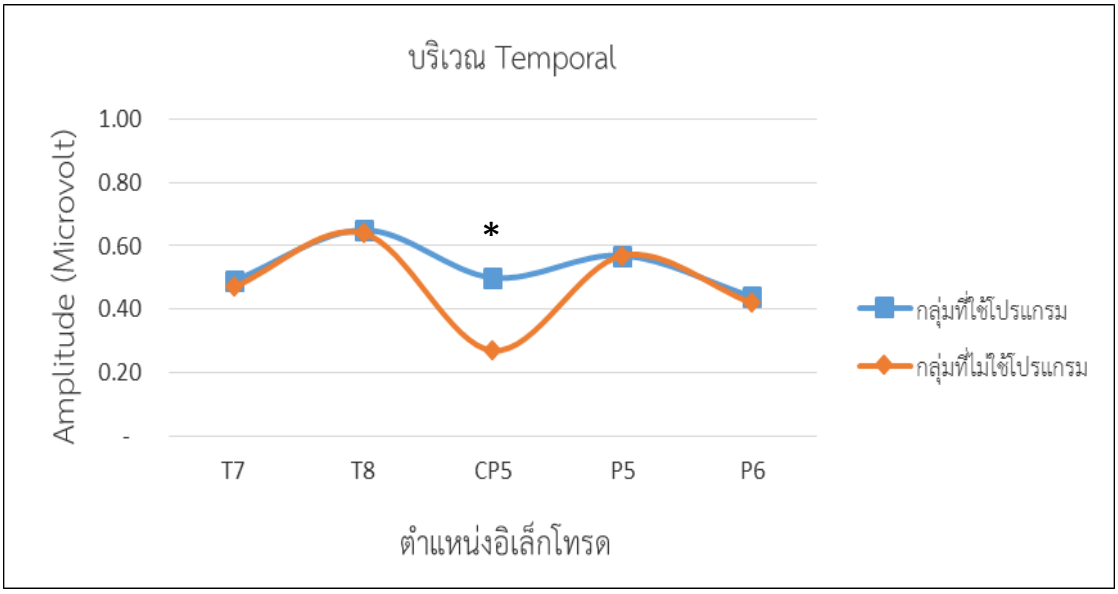
เมื่อนำความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ของกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มาจัดทำเป็นกราฟ โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเลคโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FPZ FP2 AF3 AF4 F7 F5 F3 F1 FZ F2 F4 F6 F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC3 FC1 FCZ FC2 FC4 FC6 T7 C5 C3 C1 CZ C2 C4 C6 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 CP5 CP6 P6 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP1 CPZ CP2 CP4 CP6 P5 P3 P1 PZ P2 P4 P6 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง PO3 POZ PO4 O1 OZ O2 ในแต่ละส่วนของบริเวณเปลือกสมอง ผลปรากฏตามภาพที่ 87-91



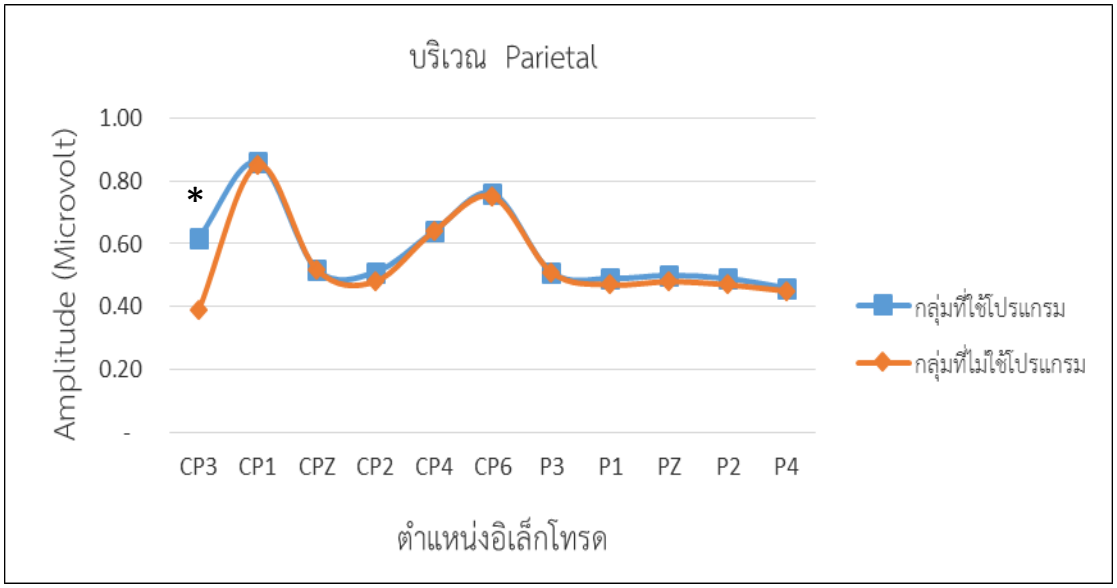
ภาพที่ 87 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal)



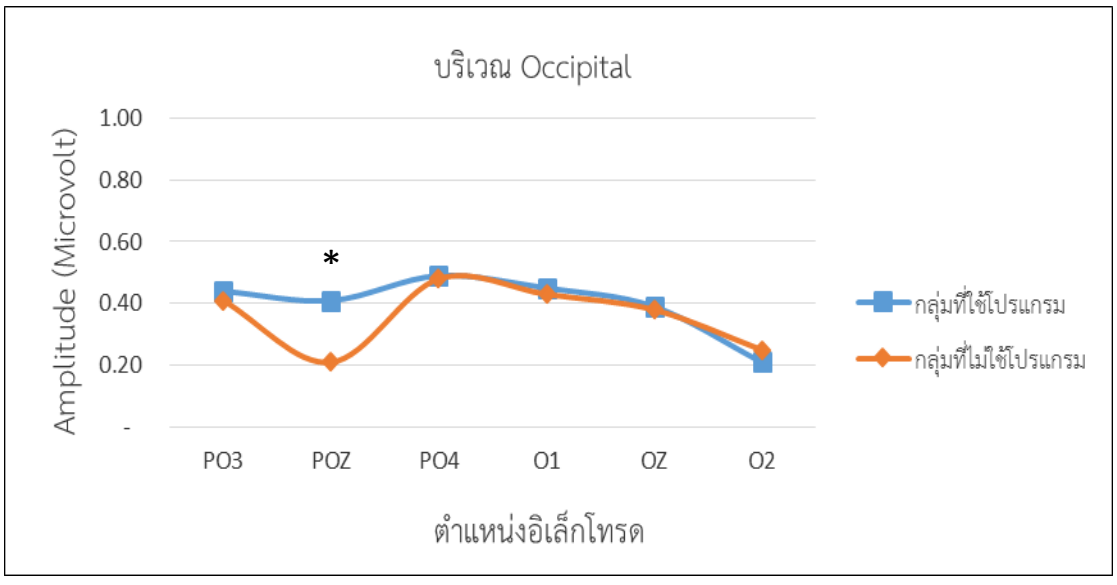
ภาพที่ 88 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central)



ภาพที่ 89 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal)

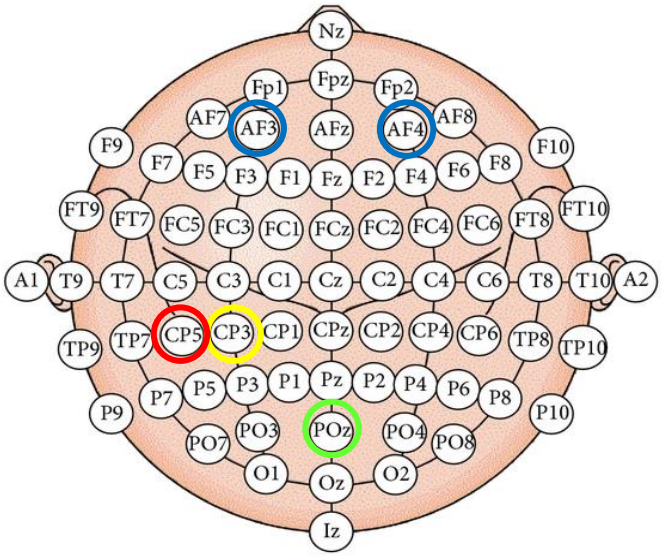


ภาพที่ 90 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal)



ภาพที่ 91 ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital)

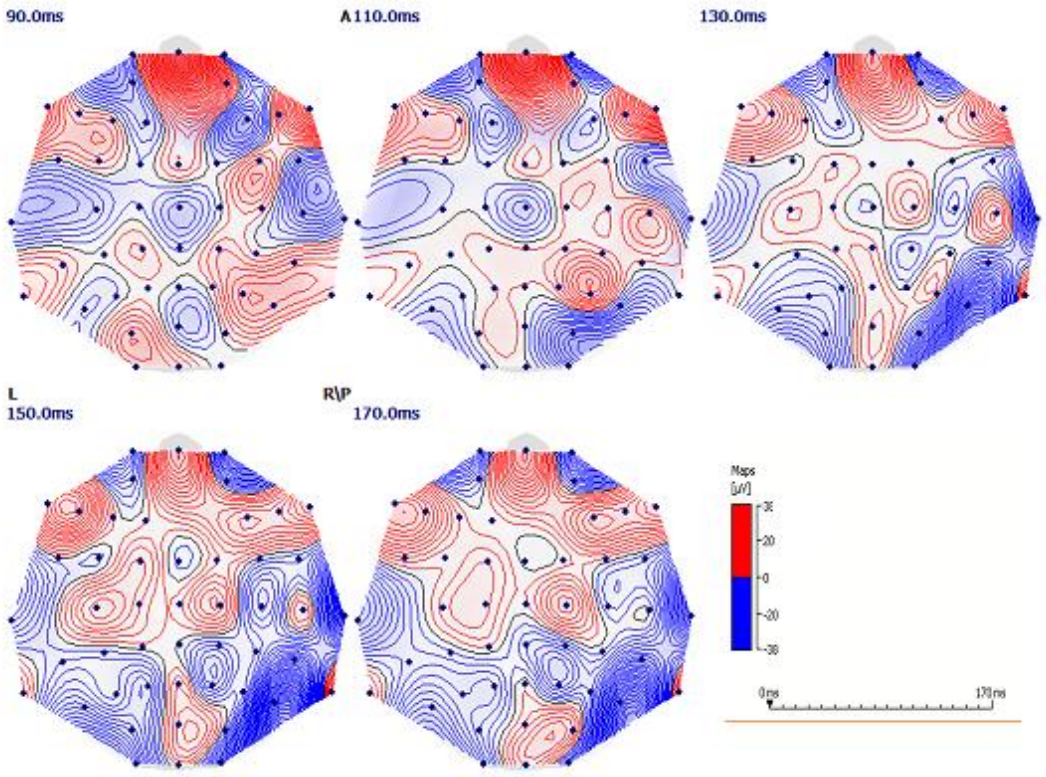
จากตารางที่ 20 และภาพที่ 87-91 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง อิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3 F4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง POz ดังภาพที่ 92



ภาพที่ 92 ตำแหน่งอิเลคโทรด กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมหลังการทดลอง

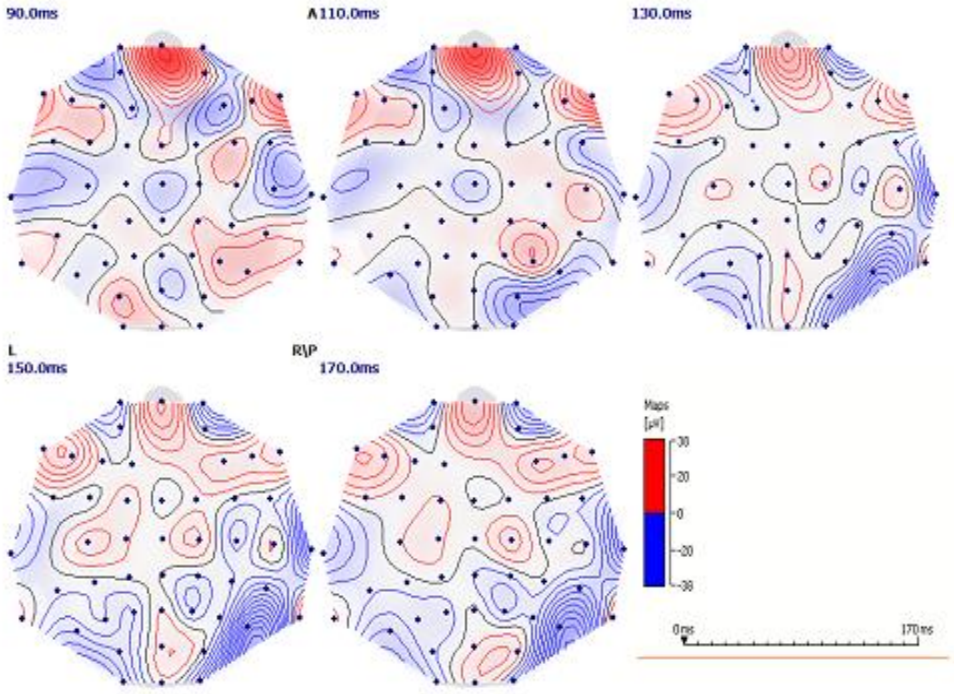
บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า
บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ
บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง
บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย

เมื่อนำภาพของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองในกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มาแสดงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที โดยเส้นสีแดง แสดงถึงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง แรงดันบวก (Positive Voltage) แสดงถึงการใช้พลังงานมาก เส้นสีน้ำเงิน แสดงถึงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง แรงดันลบ (Negative Voltage) แสดงถึงการใช้พลังงานน้อย แสดงดังภาพที่ 93



ภาพที่ 93 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 93 แสดงภาพการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ที่แสดงถึงการใช้พลังงานมากของกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 94 คลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

จากภาพที่ 94 แสดงภาพการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเลคโทรด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที ที่แสดงถึงการใช้พลังงานน้อยของกลุ่มทดลอง

ผลปรากฏว่า หลังการทดลอง ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแรงดันบวก (Positive Voltage) ลดลง ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ แสดงถึงการใช้พลังงานน้อยลง พบที่บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) เปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) เปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ในช่วงเวลาตั้งแต่ 20–170 มิลลิวินาที

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่ได้พัฒนาขึ้น โดยการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง เวลาปฏิกิริยาและคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ของกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและยินดีเข้าร่วมการวิจัย จัดเข้ากลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แบบแผนการทดลองเป็นแบบสุ่ม 2 กลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2013, pp. 24-27) ตัวแปรตาม คือ ความใส่ใจ วัดจากความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) และคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ประกอบด้วย ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้คัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น (CES-D) แบบสำรวจความถนัดการใช้มือของเอดินเบิร์ก และแผ่นวัดระดับสายตาระยะใกล้ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และ 3) เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม ประกอบด้วย แบบทดสอบความใส่ใจ บันทึกข้อมูลความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ด้วยโปรแกรม STIM 2 ที่เชื่อมต่อกับเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan และหมวกอิเลคโทรด (Electro-Cap) ชนิด 64 ช่องสัญญาณ (Channel) วิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม Curry Neuroimaging Suite 7.0 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธีหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที (*t*-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรม SPSS

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นเพศชาย ร้อยละ 100 ส่วนใหญ่อายุ 19 ปี ร้อยละ 43.18 กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 100 ไม่มีประวัติการเป็นโรคที่เกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา มีการมองเห็นปกติ ถนัดในการใช้มือขวา สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ และไม่มีประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความใส่ใจ สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ พัฒนาจากแนวคิดการกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสด้านการรับรู้ทางสายตา เพื่อการปรับสมดุลของระบบประสาท

เพิ่มการส่งผ่านของกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่ส่งผลต่อระบบประสาทพาราซิมพาเธติก (Parasympathetic System) ให้มีการทำงานเพิ่มขึ้นและมีการรับรู้ที่ดีขึ้น กระตุ้นการหลั่งของสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) อะซีติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มความใส่ใจและกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้น มี 2 กิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายและกิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ผลการประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สำหรับการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนนาวิกโยธิน และผลการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุไปใช้กับนักเรียนนาวิกโยธิน ปรากฏว่า นักเรียนจ่านาวิกโยธิน มีความเข้าใจ สามารถปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุได้และให้ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี

2. ผลการเปรียบเทียบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้

2.1 คะแนนความใส่ใจ หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและมีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 คะแนนความใส่ใจ หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และมีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ความใส่ใจ หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FP2 AF3 AF4 F7 F5 F2 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง Cp1 P1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 และมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3 F4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 P3 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง POz อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 ความใส่ใจ หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่ม

ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง Fp1 Fp2 AF3 F7 F5 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง C3 C1 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP1 P1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 และมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3 F4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง POz อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นระยะเวลา 29 นาทีต่อครั้ง วันละ 1 ครั้ง ต่อเนื่องกัน 14 วัน ทำให้มีผลต่อความถูกต้องของการตอบสนอง เวลาปฏิกิริยาและการเปลี่ยนแปลงของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถนำไปใช้เพิ่มความใส่ใจกับนักเรียนจ่านาวิกโยธินได้ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์องค์ความรู้และสาระสำคัญที่เกี่ยวกับการเพิ่มความใส่ใจ มี 2 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1) ฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย คือ การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) และการจินตภาพ (Imagery) และ 2) กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (Saccadic Eye Movement Training) จากแนวคิดของการพัฒนาโปรแกรมที่ยึดทฤษฎีหรือหลักการเรียนรู้แบบผสมผสาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จึงสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับการเพิ่มความใส่ใจ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญและสอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce, Weil and Calhoun (2009) ที่ให้ความเห็นว่า เมื่อพัฒนาโปรแกรมหรือการทำกิจกรรมใดแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี ตรวจสอบความเหมาะสมและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

แนวคิดการทำงานของระบบประสาทสมองที่เกี่ยวกับการรับรู้ทางสายตาและการเคลื่อนไหวของตาภายใต้อำนาจจิตใจแบบไปมาซ้ำ ๆ ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของตาซ้ายและตาขวาไปทางเดียวกัน (Conjugate Eye Movements) ในลักษณะการเคลื่อนไหวของตาแบบเร็ว (Rapid Eye Movement) ในลักษณะการกวาดตามอง (Scanning) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Saccadic Eye Movements) ที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของ คอปัสคอโลซัม (Corpus Callosum) ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างสมองสองซีก (Christman & Propper, 2010, pp. 215-232) ที่ช่วยลดความไม่สมดุลของการทำงานของสมองสองซีก และช่วยเพิ่มการตอบสนองทางระบบประสาทระหว่างสมองสองซีก (Interhemispheric) ในเซลล์ประสาท (Neuron) ทำให้เกิดการคัดหลั่งของสารสื่อประสาท (Neurotransmitters) ได้แก่ อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine)

และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อความใส่ใจและกระบวนการเรียนรู้ (Fernandez-Duque & Posner, 2001, pp. 74-93; Blokland, 2005, pp. 285-300; Hobson, 2009, pp. 803–813; Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, pp. 1-19) และยังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ (Motivation System) ซึ่งมีส่วนช่วยในการดำรงความใส่ใจ (Sustain Attention) (Himmelheber, Fadel, Sarter, & Bruno, 1998, pp. 949-957; Himmelheber, Sarter, & Bruno, 2000, pp. 313-325; Sarter, Gehring, & Kozak, 2006, pp. 145-160)

แนวคิดทางจิตวิทยาเพื่อปรับสภาพทางด้านร่างกายและจิตใจ ด้านร่างกายแสดงถึงการทำงานของระบบประสาท การฟื้นสภาพร่างกายจากการปฏิบัติงาน ส่วนด้านจิตใจแสดงถึงสภาพทางจิตใจและอารมณ์ การผ่อนคลาย ลดความเครียดและความวิตกกังวล ความสามารถในการรวบรวมสมาธิ ประกอบด้วย 1) การจินตภาพ ที่เป็นการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Ng, Abbott, & Hunt, 2010, pp. 620-633) และ 2) การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ที่มีผลทำให้ออกซิเจนในเลือดเพิ่มขึ้น และเกิดการกระตุ้นระบบประสาทสมองที่ควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ที่ส่งไปยังอวัยวะในช่องอก ช่องท้อง สมองที่บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และบริเวณเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้การหัวใจเต้นช้าลง ผ่อนคลาย ลดระดับของคอติซอล (Cortisol) และเพิ่มความสามารถทางปัญญา (Cognitive Performance) ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และการเพิ่มความใส่ใจ (Jerath et al., 2006, pp. 556-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269)

การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ การหายใจแบบลึกและการจินตภาพ ในช่วงต้นของโปรแกรม ใช้เวลา 5 นาที จากนั้นเป็นการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สลับกับการหายในแบบลึก เป็นเวลา 3 นาที ทำติดต่อกันจนครบ 6 รอบ ซึ่งจะใช้เวลาฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ 18 นาที รวมเวลาพักสายตากับการหายใจแบบลึก 6 นาที รวมใช้เวลาฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นเวลา 29 นาที ต่อครั้งต่อวัน โดยฝึกตามโปรแกรมติดต่อกันทุกวันรวม 14 วัน ตามแนวคิดการเพิ่มศักยภาพของสมองระยะยาว (Long Term Potentiation: LTP) เนื่องจากระยะเวลาในการฝึกการเคลื่อนไหวของตาที่นานและต่อเนื่อง จะเป็นการส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาทในการเพิ่มศักยภาพของสมองระยะยาว ให้มีการกระตุ้นที่มีความแรง (Intensity) และความถี่ (Frequency) มากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ (Depolarization) ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทหลังจุดประสานประสาท (Postsynaptic) และเพียงพอที่จะหลั่งสารสื่อประสาทกลูตาเมท (Glutamate) ในระยะก่อนจุดประสานประสาทได้ (Presynaptic) (Izquierso et al., 2008, pp. 115-127)

2. ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่พัฒนาขึ้น

2.1 คะแนนความใส่ใจ หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้นและมีเวลาปฏิกิริยาน้อยลง กว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและหลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อน

ไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้นและมีเวลาปฏิกิริยาน้อยลง กว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาเปรียบเทียบผลของการเคลื่อนไหวของตา 5 แบบ ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่ฝึกการเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบเร็ว สามารถตอบได้ถูกต้องมากกว่ากลุ่มอื่น (Christman et al., 2003, pp.221-229) นอกจากนี้ผลการศึกษา ยังสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา เช่น งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มความใส่ใจของใช้แบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีอัตราการตอบได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Tang et al., 2007, pp. 17152-17156) งานวิจัยของ Organ (2010) ใช้วิธีการออกกำลังกายร่วมกับการเคลื่อนไหวของตา ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลการทดสอบในชั้นเรียนที่ดีขึ้น (Organ, 2010, pp. 220-245) ผลที่ได้ยังสอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้วิธี Rapid Serial Visual Presentation (RSVP) ซึ่งกลุ่มทดลองมีการตอบสนองต่อเป้าหมายที่มีสิ่งรบกวนได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Di Noto, Uta, & DeSouza, 2013, pp. 1-9)

2.2 ผลการวิเคราะห์ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ เป็นเวลา 14 วัน ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ปรากฏว่า มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนการฝึกโปรแกรมการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรด บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ตำแหน่ง Fp1 Fp2 AF4 F2 F5 F7 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ตำแหน่ง T7 T8 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ตำแหน่ง CP1 P1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 และหลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ตำแหน่ง Fp1 Fp2 AF3 F7 F5 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ตำแหน่ง C3 C1 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ตำแหน่ง CP1 P1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ตำแหน่ง O1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ Luck (2014) ได้เสนอว่า ผลสะท้อนของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ที่ก่อให้เกิดเป็นภาพสะท้อนต้นทุนของความใส่ใจ (Cost of Attention) ในฐานะของคลื่นไฟฟ้าสมองที่ปรากฏขึ้นก่อน ซึ่งเมื่อใดก็ตามที่ได้ให้ความสนใจไปยังเป้าหมายนั้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป้าหมายที่มีการกระตุ้นจากภายนอกจะทำให้มีการลดลงในความกว้างคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ซึ่งเป็นช่วงของการตอบสนอง การแยกแยะและการวัดความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 เป็นการวัดระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการทำงานของสมอง ขณะทำกิจกรรมตั้งแต่ช่วงเวลาที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้า จนถึงเวลาที่ระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด (Peak) (Handy, 2005, p. 12) การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ได้ช่วยนำไปสู่การอธิบายเมื่อเทียบกับแบบจำลองการเลือกในทฤษฎีการกรองขั้นต้นของบรอดเบนท์ (Broadbent’s Early Filter Theory) ที่อธิบายถึงกระบวนการรับข้อมูลความใส่ใจ โดยที่บุคคลสามารถเลือกหรือคัดกรองที่จะใส่ใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ (Selective Attention) จากนั้นจึงเข้าสู่ความจำระยะสั้น (Short Term Memory) (Mcleod, 2008, pp. 56-63)

ผลการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่พัฒนาขึ้น มีผลต่อความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 โดยหลังการใช้โปรแกรม

คอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ทำให้ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีผลต่อการส่งสัญญาณประสาทที่คอปัสคอโลซัม (Corpus Callosum) ระหว่างสมองสองข้าง ซึ่งมีระดับของการส่งสัญญาณที่เพิ่มขึ้น มีผลมาจากการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างสมองสองข้างที่เพิ่มขึ้น (Propper & Christman, 2010, pp. 269-281) หลังจากการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นเวลา 14 วัน ทำให้มีผลต่อกระบวนการทำงานของสมองในการวิเคราะห์ การแยกแยะ การตอบสนอง การตีความและการตัดสินใจให้ทำงานได้เร็วขึ้น ตลอดจนมีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าสมอง โดยเฉพาะบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1 FP2 AF3 AF4 F7 F5 F2 (BA 8, 9, 10, 46, 47) ซึ่งเป็นส่วนของ Frontal Eye Fields (FEF) ในบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมความใส่ใจ จากการมองเห็นและการเคลื่อนไหวของตา สมองบริเวณ Anterior Prefrontal Cortex (ACC) เป็นสมองส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการของความคิดและเหตุผล สมองส่วน Inferior Frontal Gyrus (VLPFC) ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่มีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับความจำร่วมกับสมองส่วน Temporal Lobes การเปลี่ยนแปลงบริเวณเปลือกสมองที่ตำแหน่ง T7 (BA 21) ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่เกี่ยวกับขั้นตอนในการรับรู้ การจัดเรียง (Orient) และการให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับประเภทของวัตถุ เช่น สี รูปร่างและขนาด เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 P3 (BA 2,39) ในส่วนของ Angular Gyrus เป็นบริเวณของสมองที่มีบทบาทในการประมวลผล การรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Cognition) การกู้คืนความจำและความใส่ใจ และการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 POz (BA.17,18) เป็นบริเวณของเปลือกสมองส่วนการมองเห็นขั้นต้น (Primary Visual Cortex) หรือคอร์เทกซ์ลาย (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) หลังจากการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นเวลา 14 วัน ส่งผลให้ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ของกลุ่มใช้โปรแกรมน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุและกลุ่มใช้โปรแกรมมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ การที่ความกว้างคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ลดลง แสดงถึงสมองมีการทำงานที่เร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลของการวัดด้านพฤติกรรม ภายหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่มีเวลาปฏิกิริยาลดลง

2.3 ผลการวิเคราะห์ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก

การเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรด บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ตำแหน่ง F3 F4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ตำแหน่ง T7 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ตำแหน่ง CP3 P3 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ตำแหน่ง POz และกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ที่ตำแหน่งอิเลคโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ตำแหน่ง F3 F4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ตำแหน่ง CP3 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ตำแหน่ง POz อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hillyard and Anllo-Vento (2008) ที่ศึกษาการเลือกใส่ใจ (Selective Attention) ด้วยวิธีศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่กำหนดกิจกรรมให้ใส่ใจในการเลือกเป้าหมาย (Attention Task) จะมีค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มากกว่ากลุ่มควบคุม (Hillyard & Anllo-Vento, 2008, pp. 781-787) และการทบทวนวรรณกรรมของ Herrmann and Knight (2010) ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทำกิจกรรมความใส่ใจ (Attention Task) ด้วยการกระตุ้นด้วยเสียงและภาพ จากนั้นทำกิจกรรมที่เรียกว่า ออดบอล (Auditory, Visual Tasks and Oddball) ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่กำหนดให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีขนาดความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองมากกว่ากลุ่มควบคุม ที่ตำแหน่งคลื่นแรก คือ P100 และคลื่นหลังที่ P300 (P1 and Late P3) (Herrmann & Knight, 2010, pp. 465-476)

ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขึ้นอยู่กับความใส่ใจของกลุ่มตัวอย่างในการทำกิจกรรมและหากกิจกรรมการทดสอบมีความยาก จะทำให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความพยายามมากขึ้น มีผลให้ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มีความสูงขึ้นด้วย (Luck, Woodman, & Vogel, 2000, pp. 432-440; Woodman, 2010, pp. 2031-2046) และการเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองนอกจากขึ้นอยู่กับความใส่ใจแล้วยังเป็นผลมาจากความน่าจะเป็นหรือความยากง่ายในกิจกรรมการทดสอบ ในขณะเดียวกันความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ที่ลดลง แสดงถึงความใส่ใจของกลุ่มตัวอย่างน้อยลงหรืออาจเนื่องมาจากการใช้ความพยายามของกลุ่มตัวอย่างในการทำกิจกรรม การทดสอบน้อยลง (Woodman, 2010, pp. 2031-2046; Luck, 2014, p. 44) นอกจากนั้นคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ซึ่งเป็นยอดคลื่นไฟฟ้าค่าบวกที่เกิดขึ้นที่เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงแรก (Early Component) จะเริ่มเกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 50 มิลลิวินาที ขึ้นไป โดยลักษณะความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) P100 ปรากฏได้ทั้งสองด้านของเปลือกสมองบริเวณท้ายทอย (Contra and Ipsilateral Occipital Scalp) บริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal) กลีบสมองด้านข้างตอนบน (Parietal) และบริเวณสมองกลีบท้ายทอย (Occipital) ของบริเวณเปลือกสมอง (Hillyard & Anllo-Vento, 2008, pp. 781-787; Herrmann & Knight, 2010, pp. 465-476)

ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นอีกว่า ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ในกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ตำแหน่ง F3 F4 (BA 8) ส่วนของ Frontal Eye Field (FEF) บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 CP5 (BA 40) ที่มีบทบาทในการรับรู้และการประมวลผลที่เกี่ยวข้องกับความจำเหตุการณ์ (Episodic

Memory) บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ตำแหน่ง CP3 (BA 2) เป็นบริเวณรับความรู้สึกปฐมภูมิ (Primary Somatosensory Cortex) ที่เกี่ยวข้องกับขนาดและรูปร่าง และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ตำแหน่ง POz (BA 17) ซึ่งเป็นสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น แสดงว่า ขณะที่กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดความใส่ใจ ใช้ความใส่ใจในการทำกิจกรรมมากกว่า ส่งผลให้ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 จึงมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เนื่องจากแบบทดสอบความใส่ใจ เป็นกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความใส่ใจจึงเป็นแบบวัดที่มีความง่ายต่อการปฏิบัติ ดังนั้น ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 ของกลุ่มทดลอง ที่มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จึงเป็นผลมาจากความใส่ใจ ขณะทำกิจกรรมแบบทดสอบความใส่ใจ สอดคล้องกับผลการวัดด้านพฤติกรรม ของกลุ่มทดลองที่มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่ากลุ่มควบคุม

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก ได้แก่ การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) และฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (Saccadic Eye Movement Training) สามารถเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธินได้ โดยการวัดจาก 1) หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจของกลุ่มใช้โปรแกรมมีความถูกต้องของการตอบสนอง มากกว่าและเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ 2) หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ 3) หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่าและมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และ 4) หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 น้อยกว่าและมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P100 มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ดังนั้น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สามารถเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธินได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุสามารถเพิ่มความใส่ใจได้ โดยทำติดต่อกัน 14 วัน ๆ ละ 29 นาที จะทำให้เซลล์ประสาทสมองแข็งแรงและยืดหยุ่น เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองในการเพิ่มศักยภาพของความใส่ใจ

2. หน่วยงานทางทหารที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการฝึกและการศึกษา เช่น กรมยุทธศึกษา สามารถนำโปรแกรมการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุไปประยุกต์ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกและการศึกษา ให้กับกำลังพลของหน่วยต่อไป

3. สถาบันการศึกษาสามารถนำผลการวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน การวิจัยและการบริการวิชาการ

4. นักวิจัยหรือผู้ที่สนใจ นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ไปประยุกต์เป็นทางเลือกในการกระตุ้นการทำงานของสมอง เพื่อพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่น เช่น ด้านการเรียนรู้และการตัดสินใจ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. การศึกษานี้ เป็นการศึกษาเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นตอนปลาย ที่เป็นเพศชายและถนัดมือขวา ควรมีการศึกษาผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุในเพศหญิงหรือในช่วงวัยอื่น ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบศักยภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2. งานวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการศึกษารวมทั้งสิ้น 14 วัน มีการประเมินผล 1 ครั้ง หลังการทดลองเสร็จสิ้นเท่านั้น ดังนั้นการออกแบบการวิจัยครั้งต่อไป อาจเพิ่มระยะเวลาในการวัดผลซ้ำเพื่อดูความคงอยู่ของความใส่ใจและนำผลมาปรับใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเหมาะสม

3. ควรมีการศึกษากิจกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัส เช่น เสียง กลิ่น รสและสัมผัสในการเพิ่มความใส่ใจและการวัดผลความใส่ใจเฉพาะด้าน เช่น ความตื่นตัว (Alert) การจัดเรียง (Orient) หรือความใส่ใจขั้นสูง (Executive Attention)

บรรณานุกรม

กนกวรรณ บุญญพิสิฏฐ. (2549). *ตำราการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง.* กรุงเทพฯ: โฮลิสติก พับลิชชิ่ง.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. (2550). *เรียนรู้และเข้าใจเด็กสมาธิสั้น*. วันที่ค้นข้อมูล 6 มีนาคม 2557 เข้าถึงได้จาก http://www.happyhomeclinic.com/a05-ADHD%20care.htm.

เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์. (2556). ผลการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนนคลายที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 14*(2), 37-46.

ไทยรัฐออนไลน์. (2557). *ผลสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มดิจิตอลชาวไทย Connected Life.*วันที่ค้นข้อมูล 9 ธันวาคม 2557 เข้าถึงได้จาก Http://www.thairath.co.th/content/4545.

นันทพล โรจนโกศล. (2552). พุทธจริยศาสตร์กับสังคมโลกาภิวัฒน์ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนทัศน์ (Paradigm) ของบุคคลในสังคม. *วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์, 5*(4), 49-66.

นนทิชา ถาวรไพบูลย์บุตร. (2555). กรอบอ้างอิงการรับรู้ทางสายตา. *บทความฟื้นวิชา, 17*(3), 25-29.

ปรัชญา แก้วแก่น (2555). กระบวนการความสนใจและการประยุกต์สำหรับการวิจัยทางวิทยาการปัญญา. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 10*(1), 1-10.

พนิดา วิมานรัตน์ (2555). การเพิ่มการเลือกสนใจภาพและเสียงของนักเรียนด้วยการออกกำลังกายแบบผสานกายจิตด้วยไม้พลอง: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *11*(2), 19-32.

มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์. (2549). การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในผู้ใหญ่: ความรู้พื้นฐานสำหรับพยาบาล. *สงขลานครินทร์เวชสาร, 24*(5), 445-452.

ราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม. (2550). *ประสาทสรีรวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์. (2556). การประเมินความตั้งใจจดจ่อโดยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและการประยุกต์ใช้ในเด็กที่เป็นโรคซนสมาธิสั้น. *Journal of Medicine and Health Sciences*, *20*(1), 1-12.

ศัพท์บัญญัติ ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *Attention.* วันที่ค้นข้อมูล 6 มีนาคม 2557 เข้าถึงได้จาก http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php.

ศุภวรรณ พิพัฒพรรณวงศ์ กรีน. (2550). *พาตัวใจกลับบ้าน ตอน เริ่มแก้ปัญหาที่ลมหายใจ.* กรุงเทพฯ: คิว พริ้นท์ แมเนจเม้นท์.

สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้. (2549). *มหัศจรรย์ระบบประสาท* กรุงเทพฯ: สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สายฤดี วรกิจโภคาทรและประภาพรรณ จูเจริญ. (2552). *ฝึกลักษณะนิสัยที่เสริมให้สมองดี.*วันที่ค้นข้อมูล 6 มีนาคม 2557 เข้าถึงได้ จาก http://main.dou.us/view_content.php

สุพรพิมพ์ เจียสกุล. (2548). *สรีรวิทยา1.* กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

สุวรี ศิวะแพทย์. (2549). *จิตวิทยาทั่วไป.* กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

สมชาย รัตนทองคำ. (2555). *การตรวจประสาท-กล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า.* เอกสารประกอบการบรรยายวิชา 471231 ไฟฟ้าบำบัดและเครื่องมือการภาพบำบัด ปีการศึกษา 2554-2555 ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมพร กันทรดุษฎี เตรียมชัยศรี (2554). *กลไกของการปฏิบัติ สมาธิ Mechanism of Meditation*. สำนักการแพทย์ทางเลือก, กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2558). *สำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2558*, สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

อภิชาติ สิงคาลวณิช. (2552). จักษุวิทยา. ใน วณิชา ชื่นกองแก้วและอภิชาติ สิงคาลวณิช (บรรณาธิการ), กรุงเทพฯ: งานตำราวารสารและสิ่งพิมพ์สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา. (2551). *สมองเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมอัจฉริยภาพและนวัตกรรมการเรียนรู้.

อุดม เพชรสังหาร. (2548). ศิลปะกับการพัฒนาสมองมนุษย์. *หมอชาวบ้าน, 27*(317), 27-29.

Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2002). Non-linear dynamic complexity of the human EEG during meditation. *Neurosci Lett, 330*(2), 143-146.

Alissa, W., Bonsall Iv, S. B., Koharki, K., & Penn Jr, M. W. (2013). Firms' use of accounting discretion to influence their credit ratings. *Journal of Accounting and Economics, 55*(2–3), 129-147.

Alloway, T. P., Wootan, S., & Deane, P. (2014). Investigating working memory and sustained attention in dyslexic adults. *International Journal of Educational Research, 67*(0), 11-17.

Anderson, J. R. (2004). *Cognitive psychology and its implications* (6th ed.). Worth Publishers. p. 519.

Anderson, N. D., Iidaka, T., Cabeza, R., Kapur, S., McIntosh, A. R., & Craik, F. I. (2000). The effects of divided attention on encoding- and retrieval-related brain activity: A PET study of younger and older adults. *J Cogn Neurosci, 12*(5), 775-792.

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.

Ahveninen, J., Hamalainen, M., Jaaskelainen, 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. *National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(10), 4182–4187.

Awh, E., Vogel, E. K., & Oh, S. H. (2006). Interactions between attention and working memory. *Neuroscience, 139*(1), 201-208.

Babiloni, C., Del Percio, C., Iacoboni, M., Infarinato, F., Lizio, R., Marzano, N., Crespi G., Pirritano M., Gallamini M., Eusebi, F. (2008). Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. *The Journal of Physiology, 586*(1), 131-139.

Baeck, J. S., Kim, Y. T., Seo, J. H., Ryeom, H. K., Lee, J., Choi, S. M., Kim W., Chang, Y. (2012). Brain activation patterns of motor imagery reflect plastic changes associated with intensive shooting training. *Behav Brain Res, 234*(1), 26-32.

Bahrick, 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.

Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris J. N., Rebok G. W., Smith D. M., Unverzagt F. W., Willis, S. L. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. *Jama, 288*(18), 2271-2281

Beteleva, T. G., & Petrenko, N. E. (2006). Mechanisms of selective attention in adults and children as reflected by evoked potentials to warning stimuli. *Human Physiology, 32*(5), 509-516.

Blokland, A. (2005). Acetylcholine: A neurotransmitter for learning and memory? *Brain Res Brain Res Rev, 21*(3), 285-300.

Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: An update. *Trends Cogn Sci, 8* (12), 539-546.

Boynton, G. M. (2005). Attention and visual perception. *Current Opinion in Neurobiology, 15*(4), 465-469.

Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. Oxford: Oxford University Press.

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.

Burnett Heyes, S., Lau, J. Y. F., & Holmes, E. A. (2013). Mental imagery, emotion and psychopathology across child and adolescent development. *Dev Cogn Neurosci, 5*, 119-133.

Busek, P., & Kemlink, D. (2005). The influence of the respiratory cycle on the EEG. *Physiol Res, 54*(3), 327-333.

Brunye, T. T., Mahoney, C. R., Augustyn, J. S., & Taylor, H. A. (2009). Horizontal saccadic eye movements enhance the retrieval of landmark shape and location information. *Brain Cogn, 70*(3), 279-288.

Calabria, M. (2008). *Memory for faces and proper names: Episodic and semantic aspects*. Doctoral dissertation, Department of General Psychology, University of Padua, Italy. Retrieved December 20, 2010, fromhttp://paduaresearch.cab.unipd.it/1335/.

Campos, A. (2014). Gender differences in imagery. *Personality and Individual Differences, 59*(0), 107-111.

Casey, B. J., Jones, R. M., & Hare, T. A. (2008). The Adolescent Brain. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1124*(1), 111-126.

Cavanagh, P., & Alvarez, G. A. (2005). Tracking multiple targets with multifocal attention. *Trends Cogn Sci, 9*(7), 349-354.

Chandler, D. (2001). *Semiotics: The Basics.* London: Routledge.

Cheal, M., & Chastain, G. (1998). Attention effects of moving and stationary single-element and multiple-element precues: Limits of automaticity. *Percept Psychophys, 60*(5), 873-887.

Cherry, E. C. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America, 25*(5), 975-979.

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.

Chun, M. M., & Turk-Browne, N. B. (2007). Interactions between attention and memory. *Curr Opin Neurobiol, 17*(2), 177-184.

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.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Combs, D. R., & Gouvier, W. D. (2004). The role of attention in affect perception: An examination of Mirsky's four factor model of attention in chronic schizophrenia. *Schizophr Bull, 30*(4), 727-738.

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.

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), 1-9.

Driver, J. (2001). A selective review of selective attention research from the past century. *British Journal of Psychology*, *92* Part 1, 53-78.

Driver, J., & Frackowiak, R. S. (2001). Neurobiological measures of human selective attention. *Neuropsychologia, 39*(12), 1257-1262.

Droit-Volet, S., Tourret, S., & Wearden, J. (2004). Perception of the duration of auditory and visual stimuli in children and adults. *Q J Exp Psychol, 57*(5), 797-818.

Duncan, J. (1994). Selective attention and the organization of visual information. *J Exp Psychol Gen, 113*(4), 501-517.

Dukette, D., & Cornish, D. (2009). *The Essential 20: Twenty Components of an Excellent Health Care Team*. RoseDog Books. pp. 72–73. ISBN 1-4349-9555-0.

Eason, R. G., Harter, M. R., & White, C. T. (1969). Effects of attention and arousal on visually evoked cortical potentials and reaction time in man. *Physiology & Behavior, 4*(3), 283-289.

Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2013). *An applied reference guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage

Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). *Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control*. In: Ross B, editor. The Psychology of Learning and Motivation. Vol. 44. NY: Elsevier; 2004. pp. 145–199.

Enns, J. T., & MacDonald, S. C. (2013). The role of clarity and blur in guiding visual attention in photographs. *J Exp Psychol Hum Percept Perform, 39*(2), 568-578.

Ernst, M., Daniele, T., & Frantz, K. (2011). New perspectives on adolescent motivated behavior: Attention and conditioning. *Developmental Cognitive Neuroscience, 1*(4), 377-389.

Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2005). The activation of attentional networks. *Neuroimage*, *26*(2), 471-479.

Faubert, J., & Sidebottom, L. (2011). The NeuroTracker System: Its role for perceptual-cognitive training of athletes and its potential impact on injury reductions and concussion management in sports. *Sports Science Innovations, 5*(12), 56-72.

Fernandez-Duque, D., & Posner, M. I. (2001). Brain imaging of attentional networks in normal and pathological states. *J Clin Exp Neuropsychol, 23*(1), 74-93.

Filbey, F., Russell, T., Morris, R., Murray, R., & McDonald, C. (2008). Functional magnetic resonance imaging (fMRI) of attention processes in presumed obligate carriers of schizophrenia: preliminary findings. *Annals of General Psychiatry, 7*(1), 1-13.

Foji, S., Tadayonfar, M. A., Mohsenpour, M., & Rakhshani, M. H. (2015). The study of the effect of guided imagery on pain, anxiety and some other hemodynamic factors in patients undergoing coronary angiography. *Complementary Therapies in Clinical Practice, 21*(2), 119-123.

Fougnie, D. (2008). The Relationship between Attention and Working Memory. *New Research on Short-Term Memory*, *7*(1), 1-45.

Frith, C. (2001). A framework for studying the neural basis of attention. *Neuropsychologia, 39*(12), 1367-1371.

Fulcher, E. (2009). *Cognitive Psychology*. Retrieved March 6, 2014 form http://www.eamonfulcher.com/CogPsych/frontPage.htm.

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), 62-70.

Georgopoulos, A. P., Whang, K., Georgopoulos, M. A., Tagaris, G. A., Amirikian, B., Richter, W., Kim SG., Ugurbil, K. (2001). Functional magnetic resonance imaging of visual object construction and shape discrimination: Relations among task, hemispheric lateralization, and gender. *J Cogn Neurosci, 13*(1), 72-89.

Giofrè, D., Mammarella, I. C., & Cornoldi, C. (2014). The relationship among geometry, working memory, and intelligence in children. *Journal of Experimental Child Psychology, 123*(0), 112-128.

Goodale, M. A., & Westwood, D. A. (2004). An evolving view of duplex vision: Separate but interacting cortical pathways for perception and action. *Curr Opin Neurobiol, 14*(2), 203-211.

Gualberto Cremades, J. (2002). The effects of imagery perspective as a function of skill level on alpha activity. *International Journal of Psychophysiology, 43*(3), 261-271.

Guilleminault, C., Kirisoglu, C., Bao, G., Arias, V., Chan, A., & Li, K. K. (2005). Adult chronic sleepwalking and its treatment based on polysomnography. *Brain, 128*(Pt 5), 1062-1069.

Handy, C. T., (2005). *Event-Related Potentials: A Methods Handbook*, MIT Press, Cambridge, Mass, USA

Hasselmo, M. E. (2006). The Role of Acetylcholine in Learning and Memory. *Current opinion in neurobiology, 16*(6), 710-715.

Herrmann, C. S., & Knight, R. T. (2010). Mechanisms of human attention: Event-related potentials and oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 25*(6), 465-476.

Hillman, C. H., Castelli, D. M., & Buck, S. M. (2009). Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Med Sci Sports Exerc, 37*(11), 1967-1974.

Hillyard, S. A., & Anllo-Vento, L. (2008). Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 95*(3), 781-787.

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.

Himmelheber, A. M., Sarter, M., & Bruno, J. P. (2000). Increases in cortical acetylcholine release during sustained attention performance in rats. *Cognitive Brain Research, 9*(3), 313-325.

Hobson, J. A. (2009). REM sleep and dreaming: Towards a theory of protoconsciousness. *Nat Rev Neurosci, 10*(11), 803-813.

Holmes, E. A., & Mathews, A. (2005). Mental imagery and emotion: A special relationship? *Emotion, 5*(4), 489-497.

Holmes, E. A., & Mathews, A. (2010). Mental imagery in emotion and emotional disorders. *Clin Psychol Rev, 30*(3), 349-362.

Hoza, B., Smith, A., Shoulberg, E., Linnea, K., Dorsch, T., Blazo, J., Caitlin, M. A., McCabe, G. (2014). A Randomized Trial Examining the Effects of Aerobic Physical Activity on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms in Young Children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *9*(11) 1-13.

banez, A., Melloni, M., Huepe, D., Helgiu, E., Rivera-Rei, A., Canales-Johnson, A., Baker P., Moya, A. (2012). What event-related potentials (ERPs) bring to social neuroscience? *Soc Neurosci, 7*(6), 632-649.

Iwamoto, Y., & Kaku, Y. (2010). Saccade adaptation as a model of learning in voluntary movements. *Exp Brain Res, 204*(2), 145-162.

Izquierdo, I., Cammarota, M., & Silva, W.C.D. (2008), The evidence for hippocampal long-term potentiation as a basis of memory for simple tasks. *An Acad Bras Cienc*, *80*(1), 115-127.

Jefferies, L. N., Roggeveen, A. B., Enns, J. T., Bennett, P. J., Sekuler, A. B., & Di Lollo, V. (2013). On the time course of attentional focusing in older adults. *Psychol Res, 28*(41), 28-41.

Jenkins, S., Brown, R., & Rutterford, N. (2009). Comparing Thermographic, EEG, and Subjective Measures of Affective Experience During Simulated Product Interactions, *International Journal of Design, 3*(2), 53-65.

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. *Med Hypotheses, 67*(3), 566-571.

Jain, Y.K., & Bhandare, S. K. (2011). Min Max Normalization Based Data Perturbation Method for Privacy Protection. *International Journal of Computer & Communication Technology, 2*(8), 45-50.

Johnson, J. G., Cohen, P., Kasen, S., & Brook, J. S. (2007). Extensive television viewing and the development of attention and learning difficulties during adolescence. *Arch Pediatr Adolesc Med, 161*(5), 480-486.

Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching*. (8th ed.). USA: Pearson.

Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences, 30*(2), 135-154.

Kafshgari, N. N., Kahaki, R. D., Moradi, M. H., & Younesi, A. (2014). An ERP study on visual attention to facial stimuli; N170 component. *Electrical Engineering (ICEE), 12*(5), 1976-1979.

Kandel, E. (2013). The new science of mind and the future of knowledge. *Neuron, 80*(3), 546-560.

Kanwisher, N., & Wojciulik, E. (2000). Visual attention: Insights from brain imaging. *Nat Rev Neurosci, 1*(2), 91-100.

Kato, K., Muraoka, T., Higuchi, T., Mizuguchi, N., & Kanosue, K. (2014). Interaction between simultaneous contraction and relaxation in different limbs. *Exp Brain Res, 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. *Neurosci Res, 92*(3), 39-45.

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.

Kim, H. J., Park, H. K., Lim, D. W., Choi, M. H., Kim, H. J., Lee, I. H., Hyung, S. K., Choi, j. s., Chung, S.-C. (2013). Effects of oxygen concentration and flow rate on cognitive ability and physiological responses in the elderly. *Neural Regeneration Research, 8*(3), 264-269.

Konrad, K., Neufang, S., Thiel, C. M., Specht, K., Hanisch, C., Fan, J., Herpertz-Dahlmann, B., Fink, G. R. (2007). Development of attentional networks: An fMRI study with children and adults. *Neuroimage, 28*(2), 429-439.

Kotchoubey, B. (2006). Event-related potentials, cognition, and behavior: A biological approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*(4), 42-65.

Klug, J. (2006). *Effects of an Imagery Training Program on Free Throw Self-Efficacy and Performance of High School Basketball Players.* (Electronic Thesis or Dissertation). Retrieved March 6, 2014 from https://etd.ohiolink.edu/

Kramer, P, & Hinojosa, J. (2010). *Frame of reference for pediatric occupational therapy*. (3rd ed.). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.

Kowler, E. (2011). Eye movements: The past 25 years. *Vision research, 51*(13), 1457-1483.

Lagopoulos, J., Xu, J., Rasmussen, I., Vik, A., Malhi, G. S., Eliassen, C. F., Arntsen, I. E., Saether, J. G., Hollup, S., Davanger, S., Ellingsen, O. (2009). Increased theta and alpha EEG activity during nondirective meditation. *J Altern Complement Med, 15*(11), 1187-1192.

Liu, B., Meng, X., Wu, G., & Huang, Y. (2012). Feature precedence in processing multifeature visual information in the human brain: an event-related potential study. *Neuroscience, 210*(0), 145-151.

Liu, T., Becker, M. W., & Jigo, M. (2013). Limited featured-based attention to multiple features. *Vision Research, 85*(0), 36-44.

Louie, S. W. (2006). The effects of guided imagery relaxation in people with COPD. *Occup Ther Int, 11*(3), 145-159.

Luck, S. J., (2005). An Introduction to the Event-Related Potential Technique. Cambridge, MA: MIT Press.

Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT Press.

Luck, S. J., & Gold, J. M. (2008). The construct of attention in schizophrenia. *Biol Psychiatry, 64*(1), 34-39.

Luck, S. J., Hillyard, S. A., Mouloua, M., Woldorff, M. G., Clark, V. P., & Hawkins, H. L. (1994). Effect of spatial cueing on luminance detectability: Psychophysical and electrophysiological evidence for early selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *20*(4), 887-904.

Lyle, K. B., Logan, J. M., & Roediger, H. L. (2008). Eye movements enhance memory for individuals who are strongly right-handed and harm it for individuals who are not. *Psychon Bull Rev, 15*(3), 515-520.

Lyle, K. B., & Martin, J. M. (2010). Bilateral saccades increase intrahemispheric processing but not interhemispheric interaction: Implications for saccade-induced retrieval enhancement. *Brain Cogn, 73*(2), 128-134.

Lyle, K. B., & Jacobs, N. E. (2010). Is saccade-induced retrieval enhancement a potential means of improving eyewitness evidence? *Memory, 18*(6), 581-594.

MacDonald, S. C., & Enns, J. T. (2012). The Role of Photographic Clarity and Blur in Guiding Visual Attention. *Journal of Vision*, *12*(9), 1002-1012.

MacLean, K. A., Ferrer, E., Aichele, S. R., Bridwell, D. A., Zanesco, A. P., Jacobs, T. L., Phillip R. S., Alan B. W., Saron, C. D. (2010). Intensive meditation training improves perceptual discrimination and sustained attention. *Psychological Science, 21*(6), 829-839.

Mahajan, Y., & McArthur, G. (2012). Maturation of visual evoked potentials across adolescence. *Brain Dev, 34*(8), 655-666.

Manfridi, A., Brambilla, D., & Mancia, M. (1999). Stimulation of NMDA and AMPA receptors in the rat nucleus basalis of Meynert affects sleep. *Am J Physiol, 277*(5), 1488-1492.

Mazzoni, A., Panzeri, S., Logothetis, N. K., & Brunel, N. (2008). Encoding of Naturalistic Stimuli by Local Field Potential Spectra in Networks of Excitatory and Inhibitory Neurons. *PLoS Comput Biol, 4*(12), 652-667.

McConnell, M. M., & Shore, D. I. (2011). Mixing measures: Testing an assumption of the Attention Network Test. *Atten Percept Psychophys, 73*(4), 1096-1107.

McLeod, S. (2008). *Simply psychology; Information Processing*. Retrieved March 6, 2014 Form http://www.simplypsychology.org/psychosexual.html.

Michigan State University. (2014). *Exercise before school may reduce ADHD symptoms in kids. ScienceDaily.* Retrieved December 17, 2014 from www.sciencedaily.com/releases/2014/09/140909093701.htm.

Mochizuki, A. A., & Kirino, E. (2008). Effects of Coordination Exercises on Brain Activation: A Functional MRI Study. *International Journal of Sport and Health Science, 6*(3), 98-104.

Moore, D. T (2008). Eye Exercises to Increase Attention and Reduce Impulsivity. Retrieved December 17, 2014 from http://improvevisionquick.com/.

Moore, D. R., Ferguson, M. A., Halliday, L. F., & Riley, A. (2008). Frequency discrimination in children: perception, learning and attention. *Hear Res, 238*(2), 147-154.

Moore, T., & Fallah, M. (2001). Control of eye movements and spatial attention. *Proc Natl Acad Sci U S A, 98*(3), 1273-1276.

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.

Neokleous, K., Avraamides, M., Neocleous, C., & Schizas, C. (2011). Selective Attention and Consciousness: Investigating Their Relation Through Computational Modelling. *Cognitive Computation, 3*(1), 321-331.

Neuhaus, A. H., Urbanek, C., Opgen-Rhein, C., Hahn, E., Ta, T. M. T., Koehler, S., Gross, M., Dettling, M. (2010). Event-related potentials associated with Attention Network Test. *International Journal of Psychophysiology, 76*(2), 72-79.

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.

Nothdurft, H. C. (1999). Focal attention in visual search. *Journal Vision Research, 39*(14), 2305-2310.

O'Driscoll, G. A., Lenzenweger, M. F., & Holzman, P. S. (1998). Antisaccades and smooth pursuit eye tracking and schizotypy. *Arch Gen Psychiatry, 55*(9), 837-843.

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*, *19*(8), 220-245.

Packard, M. G., & Knowlton, B. J. (2002). Learning and memory functions of the Basal Ganglia. *Annu Rev Neurosci, 25*(3), 563-593.

Parker, A., Buckley, S., & Dagnall, N. (2009). Reduced misinformation effects following saccadic bilateral eye movements. *Brain and Cognitive*, *69*(1), 89-97.

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*, 1-9.

Parker, A., Relph, S., & Dagnall, N. (2008). Effects of bilateral eye movements on the retrieval of item, associative, and contextual information. *Neuropsychology, 22*(1), 136-145.

Peelen, M. V., & Mruczek, R. E. (2008). Sources of spatial and feature-based attention in the human brain. *Journal of Neuroscience, 28*(38), 9328-9329.

Pictet, A., Coughtrey, A. E., Mathews, A., & Holmes, E. A. (2011). Fishing for happiness: The effects of generating positive imagery on mood and behaviour. *Behaviour Research and Therapy, 49*(12), 885-891.

Picton, T. W., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S. A., Johnson, R., Jr., Miller, G., Ritter, W., Ruchkin, D. S., Taylor, M. J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiology, 37*(2), 127-152.

Poe, G. R., Walsh, C. M., & Bjorness, T. E. (2010). Cognitive neuroscience of sleep. *Prog Brain Res, 185*(8), 1-19.

Polkki, T., Pietila, A. M., Vehvilainen-Julkunen, K., Laukkala, H., & Kiviluoma, K. (2008). Imagery-induced relaxation in children's postoperative pain relief: A randomized pilot study. *J Pediatr Nurs, 23*(3), 217-224.

Propper, R. E., & Christman, S. D. (2010). Interhemispheric interaction and saccadic horizontal eye movements: Implications for episodic memory, EMDR, and PTSD. *Journal of EMDR Practice and Research, 2*(4), 269-281.

Proverbio, A. M., Burco, F., Del Zotto, M., & Zani, A. (2004). Blue piglets? Electrophysiological evidence for the primacy of shape over color in object recognition. *Cognitive Brain Research, 18*(3), 288-300.

Provvidenza, C. F. (2009). The impact of a self-directed imagery package on the imagery ability and imagery use of figure skaters. *Journal of Applied Sport Psychology, 23*(11), 129–141

Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: evidence for a parallel tracking mechanism. *Spat Vis, 3*(3), 179-197.

Raz, A., & Buhle, J. (2009). Typologies of attentional networks. *Nat Rev Neurosci, 7*(5), 367-379.

Redies, C., Hasenstein, J., & Denzler, J. (2007). Fractal-like image statistics in visual art: Similarity to natural scenes. *Spat Vis, 21*(1-2), 137-148.

Reynolds, J. H., Pasternak, T., & Desimone, R. (2006). Attention increases sensitivity of V4 neurons. *Neuron, 26*(3), 703-714.

Ridderinkhof, K. R., & van der Stelt, O. (2000). Attention and selection in the growing child: views derived from developmental psychophysiology. *Biol Psychol, 54*(1-3), 55-106.

Romo, R., Cheramy, A., Godeheu, G., & Glowinski, J. (1986). In vivo presynaptic control of dopamine release in the cat caudate nucleus--III. Further evidence for the implication of corticostriatal glutamatergic neurons. *Neuroscience, 19*(4), 1091-1099.

Roosink, M., & Zijdewind, I. (2010). Corticospinal excitability during observation and imagery of simple and complex hand tasks: implications for motor rehabilitation. *Behav Brain Res, 213*(1), 35-41.

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. *Proc Natl Acad Sci U S A, 102*(41), 14931-14936.

Saiki, J. (2003). Feature binding in object-file representations of multiple moving items. *J Vis, 3*(1), 6-21.

Saiki, J. (2011). Multiple Object Permanence Tracking: Maintenance, Retrieval and Transformation of Dynamic Object Representations. *Brain, Vision and AI, 1*(7), 243-264.

Sloman, R. (2006). Relaxation and imagery for anxiety and depression control in community patients with advanced cancer. *Cancer Nurs, 25*(6), 432-435.

Sanders, L. D., Stevens, C., Coch, D., & Neville, H. J. (2006). Selective auditory attention in 3- to 5-year-old children: An event-related potential study. *Neuropsychologia, 44*(11), 2126-2138.

Sarter, M., Albin, R. L., Kucinski, A., & Lustig, C. (2014). Where attention falls: Increased risk of falls from the converging impact of cortical cholinergic and midbrain dopamine loss on striatal function. *Exp Neurol, 257*(9), 120-129.

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.

Schall, J. D., Sato, T. R., Thompson, K. G., Vaughn, A. A., & Juan, C. H. (2004). Effects of search efficiency on surround suppression during visual selection in frontal eye field. *J Neurophysiol, 91*(6), 2765-2769.

Scholl, B. J., Pylyshyn, Z. W., & Feldman, J. (2001). What is a visual object? Evidence from target merging in multiple object tracking. *Cognition, 80*(1-2), 159-177.

Schütz, A. C., Lossin, F., & Gegenfurtner, K. R. (2015). Dynamic integration of information about salience and value for smooth pursuit eye movements. *Vision Res, 113*(5), 169-178.

Scudder, C. A., Kaneko, C. S., & Fuchs, A. F. (2002). The brainstem burst generator for saccadic eye movements: A modern synthesis. *Exp Brain Res, 142*(4), 439-462.

Sears, C. R., & Pylyshyn, Z. W. (2000). Multiple object tracking and attentional processing. *Can J Exp Psychol, 54*(1), 1-14.

Serrien, D. J., Ivry, R. B., & Swinnen, S. P. (2006). Dynamics of hemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nat Rev Neurosci, 7*(2), 160-166.

Sharbrough, F., Chatrian, G. E., Lesser, R. P., Luders, H., Nuwer, M., & Picton, T. M. (1991). American EEG society: Guidelines for standard electrode position nomenclature. *Journal of Clinical Neurophysiology*, *8*(12), 200-202.

Shepherd, M., Findlay, J. M., & Hockey, R. J. (2007). The relationship between eye movements and spatial attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 38*(3), 475-491.

Souto, D., & Kerzel, D. (2011). Attentional constraints on target selection for smooth pursuit eye movements. *Vision Research, 51*(1), 13-20.

Stevens, C., & Bavelier, D. (2012). The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience, 2, Supplement, 1*(0), 30-48.

Sternberg, R. J (2009). Cognitive Psychology. (6th ed.). Wadsworth, Belmont, CA, USA

Strickland, O. L., Lenz, E. R., & Waltz, C. (2010). *Instrumentation and data collection. In Measurement in nursing and health research* (4th ed.). New York: Springer Publishing.

Styles, E, A. (2005). *Attention, Perception and Memory: An Integrated Introduction.* United States of America: Thomson Wadsworth.

Sudsuang, R., Chentanez, V., & Veluvan, K. (1991). Effect of buddhist meditation on serum cortisol and total protein levels, blood pressure, pulse rate, lung volume and reaction time. *Physiology & Behavior, 50*(3), 543-548.

Sullivan, L. (1976). Selective attention and secondary message analysis: A reconsideration of Broadbent's filter model of selective attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 28*(2), 167-178.

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.

Tanabe, J., Tregellas, J., Miller, D., Ross, R. G., & Freedman, R. (2002). Brain Activation during Smooth-Pursuit Eye Movements. *Neuroimaging, 17*(3), 1315-1324.

Tang, Y.-Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., Yu, Q, Rothbart, M. K, Fan, M., Posner, M. I. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(43), 17152-17156.

Taylor, J. G., & Fragopanagos, N. F. (2005). The interaction of attention and emotion. *Neural Networks, 18*(4), 353-369.

Tei, S., Faber, P. L., Lehmann, D., Tsujiuchi, T., Kumano, H., Pascual-Marqui, R. D., Pascual-Marqui, R. D., Gianotti, L. R., Kochi, K. (2009). Meditators and non-meditators: EEG source imaging during resting. *Brain Topogr, 22*(3), 158-165.

Theeuwes, J., Kramer, A. F., & Irwin, D. E. (2011). Attention on our mind: The role of spatial attention in visual working memory. *Acta Psychol (Amst), 137*(2), 248-251.

Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., & Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods, 45*(4), 279-288.

Todd, R. M., Talmi, D., Schmitz, T. W., Susskind, J., & Anderson, A. K. (2012). Psychophysical and Neural Evidence for Emotion-Enhanced Perceptual Vividness. *The Journal of Neuroscience, 32*(33), 11201-11212.

Torralba, A., Oliva, A., Castelhano, 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.

Unsworth, N., Fukuda, K., Awh, E., & Vogel, E. K. (2014). Working memory and fluid intelligence: capacity, attention control, and secondary memory retrieval. *Cogn Psychol, 71*(7), 1-26.

Vander, A., James, S., & Dorothy, L. (2010). *Human Physiology*. (8th ed.) McGraw–Hill, Inc., Singapore.

Van Voorhis, S., & Hillyard, S. (1977). Visual evoked potentials and selective attention to points in space. *Percept Psychophys, 22*(1), 54-62.

Vaughn, B. V., & Giallanza, P. (2008). TEchnical review of polysomnography. *Chest, 134*(6), 1310-1319.

Veraksa, A., & Gorovaya, A. (2012). Imagery training efficacy among novice soccer players. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 33*(12), 338-342.

Voss, J. L., & Paller, K. A. (2009). An electrophysiological signature of unconscious recognition memory. *Nat Neurosci, 12*(3), 349-355.

Warren, M. (1993). A hierarchical model for evaluation and treatment of visual perceptual dysfunction in adult acquired brain injury, Part 1. *Am J Occup Ther, 47*(1), 42-54.

Walton, K. G., Pugh, N. D., Gelderloos, P., & Macrae, P. (1995). Stress reduction and preventing hypertension: Preliminary support for a psychoneuroendocrine mechanism. *J Altern Complement Med, 1*(3), 263-283.

Washburn, D. A., & Putney, R. T. (1998). Stimulus Movement and the Intensity of Attention. *The Psychological Record, 48*(4), 555-570.

Waxman, S. G., & DeGroot, J. (1995). *Correlative Neuroanatomy* (22nd ed.). Norwalk, CT: Appleton & Lange.

Weinberger, D. R. E., Brita, & Giedd,Jay N. (2005). *The Adolescent Brain: A Work in Progress*. National Campaign to Prevent Teen Pregnancy.

Weinberg, R. S., & Gould, D. (2003). *Foundations of sport and exercise psychology* (3th ed.). Champaign, IL: Human

Weissman, D. H., Warner, L. M., & Woldorff, M. G. (2004). The neural mechanisms for minimizing cross-modal distraction. *J Neurosci, 24*(48), 10941-10949.

White, A. M. (2009). Understanding adolescent brain development and its implications for the clinician. *Adolesc Med State Art Rev, 20*(1), 73-90.

Wickens, C. D., & Carswell, C. M. (2006). Information Processing *Handbook of Human Factors and Ergonomics*: John Wiley & Sons, Inc.

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.

Xu, Y., & Chun, M. M. (2006). Dissociable neural mechanisms supporting visual short-term memory for objects. *Nature, 440*(7080), 91-95.

Yonelinas, A. P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, *46*(3), 441-517.

Zeki, S., & Marini, L. (1998). Three cortical stages of colour processing in the human brain. *Brain, 121*(9), 1669-1685.

Zhelyazkova-Savova, M., Giovannini, M. G., & Pepeu, G. (1997). Increase of cortical acetylcholine release after systemic administration of chlorophenylpiperazine in the rat: An in vivo microdialysis study. *Neuroscience Letters, 236*(3), 151-154.

Zhong, M., Zhao, X., Zou, X.-c., Wang, J. Z., & Wang, W. (2014). Markov chain based computational visual attention model that learns from eye tracking data. *Pattern Recognition Letters, 49*(0), 1-10.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
เรื่อง การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหว
ของตาแบบติดตามวัตถุ : การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

1.รศ.ดร.ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย์	อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
2.ผศ.พญ.ลักษณาพร กรุงไกรเพชร	อาจารย์ประจำสาขาวิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3.ดร.ปรัชญา แก้วแก่น	อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัย และวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รหัส ☐☐☐

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

คำชี้แจง ให้ผู้สอบถามทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่าง ☐ หน้าข้อความที่เป็นคำตอบหรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่านมากที่สุด

1. ปัจจุบันท่านมีอายุ.....ปี (นับจาก พ.ศ. เกิด หากเกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)
2. มือข้างที่ถนัด
   ☐ ขวา ☐ ซ้าย ☐ ถนัดทั้งสองข้าง
3. ท่านเคยมีประวัติการเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา
   ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ.....
4. ท่านเคยมีอาการเจ็บป่วยทางจิตเวชหรือไม่
   ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ.....
5. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
   ☐ ไม่มี
   ☐ มี โปรดระบุ.....
6. การมองเห็น
   ☐ ปกติ
   ☐ ต้องใส่แว่นขยายสายตา
7. การใช้คอมพิวเตอร์
   ☐ เป็น
   ☐ ไม่เป็น
8. ปัจจุบันท่านใช้เวลาว่างส่วนใหญ่ทำอะไร

☐ เล่นเกม ☐ อ่านหนังสือ

☐ ดูทีวี ดูหนัง ☐ ใช้ Social Network เช่น line, Facebook

☐ อื่นๆ ระบุ.....

9. ท่านเคยได้รับการฝึกการเพิ่มความใส่ใจมาก่อนหรือไม่

☐ ไม่เคย ☐ เคย โปรดระบุ.....

แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น

Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale (CES-D) ฉบับภาษาไทย

ชื่อ.....นามสกุล.....NO.....

ท่านมีความรู้สึกดังต่อไปนี้บ่อยเพียงใดใน 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กรุณา √ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

ในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา	ไม่เลย (‹ 1 วัน)	นาน ๆ ครั้ง (1-2 วัน)	บ่อย ๆ (3-4 วัน)	ตลอดเวลา (5-7 วัน)
1. ฉันรู้สึกหงุดหงิดง่าย				
2. ฉันรู้สึกเบื่ออาหาร				
3. ฉันไม่สามารถขจัดความเศร้าออกจากใจได้ แม้จะมีคนคอยช่วยเหลือก็ตาม				
4. ฉันรู้สึกว่าตนเองดีพอ ๆ กับคนอื่น				
5. ฉันไม่มีสมาธิ				
6. ฉันรู้สึกหดหู่				
7. ทุก ๆ สิ่งที่ฉันกระทำจะต้องฝืนใจ				
8. ฉันมีความหวังเกี่ยวกับอนาคต				
9. ฉันรู้สึกว่าชีวิตมีแต่สิ่งล้มเหลว				
10. ฉันรู้สึกหวาดกลัว				
11. ฉันนอนไม่เคยหลับ				
12. ฉันมีความสุข				
13. ฉันไม่ค่อยอยากคุยกับใคร				
14. ฉันรู้สึกเหงา				
15. ผู้คนทั่วไปไม่ค่อยเป็นมิตรกับฉัน				
16. ฉันรู้สึกว่าชีวิตนี้สนุกสนาน				
17. ฉันร้องไห้				

18. ฉันรู้สึกเศร้า				
19. ผู้คนรอบข้างไม่ชอบฉัน				
20. ฉันรู้สึกท้อถอยในชีวิต				
รวมคะแนน				

การแปลผล เมื่อรวมคะแนนทุกข้อแล้วถ้าคะแนนรวมสูงกว่า 22 ถือว่าอยู่ในข่ายภาวะซึมเศร้า สมควรได้รับการตรวจวินิจฉัย เพื่อช่วยเหลือต่อไป

แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือของเอดินเบอร์ก

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

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับการใช้มือของท่านในแต่ละกิจกรรมดังต่อไปนี้

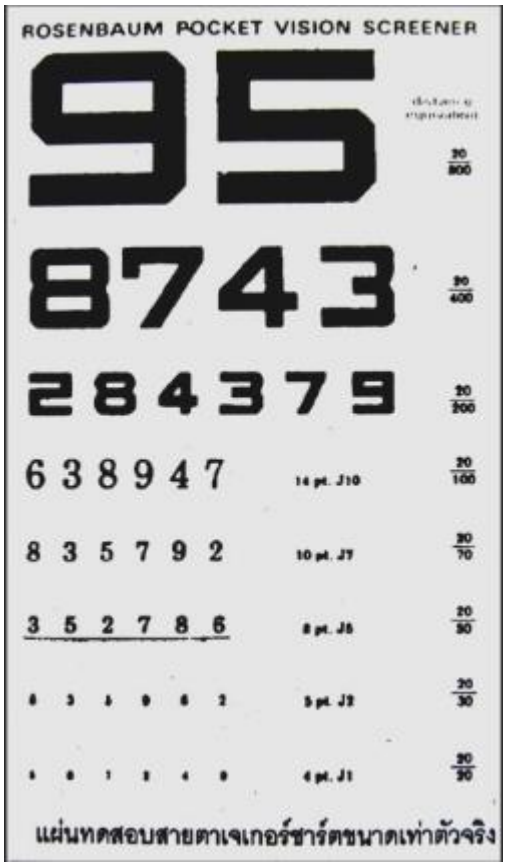
ข้อ	กิจกรรม	มือข้างที่ใช้ทำกิจกรรม	
		ซ้าย	ขวา
1	ท่านใช้มือข้างใดเขียนหนังสือ		
2	ท่านใช้มือข้างใดในการวาดรูป		
3	ท่านใช้มือข้างใดจับยางลบในขณะลบคำผิด		
4	ท่านใช้มือข้างใดในการขว้างลูกบอล หรือโยนวัตถุ		
5	ท่านใช้มือข้างใดจับกรรไกรเวลาตัดผ้า หรือกระดาษ		
6	ท่านใช้มือข้างใดจับหวีเพื่อหวีผม		
7	ท่านใช้มือข้างใดจับแปรงสีฟันในขณะแปรงฟัน		
8	ท่านใช้มือข้างใดจับค้อนขณะที่ตอกตะปู		
9	ท่านใช้มือข้างใดจับช้อนรับประทานอาหารในขณะรับประทานอาหาร		
10	ท่านใช้มือข้างใดจับไขควงที่ขันสกรู หรือน๊อต		
11	ท่านใช้มือข้างใดเล่นเทนนิส/ปิงปอง/แบดมินตัน		
12	ท่านใช้มือข้างใดจับมีดขณะหั่น (เนื้อ,ผัก,อื่นๆ)		
13	ท่านใช้มือข้างใดจับไม้กวาดขณะกวาดบ้าน		
14	ท่านใช้มือข้างใดจับฟองน้ำในขณะล้างจาน		

15	ท่านใช้มือข้างใดจับไม้ขนไก่ในขณะปัดฝุ่น		
16	ท่านใช้มือข้างใดเปิดกล่อง		
17	ท่านใช้มือข้างใดใช้เข็มเย็บผ้า		
18	ท่านใช้มือข้างใดจับไม้ตีแมลง		
19	ท่านใช้มือข้างใดจับก้านไม้ขีดเพื่อจุดไฟ		
20	ท่านใช้มือข้างใดแจกไพ่		

การวัดระดับสายตาระยะใกล้ด้วยเจอเกอร์ (Jaeger's Chart)

ขั้นตอนการวัดสายระยะใกล้ด้วยเจเกอร์ชาร์ต

1. วัดสายตาทีละข้าง เริ่มจากด้านขวาก่อน ส่วนตาข้างซ้ายให้ใช้กระดาษแข็งเล็กๆบังตาข้างซ้ายไว้
2. ให้ผู้ที่ต้องการวัดถือเจเกอร์ชาร์ต (ภาพด้านล่าง) ห่างจากตาประมาณ 14 นิ้ว
3. ให้อ่านตัวเลขทุกตัว ออกเสียงตั้งแต่บรรทัดบนสุดลง อ่านได้ถึงบรรทัดไหน ให้บันทึกระดับสายที่ระดับนั้น เช่น อ่านได้ถึงบรรทัดที่มีตัวเลข "8 7 4 5" ให้บันทึกระดับสาบตาว่า "เจ 7 (J7)" เป็นต้น หรือบันทึกว่า "เจ 10^{+2} ($J10^{+2}$)"เป็นต้น
4. เปลี่ยนมาวัดตาข้างซ้าย โดยใช้กระดาษแข็งเล็กๆบังตาข้างขวาไว้ แล้วปฏิบัติตามข้อ 2 และข้อ 3
5. การวัดสายตาให้เริ่มจากการวัดด้วยตาเปล่าก่อน หลังจากนั้นจึงวัดขณะสวมแว่นตา



ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หัวข้อดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ : การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

วันให้คำยินยอม วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. .....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียดและมีความเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อข้าพเจ้า

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบัง ซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าจะถูกเก็บเป็นความลับและจะเปิดเผยในภาพรวมที่เป็นการสรุปผลการวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย

(ดุสิต โพธิ์พันธุ์)

แบบรายงานผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

๑. ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์

ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์ (ภาษาไทย) การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจ่านาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง

ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) INCREASING ATTENTION OF MARINE NON COMMISSIONED OFFICER STUDENTS USING SACCADIC EYE MOVEMENTS TRAINING PROGRAM: ELECTROENCEPHALOGRAM STUDY

ชื่อนิสิต (นาย, นาง, นางสาว): ร.ท.ดุสิต โพธิ์พันธุ์

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (Ph.D.) สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา

☑ ภาคปกติ ☐ ภาคพิเศษ

รหัสประจำตัว ๕๒๘๑๐๒๒๐ คณะ/วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

๓. หน่วยงานที่สังกัด: วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

๔. ผลการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์:

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ได้พิจารณารายละเอียดวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในประเด็นที่เกี่ยวกับ

๑) การเคารพในศักดิ์ศรี และสิทธิของมนุษย์ที่ใช้เป็นตัวอย่างการวิจัย

๒) วิธีการอย่างเหมาะสมในการได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed consent) รวมทั้งการป้องกันสิทธิประโยชน์ และรักษาความลับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

๓) การดำเนินการวิจัยอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อความเสียหายต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิต

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มีมติเห็นชอบ ดังนี้

(√) รับรองโครงการวิจัย

( ) ไม่รับรอง

๕. วันที่ที่ให้การรับรอง: ๙ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)
ประธานกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
วันที่ ๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

แบบประเมินความเหมาะสมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

คำชี้แจง แบบประเมินนี้สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นโปรดพิจารณาว่า “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ” มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ในระดับใด โปรดทำเครื่องหมายถูก (√) 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	**การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation)และวิธีการหายใจแบบลึก (Deep Breathing)**						
	1.1 นั่งในท่าสบายไม่เกร็งกล้ามเนื้อ						
	1.2 หายใจเข้า-ออก แบบช้า ๆ และลึกเป็นเวลา 3 นาที (หายใจเข้าประมาณ 4 วินาที หายใจออกประมาณ 6 วินาที)						
	1.3 ให้มองภาพที่ตนเองชื่นชอบจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 30 วินาที						
	1.4 จินตนาการ (Imagination) ถึงภาพที่ตนเองชื่นชอบ ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจน เป็นเวลา 2 นาที						

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
2	**อุปกรณ์สำหรับฝึกการเคลื่อนไหวของตา (Saccadic Eye Movements)**						
	2.1 ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พีซี (PC Computer) ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว ความคมชัด 1366 x 768 พิกเซล (pixels)						
	2.2 เขียนโปรแกรมฝึกด้วยภาษาไพทอน (Python programming language)						
	2.3 คีย์บอร์ดตัวเลข (Numeric Keypad) และ เมาส์ (Mouse)						
3	**รูปแบบโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตา**						
	3.1 ภาพเรขาคณิต จำนวน 10 ภาพ						
	3.2 ลักษณะของภาพที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสม						
	3.3 สีของภาพเรขาคณิต ที่แสดงได้จากการผสมด้วยโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) มีความเหมาะสม						
	3.4 ความละเอียดของภาพ (Resolution) ของภาพเรขาคณิต 1366 x 768 พิกเซล (Pixels)						
	3.5 จำนวนของภาพเรขาคณิตที่ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 ภาพ						
	3.6 ความเร็วการเคลื่อนที่ของภาพเรขาคณิตด้วยความเร็ว 3.2 เซนติเมตรต่อวินาที (CM/Centimeter)						

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
4	**วิธีฝึกการเคลื่อนไหวของตา**						
	4.1 นั่งตัวตรง หน้าตรง ใบหน้าไม่เคลื่อนขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตา						
	4.2 การนั่งขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตา มีระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตร						
	4.3 ฝึกการเคลื่อนไหวของตา 2 นาที สลับกับการหายใจแบบลึก 30 วินาที (1 รอบ)						
	4.4 ฝึกการเคลื่อนไหวของตาสลับกับการหายใจแบบลึก 6 รอบ						
	4.5 ระยะเวลาฝึกการเคลื่อนไหวของตาตามโปรแกรมฝึกวันละ 1 ครั้ง ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 14 วัน						
5	**รูปแบบการใช้งาน**						
	5.1 โปรแกรมฝึกมีการอธิบายเป็นลำดับขั้นตอน						
	5.2 รายละเอียดการฝึกครอบคลุมวัตถุประสงค์						
	5.3 โปรแกรมฝึกมีความต่อเนื่อง						
	5.4 โปรแกรมฝึกมีความง่ายต่อการใช้งาน						

7. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

คู่มือ

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

คำนำ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (Saccadic Eye Movement Computer Training Program) พัฒนาขึ้นเพื่อกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสด้านการรับรู้ทางสายตา ปรับสมดุลระบบประสาท เพิ่มความใส่ใจ ความแข็งแรงและการยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทสมองเป็นการป้องกันและชะลอความเสื่อมของเซลล์ประสาทสมองที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และความจำ

ดุสิต โพธิ์พันธุ์

คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

คำชี้แจง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (Saccadic Eye Movements Computer Training Program) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการกระตุ้นการบริหารสมองทั้งสองข้างในระยะยาว ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทสมอง เป็นการป้องกันและชะลอความเสื่อมของเซลล์ประสาทสมองที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจและการเรียนรู้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1.คุณสมบัติของผู้ใช้โปรแกรม

1.1 เหมาะสำหรับวัยรุ่นตอนปลาย ที่มีอายุระหว่าง 17 -22 ปี

1.2 ไม่มีข้อบ่งชี้ห้ามในการใช้สายตาหรือการใช้กล้ามเนื้อกลอกตา

1.3 ไม่เป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา สามารถเคลื่อนไหวของตาซ้ายและขวาทั้งสองข้างได้ปกติ

2. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์

2.1 ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว

2.2 ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งโปรแกรม Python และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

2.3 แป้นพิมพ์ (Keyboard) เมาส์ (Mouse) และแป้นกดแบบตัวเลข (Numeric Key)

3. วิธีการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

3.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบปฏิบัติการ Windows

3.2 เปิดไฟล์ โปรแกรมคอมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

4. ขั้นตอนการฝึกปฏิบัติโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

4.1 ขั้นตอนเตรียมความพร้อมการฝึกวิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

4.2 ขั้นปฏิบัติ ฝึกปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ นาน 29 นาทีต่อครั้ง วันละ 1 ครั้ง ทุกวันติดต่อกัน 14 วัน

4.3 ขั้นประเมินผล โดยการสังเกตการปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ สำหรับการเพิ่มความใส่ใจในนักเรียนจ่านาวิกโยธิน เป็นลักษณะไฟล์ ใช้สำหรับฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ร่วมกับการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) เพื่อการกระตุ้นบริหารสมองทั้งสองข้าง ช่วยการเพิ่มความใส่ใจใช้เวลาในการฝึกครั้งละ 29 นาที มีกิจกรรมหลัก แบ่งออกเป็น 2 กิจกรรม ดังนี้

1. ฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) ประกอบด้วย การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) และการจิตภาพ (Imagery)

2. ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

กิจกรรมที่ 1 การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training)

การจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย (Imagery Relaxation Training) เป็นวิธีทางด้านจิตวิทยาที่มีขั้นตอนการฝึกไม่ยุ่งยาก สามารถฝึกได้ด้วยตัวเองแบ่งเป็น 2 กิจกรรม คือ

1. การจินตภาพ (Imagery) เป็นวิธีการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery) ด้วยการนึกถึงสถานที่หรือสิ่งของที่ประทับใจของแต่ละคน โดยพยายามทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจน จากการใช้ภาพจินตนาการ (Visual Imagery) เพื่อการเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มการตื่นตัวจากภาวะง่วงซึม เพิ่มแรงจูงใจ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Ng, Abbott, & Hunt, 2014, pp. 620-633)

2. การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ช่วยเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาทอะซิติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มความใส่ใจ กระบวนการเรียนรู้ และความจำ (Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, p. 1; Blokland, 1996, pp. 285-294) สามารถช่วยลดปริมาณการใช้ออกซิเจน กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic) ที่ส่งไปยังอวัยวะในช่องอกและช่องท้อง สมองที่บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้เกิดการผ่อนคลาย (Relaxation Response) การเต้นของหัวใจช้าลง ลดระดับคอติซอล (Cortisol) (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269)

วัตถุประสงค์

เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มการตื่นตัวจากภาวะง่วงซึม เพิ่มแรงจูงใจ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Ng, Abbott, & Hunt, 2014, pp. 620-633) การฝึกใช้ทักษะการจินตภาพ จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าที่บริเวณเยื่อหุ้มสมองบริเวณส่วนขมับ (Temporal) ส่วนขม่อม (Parietal) และบริเวณเยื่อหุ้มสมอง

ส่วนท้ายทอยหรือกลีบหลัง (Occipital) (Gualberto, 2002, pp. 261-271) สำหรับการหายใจแบบลึก เพื่อให้ออกซิเจนในเลือดเพิ่มขึ้น และเกิดการกระตุ้นประสาทสมองคู่ที่ 10 (Vagus Nerve) ซึ่งควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ที่ส่งไปยังอวัยวะในช่องอกช่องท้อง สมองที่บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex)

ขั้นเตรียมความพร้อม

1.อธิบายหลักการจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย ที่ประกอบด้วย การจินตภาพ (Imagery) และการหายใจแบบลึก

2. แสดงรูปภาพการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ และลักษณะการหายใจแบบลึก

3. อธิบายขั้นตอน วิธีการและระยะเวลาการจินตภาพและการหายใจแบบลึก

4. อธิบายประโยชน์ของการจินตภาพและการหายใจแบบลึก

5. สาธิตวิธีการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ การจินตภาพและการหายใจแบบลึก

6. ให้ทดลองฝึกปฏิบัติการจินตภาพและการหายใจแบบลึกและประเมินผลโดยการสังเกตการปฏิบัติ

ขั้นประเมินผล

สังเกตการณ์ปฏิบัติการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.ทำให้หัวใจเต้นช้าลง เกิดการผ่อนคลาย

2.ช่วยให้จิตใจเกิดความสงบ

3.ช่วยให้ระดับคอติซอล (Cortisol) ลดลง

4.เพิ่มกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Performance) ส่งผลต่อการช่วยเพิ่มการเรียกคืนความจำ (Jerath et al., 2006, pp. 566-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269)

ขั้นตอนการปฏิบัติ

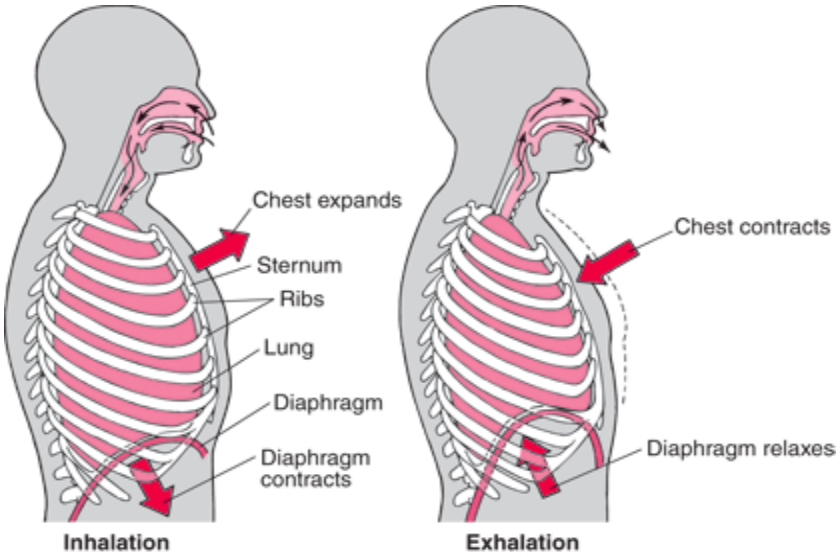
1. การหายใจแบบลึก (Deep Breathing) ที่ช่วยทำให้ออกซิเจนในเลือดเพิ่มขึ้นและกระตุ้นการทำงานของระบบ ประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ที่ส่งไปยังสมองที่บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้เกิดการผ่อนคลาย (Relaxation Response) การเต้นของหัวใจช้าลง ระดับของคอติซอล (Cortisol) ลดลง (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006, pp. 566-571) บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบพาราซิมพาเทติกและการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Kim et al., 2013, pp. 264-269) มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1.1 ผู้ร่วมทดลองนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์ ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว ในท่าที่สบาย หลับตา ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ มือทั้งสองข้างวางบนหน้าตัก ตัวตรง ให้บ่าได้รับการผ่อนคลาย แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ลักษณะการนั่งขณะฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย

1.2 หายใจเข้าผ่านทางจมูกอย่างช้า ๆ เป็นการหายใจโดยใช้กะบังลม นานประมาณ 4 วินาที ส่วนบริเวณอกจะยกขึ้น ท้องจะพองออก ค้างไว้ 2 วินาที แล้วค่อย ๆ ผ่อนลม หายใจออกทางจมูกอย่างช้า ๆ ลักษณะที่ถูกต้องท้องจะแฟบและใช้เวลานานกว่าหายใจเข้า โดยหายใจออกประมาณ 6 วินาที ดังภาพที่ 3

1.3 ฝึกการหายใจแบบลึกครบ 3 นาที จะได้รับสัญญาณให้ลืมตา



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการหายใจแบบลึก

ที่มา: http://www.zoploen.com/blog/191/หายใจเป็นสุข

2. การจินตภาพ (Imagery) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียด อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ลดความเมื่อยล้า เพิ่มแรงจูงใจ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ เพิ่มปริมาณเลือดและออกซิเจนที่ไปสู่สมองมากขึ้น (Holmes & Mathews, 2005, pp. 489-497; Abbott, & Hunt, 2014, pp. 620-633) มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

2.1 เป็นขั้นตอนการปฏิบัติ ต่อเนื่องจากการฝึกการหายใจแบบลึก เมื่อผู้ร่วมการทดลองได้รับสัญญาณให้ลืมตา ผู้วิจัยเปิดไฟล์ภาพ สถานที่หรือสิ่งที่ประทับใจจากคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผู้ร่วมการทดลองแต่ละคน

2.3 ผู้ร่วมการทดลอง มองภาพดังกล่าวจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นภาพจะหายจากหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.4 ผู้ร่วมการทดลอง หลับตาจินตนาการถึงการมองเห็นรายละเอียดของภาพ ด้วยวิธีการสร้างภาพขึ้นมาในใจ (Mental Imagery) พยายามทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจน (Clarity) ในลักษณะที่เหมือนจริง (Realism) โดยมุ่งกับผลในทางบวกของภาพในจิตนาการนั้น (Positive Outcome) เช่น ความสำเร็จหรือได้สัมผัสกับสถานที่นั้น

2.5 ระหว่างการจินตนการถึงภาพประทับใจ ผู้ร่วมการทดลอง ยังคงการหายใจแบบลึกร่วมด้วย ผู้ร่วมทดลองจะได้รับสัญญาณให้ลืมตา เมื่อครบ 2 นาที

การฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย เป็นการกระทำก่อนการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ โดยใช้เวลาทั้ง 2 กิจกรรมรวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 5 นาที ตามการศึกษาของ เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์ (2556), Tang et al. (2007) และ Abbott and Hunt (2014)

กิจกรรมที่ 2 ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เป็นการกำหนดภาพพรูปร่างเรขาคณิตและสี ขึ้นจากโปรแกรมอะโดบี โฟโตชอป เวอร์ชั่น CS5 12.0.3 (Adobe Photoshop CS5 12.0.3) และโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) จากนั้นกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ ระยะเวลาและความเร็ว ด้วยการเขียนภาษาไพทอน (Python Programming Language)

ภาพรูปร่างเรขาคณิต จำนวน 10 ภาพ ได้แก่ 1) รูปวงกลม (Circle) 2) รูปวงรี (Oval) ซึ่งมีสัดส่วนแกนหลักและแกนรองเท่ากับ 9:4 (Major Axis: Minor Axis=9:4) 3) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) ซึ่งมีสัดส่วน ความยาวและความกว้างเท่ากับ 9:4 (length: Width=9:4) 4) รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า (Square) 5) รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (Rhombus) 6) รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) 7) รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า (Regular Triangle) 8) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Right-Angled Triangle) 9) รูปห้าเหลี่ยม (Regular Pentagon) และ 10) รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า (Regular Hexagon)

สีของภาพรูปร่างเรขาคณิต จำนวน 10 สี ได้แก่ 1) สีดำ (Black) 2) สีแดง (Red) 3) สีเขียว (Green) 4) สีเหลือง (Yellow) 5) สีดอกกุหลาบ (Rosiness) 6) สีเขียวอมน้ำเงิน (Bluish Green) 7) สีเขียวเข้ม (Bottle Green) 8) สีม่วง (Purple) 9) สีเหลืองอมเขียว (Yellow Green) และ 10) สีม่วง (Purple)

วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นการทำงานของสมองสองซีกโดยผ่านทางคอปัสคอโลซัม (Corpus Callosum) ที่อยู่เชื่อมต่อระหว่างสมองสองซีก (Christman, & Propper, 2010, p. 194

ขั้นตอนเตรียมความพร้อม

1.อธิบายหลักการกระตุ้นบริหารสมอง และการกระตุ้นบริหารสมองสองข้างในระยะยาว

2. แสดงรูปภาพการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์

3. อธิบายขั้นตอน วิธีการ และระยะเวลา การกลอกตาสองข้างแบบแนวนอน

4. อธิบายประโยชน์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

5. สาธิตวิธีการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ และวิธีฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

6. ให้ทดลองฝึกปฏิบัติการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ และประเมินผลโดยการสังเกตการณ์ปฏิบัติ

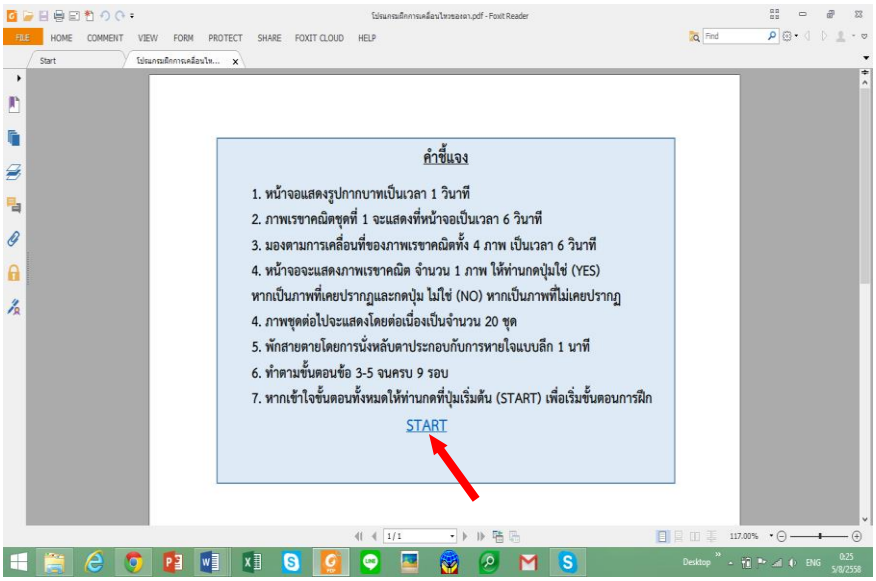
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิง หน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว มีความละเอียดของจอภาพ 1920x1080 พิกเซล มีระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตร (Fan, McCandliss, Fossella, Flombaum, & Posner, 2005, pp. 471-479) ในท่าที่สบาย ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ มือทั้งสองข้างวางบนโต๊ะและใบหน้าไม่เคลื่อนขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตา แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การนั่งขณะฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุด้วยคอมพิวเตอร์

2. เปิดไฟล์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

3. หน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงคำชี้แจงและวิธีการปฏิบัติ เมื่อเข้าใจวิธีการปฏิบัติใช้เมาส์คลิกที่ คำว่า “Start” ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ จะเริ่มทำงาน ดังภาพที่ 5



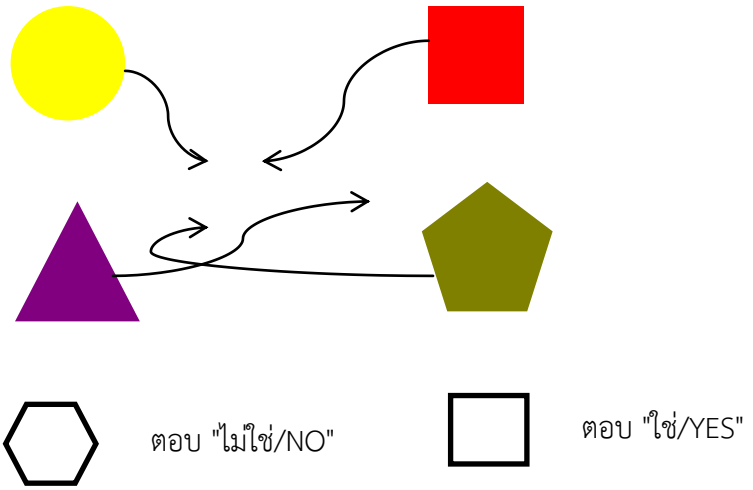
ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงคำชี้แจงและวิธีการปฏิบัติ

4. หน้าจอคอมพิวเตอร์ จะแสดงรูปกากบาทสีดำ เป็นเวลา 1 วินาที เพื่อเตรียมพร้อม จากนั้นภาพเรขาคณิต ชุดละ 4 ภาพ (Saiki, 2003, pp. 6-21; Oksama & Hyönä, 2004, pp. 631-671) จะปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3.2 เซนติเมตรต่อวินาที เป็นเวลา 6 วินาที

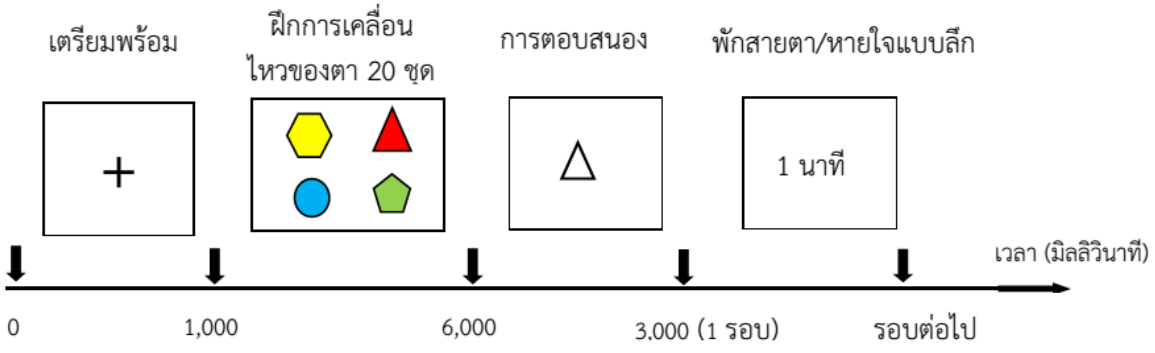
5. การฝึกการเคลื่อนไหวของตา ด้วยการจดจ่อกับภาพรูปร่างเรขาคณิต ในลักษณะการเคลื่อนไหวของตาพร้อมกันทั้งสองข้างไปในทิศทางเดียวกัน ด้วยการจ้องมองยังภาพหนึ่งไปยังอีกภาพหนึ่ง ในลักษณะการมองกวาด (Scanning) หรือ Saccadic System ตามการเคลื่อนที่ของภาพ ไม่เฉพาะภาพใดภาพหนึ่งที่ปรากฏ แต่จะต้องเปลี่ยนตำแหน่งของสายตาตามการเคลื่อนที่ของภาพเรขาคณิต ทั้ง 4 ภาพ เป็นเวลา 6 วินาที

6. จากนั้นจะมีภาพรูปร่างเรขาคณิต แสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพ เพื่อให้ตอบว่าเป็นภาพที่เคยปรากฏในโปรแกรมฝึกมาก่อนหรือไม่ โดยการเลือกตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ (YES/NO) ดังแสดงในภาพที่ 6 ที่แป้นกด (Numeric Key) ภายในเวลาที่กำหนด (3 วินาที) จากนั้นภาพชุดต่อไปจากโปรแกรมจะแสดงโดยอัตโนมัติ จนครบจำนวน 20 ชุด โดยนับเป็น 1 รอบ ดังแสดงในภาพที่ 7

7. เมื่อฝึกครบ 1 รอบ จะพักเพื่อลดความตึงเครียดของสายตา ด้วยการหลับตาและหายใจแบบลึก เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นกดปุ่มเริ่มต้น (Start) ที่แป้นกด (Numeric Key) เพื่อเริ่มการฝึกชุดต่อไป โดยทำสลับกันจนครบ 6 รอบ



ภาพที่ 6 ตัวอย่างการตอบในกิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ



ภาพที่ 7 รูปแบบและลำดับเวลาของโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ขั้นประเมินผล

สังเกตการปฏิบัติการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ช่วยลดความไม่สมดุลของการทำงานของสมอง และช่วยเพิ่มปฏิกิริยาทางระบบประสาท ระหว่างสมองสองซีก (Interhemisphere) ในเซลล์ประสาท (Neuron)

2. เพิ่มการสร้างกระแสประสาทและเพิ่มการเชื่อมต่อสัญญาณประสาท (Neuron Signaling) ในสมอง

3. เพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาทอะซิตีลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มความใส่ใจ กระบวนการเรียนรู้ และความจำ (Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, p. 1; Blokland, 1996, pp. 285-294)

4. เพิ่มศักยภาพสมองระยะยาว (Long-Term Potentiation: LTP) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยเฉพาะในส่วนของสมองบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral cortex) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ที่เป็นส่วนสำคัญในการลงรหัส (Encoding) กระบวนการรวบรวมจัดเก็บ (Consolidation) ข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory)

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติด้วยโปรแกรม SPSS

```
T-TEST PAIRS=SNBeforeRight WITH SNAfterRight (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

```
[DataSet1] D:\destop\kanya D\Buu1\AC\Phd\dusit 1-3\Dusit19-7-2558\raw data\spss data\2.2 object dataExperiment Right independent 22.sav
```

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SN-Before- Right	209.989	15	24.7423	6.3884
	SN-After- Right	235.890	15	14.0283	3.6221

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SN-Before- Right & SN-After- Right	15	.822	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	SN-Before- Right - SN-After- Right	-25.9013	15.4293	3.9838	-34.4458	-17.3569	-6.502	14	.000

```
T-TEST PAIRS=SNBeforeRight WITH SNAfterRight (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet1] D:\destop\kanya D\Buu1\AC\Phd\dusit 1-3\Dusit30-11-2558\SPSS\data table 1.sav

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SN-Before- Right	206.833	15	11.0795	2.8607
	SN-After- Right	213.123	15	13.7832	3.5588

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SN-Before- Right & SN-After- Right	15	-.527	.044

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	SN-Before- Right - SN-After- Right	-6.2893	21.7641	5.6195	-18.3419	5.7633	-1.119	14	.282

```
T-TEST PAIRS=SBeforeRT WITH SAfterRT (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet1] D:\destop\kanya D\Buu1\AC\Phd\dusit 1-3\Dusit24-10-2558\result\result for dusit\datatryout RT30.sav

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SNBefore- RT	915.113	15	100.7366	26.0101
	SNAfter- RT	821.667	15	88.7119	22.9053

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SNBefore- RT & SNAfter- RT	15	.707	.003

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	SNBefore- RT - SNAfter- RT	93.4467	73.3156	18.9300	52.8458	134.0475	4.936	14	.000

```
GET
  FILE='D:\destop\kanya D\Buu1\AC\Phd\dusit 1-3\Dusit30-11-2558\SPSS\data table 3.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

SAVE OUTFILE='D:\destop\kanya D\Buu1\AC\Phd\dusit 1-3\Dusit30-11-2558\SPSS\data table 4.sav'
  /COMPRESSED.
T-TEST PAIRS=SBeforeRT WITH SAfterRT (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

```
[DataSet1] D:\destop\kanya D\Buu1\AC\Phd\dusit 1-3\Dusit30-11-2558\SPSS\data table 4.sav
```

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SNBefore- RT	900.287	15	128.3411	33.1375
	SNAfter- RT	913.823	15	114.8914	29.6648

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SNBefore- RT & SNAfter- RT	15	.399	.141

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	SNBefore- RT - SNAfter- RT	-13.5360	133.8006	34.5472	-87.6323	60.5603	-.392	14	.701

ภาคผนวก ง

ข้อมูลและกิจกรรมการทดลอง

ผลการเก็บข้อมูลระยะเวลาของภาพเรขาคณิตที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และระยะเวลาการที่ใช้ตอบสนองของกิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตา

ผู้ทดสอบ	เวลาที่ใช้ตอบสนอง (วินาที)	ผู้ทดสอบ	เวลาแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ (วินาที)
คนที่ 1	2.02	คนที่ 1	5.48
คนที่ 2	1.23	คนที่ 2	6.48
คนที่ 3	1.44	คนที่ 3	7.09
คนที่ 4	2.57	คนที่ 4	7.98
คนที่ 5	2.94	คนที่ 5	7.06
คนที่ 6	1.18	คนที่ 6	6.17
คนที่ 7	1.46	คนที่ 7	8.48
คนที่ 8	3.91	คนที่ 8	7.38
คนที่ 9	3.12	คนที่ 9	8.42
คนที่ 10	3.65	คนที่ 10	8.52
คนที่ 11	3.56	คนที่ 11	7.31
คนที่ 12	2.25	คนที่ 12	6.98
คนที่ 13	1.29	คนที่ 13	8.12
คนที่ 14	2.66	คนที่ 14	7.96
คนที่ 15	4.01	คนที่ 15	7.19
คนที่ 16	2.37	คนที่ 16	7.69
คนที่ 17	2.70	คนที่ 17	6.56
คนที่ 18	3.12	คนที่ 18	8.23
คนที่ 19	2.81	คนที่ 19	7.73
คนที่ 20	3.20	คนที่ 20	7.79
คนที่ 21	4.01	คนที่ 21	7.19
คนที่ 22	3.40	คนที่ 22	8.07
คนที่ 23	3.75	คนที่ 23	6.64
คนที่ 24	3.52	คนที่ 24	8.05
คนที่ 25	3.18	คนที่ 25	6.22
คนที่ 26	4.01	คนที่ 26	7.52

ผู้ทดสอบ	เวลาที่ใช้ตอบสนอง (วินาที)	ผู้ทดสอบ	เวลาแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ (วินาที)
คนที่ 27	3.29	คนที่ 27	8.17
คนที่ 28	2.39	คนที่ 28	7.38
คนที่ 29	1.86	คนที่ 29	8.80
คนที่ 30	2.81	คนที่ 30	7.93
คนที่ 31	2.75	คนที่ 31	6.90
คนที่ 32	3.77	คนที่ 32	7.01
คนที่ 33	3.81	คนที่ 33	7.87
คนที่ 34	2.74	คนที่ 34	7.67
คนที่ 35	3.26	คนที่ 35	7.57
คนที่ 36	3.90	คนที่ 36	7.97
คนที่ 37	3.31	คนที่ 37	8.67
คนที่ 38	2.68	คนที่ 38	6.67
คนที่ 39	2.90	คนที่ 39	7.67
คนที่ 40	2.27	คนที่ 40	7.07
คนที่ 41	2.70	คนที่ 41	7.97
คนที่ 42	3.32	คนที่ 42	7.87
คนที่ 43	4.01	คนที่ 43	7.56
คนที่ 44	3.57	คนที่ 44	6.76
คนที่ 45	2.64	คนที่ 45	7.56
คนที่ 46	2.65	คนที่ 46	7.56
คนที่ 47	2.76	คนที่ 47	7.36
คนที่ 48	3.29	คนที่ 48	7.66
คนที่ 49	3.45	คนที่ 49	7.83
คนที่ 50	3.14	คนที่ 50	7.03
เวลารวมที่ใช้	146.61	เวลารวมที่ใช้	294.77
เฉลี่ยเวลาที่ใช้	2.93	เฉลี่ยเวลาที่ใช้	5.89

การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ที่	รหัส	วันเดือนปี	ระยะเวลาฝึก	รหัส	วันเดือนปี	หมายเหตุ
1	SE-1- SE-8	3 มิ.ย 58	4 -17 มิ.ย 58	SE-1- SE-8	18 มิ.ย 58	กลุ่มใช้โปรแกรม
2	SC-1- SC-8	5 มิ.ย 58	ทำกิจกรรมตามปกติ	SC-1- SC-8	19 มิ.ย 58	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม
3	SE-9- SE-16	6 มิ.ย 58	7 -20 มิ.ย 58	SE-9- SE-16	20 มิ.ย 58	กลุ่มใช้โปรแกรม
4	SC-9- SC-16	7 มิ.ย 58	ทำกิจกรรมตามปกติ	SC-9- SC-16	21 มิ.ย 58	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม
5	SE-17- SE-22	8 มิ.ย 58	9 -22 มิ.ย 58	SE-17- SE-22	22 มิ.ย 58	กลุ่มใช้โปรแกรม
6	SC-17- SC-22	9 มิ.ย 58	ทำกิจกรรมตามปกติ	SC-17- SC-22	23 มิ.ย 58	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ ระหว่างเวลา 18.00-21.00 น.

ภาพกิจกรรมการทดลอง

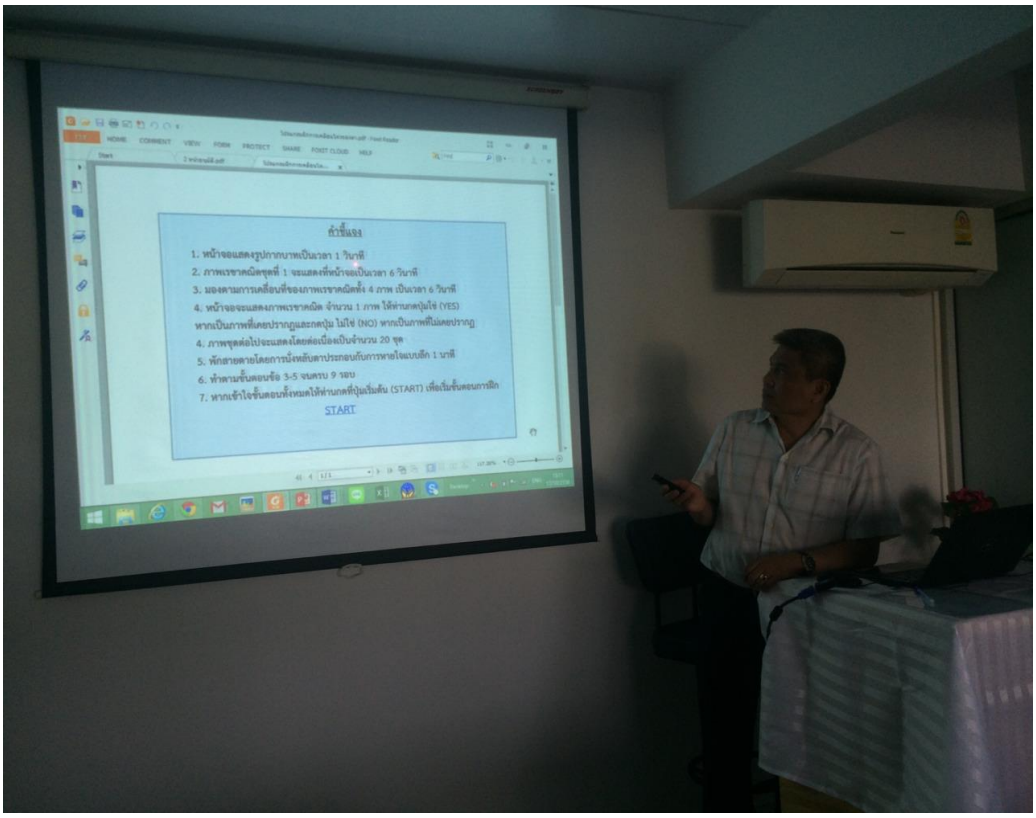
การวัดรอบศีรษะเพื่อใส่อุปกรณ์การทดลอง

การชี้แจงเกี่ยวกับการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม STIM2 และโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0

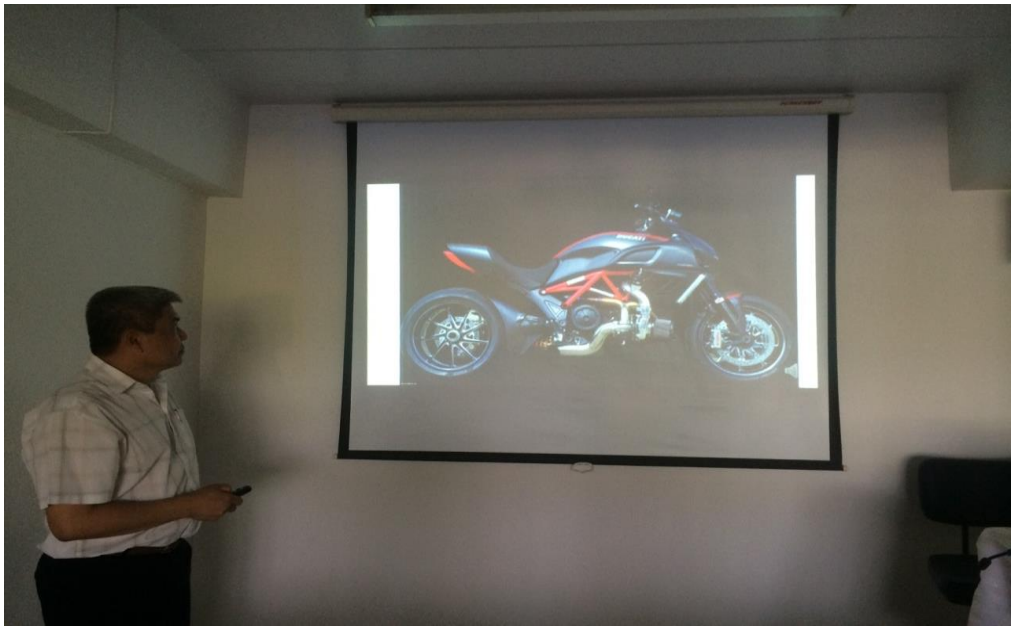
การใส่อุปกรณ์ของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลอง

การชี้แจงเกี่ยวกับการทำแบบทดสอบความใส่ใจ

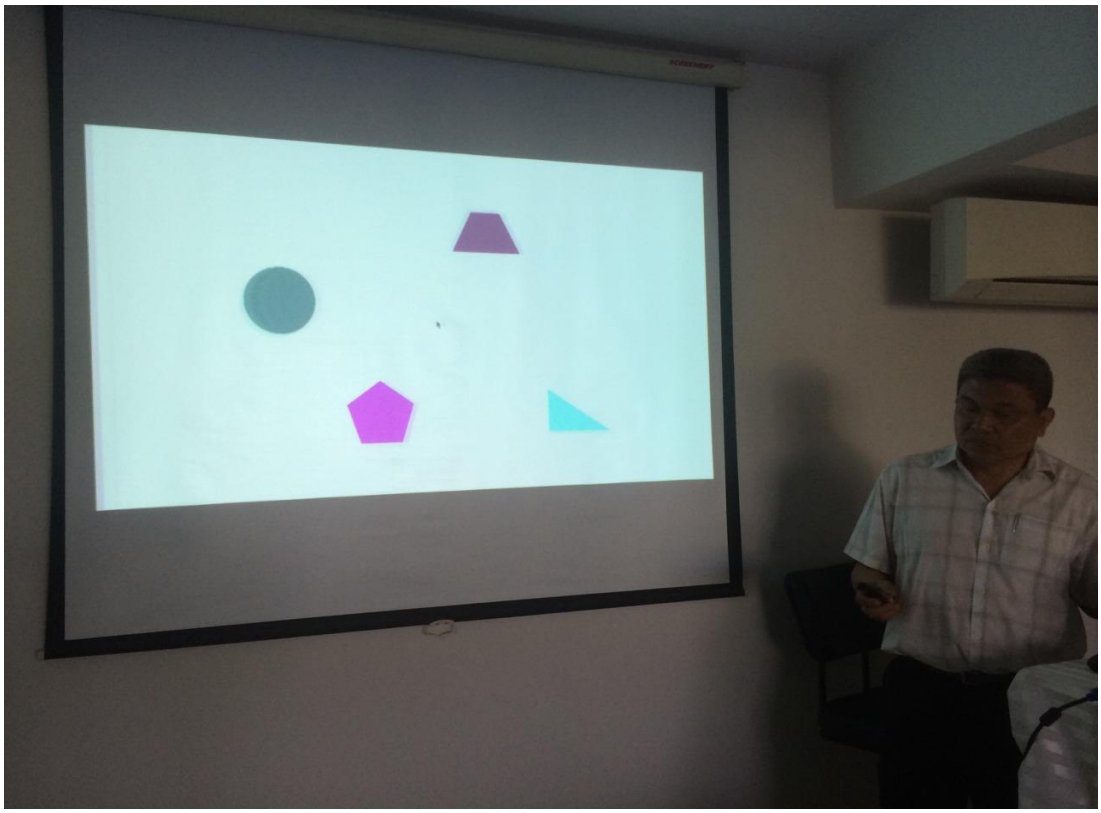
ภาพกิจกรรมการฝึก



การชี้แจงการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุของกลุ่มที่ใช้โปรแกรม



การชี้แจงการฝึกการจินตภาพเพื่อการผ่อนคลาย



การชี้แจงการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุของกลุ่มที่ใช้โปรแกรม

การฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุของกลุ่มที่ใช้โปรแกรม

ข้อมูลจากการทดลอง

เวลาปฏิกิริยา หลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10	SN11	SN12	SN13	SN14	SN15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	847	815	679	716	1,254	1,284	1,347	827	839	849	958	948	1,258	1,195	1,177	1,000
2	875	845	704	737	1,133	1,183	1,230	843	853	861	967	956	1,143	1,136	1,089	970
3	861	830	692	727	948	955	1,028	836	846	855	963	952	991	962	969	894
4	856	825	687	723	1,058	1,050	1,116	833	844	853	961	951	1,077	1,069	1,083	932
5	849	817	681	717	1,119	1,186	1,242	829	840	850	959	949	1,197	1,042	1,023	953
6	852	821	684	720	1,183	1,223	1,291	830	842	852	960	950	1,206	1,102	1,076	973
7	884	855	712	744	995	996	1,066	849	857	864	970	959	1,017	1,036	1,051	924
8	901	873	728	756	703	744	833	859	865	871	976	963	717	753	752	820
9	912	885	738	765	1,193	1,231	1,299	865	871	876	980	967	1,178	1,070	1,040	991
10	856	825	687	723	953	959	1,033	833	844	853	961	951	934	929	935	885
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	901	873	728	756	1,057	1,117	1,170	859	865	871	976	963	1,121	1,094	1,053	960
282	865	834	695	729	869	887	966	838	848	857	964	953	975	1,078	1,111	898
283	835	801	668	706	1,254	1,284	1,347	820	833	844	954	945	1,353	1,297	1,275	1,014
284	881	852	710	742	1,133	1,183	1,230	847	856	863	969	958	1,208	1,115	1,065	974
285	880	851	709	741	948	955	1,028	847	856	863	969	958	982	1,013	1,028	908
286	901	874	728	757	1,058	1,050	1,116	859	866	872	976	964	1,068	1,051	1,061	947
287	879	850	708	740	1,119	1,186	1,242	846	855	863	969	957	1,194	1,257	1,251	994
288	838	805	671	709	937	941	985	822	835	846	955	946	998	949	920	877
ค่าเฉลี่ย	865	834	695	729	1,000	1,028	1,097	838	848	857	964	953	1,019	994	986	914

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

เวลาปฏิกิริยา หลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10	SN11	SN12	SN13	SN14	SN15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	847	815	679	716	1,254	1,284	1,347	827	839	849	958	948	1,258	1,195	1,177	1,000
2	875	845	704	737	1,133	1,183	1,230	843	853	861	967	956	1,143	1,136	1,089	970
3	861	830	692	727	948	955	1,028	836	846	855	963	952	991	962	969	894
4	856	825	687	723	1,058	1,050	1,116	833	844	853	961	951	1,077	1,069	1,083	932
5	849	817	681	717	1,119	1,186	1,242	829	840	850	959	949	1,197	1,042	1,023	953
6	852	821	684	720	1,183	1,223	1,291	830	842	852	960	950	1,206	1,102	1,076	973
7	884	855	712	744	995	996	1,066	849	857	864	970	959	1,017	1,036	1,051	924
8	901	873	728	756	703	744	833	859	865	871	976	963	717	753	752	820
9	912	885	738	765	1,193	1,231	1,299	865	871	876	980	967	1,178	1,070	1,040	991
10	856	825	687	723	953	959	1,033	833	844	853	961	951	934	929	935	885
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	901	873	728	756	1,057	1,117	1,170	859	865	871	976	963	1,121	1,094	1,053	960
282	865	834	695	729	869	887	966	838	848	857	964	953	975	1,078	1,111	898
283	835	801	668	706	1,254	1,284	1,347	820	833	844	954	945	1,353	1,297	1,275	1,014
284	881	852	710	742	1,133	1,183	1,230	847	856	863	969	958	1,208	1,115	1,065	974
	880	851	709	741	948	955	1,028	847	856	863	969	958	982	1,013	1,028	908
286	901	874	728	757	1,058	1,050	1,116	859	866	872	976	964	1,068	1,051	1,061	947
287	879	850	708	740	1,119	1,186	1,242	846	855	863	969	957	1,194	1,257	1,251	994
288	838	805	671	709	937	941	985	822	835	846	955	946	998	949	920	877
ค่าเฉลี่ย	865	834	695	729	1,000	1,028	1,097	838	848	857	964	953	1,019	994	986	914

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

เวลาปฏิกิริยา หลังการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8	SP9	SP10	SP11	SP12	SP13	SP14	SP15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	819	523	586	919	1,132	1,077	1041	1,021	1,105	993	1,033	724	1,235	1,227	1,210	976
2	877	710	741	871	1,050	976	993	939	1,004	911	934	866	1,048	1,049	1,037	934
3	752	620	666	622	856	844	744	745	872	735	779	798	877	873	833	774
4	732	585	637	719	953	939	840	842	967	816	854	771	1,042	1,031	987	848
5	720	539	599	760	994	979	882	883	1,007	931	960	736	1,034	1,013	1,094	875
6	674	560	616	877	1,091	1,016	999	980	1,044	941	985	752	1,129	1,125	1,111	927
7	877	773	794	664	898	885	786	787	913	770	812	914	948	942	900	844
8	908	885	887	408	643	632	529	532	660	556	614	999	511	522	528	654
9	1,002	961	951	886	1,100	1,025	1008	988	1,053	948	991	#####	944	39	1,125	938
10	893	586	638	627	861	848	749	750	876	739	783	772	649	881	840	766
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	1,002	885	887	804	984	910	926	872	938	855	882	999	984	1,042	1,033	933
282	737	645	687	553	788	776	675	677	804	677	726	817	859	860	861	743
283	987	440	516	919	1,132	1,077	1041	1,021	1,105	993	1,033	661	1,146	1,208	1,191	965
284	799	754	778	871	1,050	976	993	939	1,004	911	934	899	1,048	1,049	1,037	936
285	799	747	772	622	856	844	744	745	872	735	683	894	877	873	853	794
286	637	890	978	719	953	939	840	889	967	816	854	945	997	986	942	890
287	831	740	766	760	994	979	893	883	1,007	974	960	889	954	933	1,014	905
288	908	466	538	877	1,091	1,016	999	980	1,044	941	985	681	850	848	879	873
ค่าเฉลี่ย	860	644	687	684	909	879	806	798	907	792	833	816	905	903	902	822

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

ความถูกต้องของการตอบสนอง ก่อนการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10	SN11	SN12	SN13	SN14	SN15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	252	277	277	276	277	277	277	275	276	277	280	279	239	184	214	262
2	262	232	234	231	236	233	233	226	228	231	280	244	194	194	224	232
3	211	200	193	204	187	196	197	222	213	202	192	204	162	231	173	199
4	266	234	226	238	218	229	230	260	249	236	216	230	196	198	228	230
5	130	282	272	287	263	276	277	183	187	285	251	267	244	150	130	232
6	188	255	256	254	257	256	256	251	253	255	264	262	217	208	150	239
7	274	214	207	219	200	210	211	239	229	217	202	215	176	206	236	217
8	162	125	121	128	117	123	123	139	134	127	137	146	125	182	162	137
9	149	258	259	257	260	259	259	255	256	258	266	265	220	169	149	236
10	237	202	195	206	188	197	198	224	215	204	193	205	164	169	199	200
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	181	209	287	207	277	204	210	200	253	208	263	279	171	201	181	222
282	229	176	170	180	164	284	173	196	288	178	174	185	176	261	281	208
283	258	207	288	276	247	277	207	275	258	276	280	279	239	280	220	258
284	239	232	234	231	236	233	233	226	228	231	280	244	194	259	139	229
285	271	198	193	204	187	196	197	222	213	202	192	204	182	203	233	206
286	258	234	226	238	218	229	230	260	204	236	216	230	196	190	220	226
287	206	282	272	287	263	276	277	183	187	205	251	267	244	226	268	246
288	274	255	256	254	257	256	256	251	238	255	264	262	217	206	236	249
ค่าเฉลี่ย	213	211	210	212	207	212	210	209	212	211	215	221	184	189	186	207

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

ความถูกต้องของการตอบสนอง ก่อนการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8	SP9	SP10	SP11	SP12	SP13	SP14	SP15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	260	268	261	251	240	245	256	291	315	236	279	257	241	239	172	254
2	264	258	222	249	211	215	236	271	297	224	269	249	206	194	183	237
3	183	173	213	175	184	192	183	220	249	194	241	227	166	162	220	199
4	206	196	242	196	207	215	198	234	262	202	249	233	192	196	187	214
5	238	230	188	225	239	247	219	255	282	215	260	242	229	244	150	231
6	246	274	242	238	226	231	247	281	306	230	274	253	224	217	197	246
7	193	183	226	184	194	202	190	226	255	198	244	229	177	176	195	205
8	132	120	147	130	134	141	150	188	219	175	223	213	146	125	171	161
9	248	276	245	240	228	233	248	283	307	231	275	253	227	220	169	245
10	184	174	214	176	185	193	184	220	250	194	241	227	167	164	169	196
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	249	241	201	235	195	199	226	261	288	218	263	244	241	171	189	228
282	167	156	192	161	168	176	173	209	239	188	235	222	147	176	250	191
283	260	268	261	251	240	245	256	291	315	236	279	257	241	239	178	255
284	264	258	222	249	211	215	236	271	297	224	269	249	206	194	247	241
285	183	173	213	175	184	192	183	220	249	194	241	227	166	182	191	198
286	206	196	242	196	207	215	198	234	262	202	249	233	192	196	178	214
287	238	230	188	225	239	247	219	255	282	215	260	242	229	244	215	235
288	246	274	242	238	226	231	247	281	306	230	274	253	224	217	194	246
ค่าเฉลี่ย	203	198	209	196	195	200	201	237	265	204	250	234	192	184	181	210

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

ความถูกต้องของการตอบสนอง หลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10	SN11	SN12	SN13	SN14	SN15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	244	277	277	277	269	278	277	268	267	280	256	253	254	236	279	266
2	263	231	234	232	226	235	233	221	220	250	236	241	236	224	269	237
3	205	206	195	201	184	192	199	201	200	227	183	190	219	194	241	202
4	258	241	228	235	216	224	232	236	236	250	198	204	232	202	249	229
5	126	191	275	283	263	270	280	181	179	282	219	225	252	215	260	233
6	284	255	256	255	248	257	256	245	244	266	247	251	245	230	274	254
7	275	221	210	216	198	206	213	216	216	237	190	196	225	198	244	217
8	158	129	123	126	112	121	125	122	122	176	150	158	189	175	223	147
9	145	258	259	258	251	260	259	248	247	268	248	253	246	231	275	247
10	229	208	197	203	185	194	200	202	202	228	184	190	220	194	241	205
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	176	121	211	229	277	218	117	216	228	239	226	231	258	218	263	215
282	123	179	272	190	161	267	165	266	175	184	173	179	209	188	235	198
283	150	170	277	223	269	252	152	242	239	249	256	253	254	236	279	233
284	235	153	234	270	226	202	201	199	210	221	236	241	236	224	269	224
285	272	206	195	251	184	192	199	181	200	227	183	190	219	194	241	209
286	250	241	228	205	216	224	232	245	236	250	198	204	232	202	249	227
287	209	191	275	218	263	270	180	181	179	282	219	225	252	215	260	228
288	265	155	256	255	248	257	156	267	244	266	247	251	245	230	274	241
ค่าเฉลี่ย	209	211	214	212	203	211	209	203	201	235	201	206	226	204	250	213

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

ความถูกต้องของการตอบสนอง หลังการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8	SP9	SP10	SP11	SP12	SP13	SP14	SP15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	279	271	278	281	280	280	282	283	283	287	286	269	280	280	278	280
2	244	233	237	251	247	246	257	261	265	273	275	260	284	270	239	256
3	233	211	239	222	247	251	232	246	260	236	246	237	203	185	230	232
4	259	239	270	245	271	276	250	262	274	246	254	244	226	208	259	252
5	214	279	202	277	219	217	277	285	249	261	266	253	258	242	205	247
6	262	253	258	266	264	263	270	272	274	280	280	265	266	286	259	268
7	244	223	253	232	257	262	240	253	266	240	250	240	213	195	243	241
8	275	248	217	173	192	195	190	210	229	213	229	223	152	132	164	203
9	265	255	261	268	266	266	271	274	276	281	281	265	268	288	262	270
10	234	212	241	224	248	252	233	247	261	236	247	238	204	186	231	233
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	269	245	202	265	201	198	226	261	288	218	263	244	269	253	218	241
282	187	160	209	191	208	211	173	209	239	188	235	222	187	168	209	200
283	233	215	262	255	246	244	256	248	269	236	279	257	280	280	278	256
284	284	262	223	279	217	213	236	271	251	224	269	249	284	270	239	251
285	203	177	230	205	224	227	183	220	249	194	241	227	203	185	230	213
286	226	200	259	226	247	250	198	234	262	202	249	233	226	208	259	232
287	258	234	189	255	279	282	219	255	282	215	260	242	258	242	205	245
288	218	278	243	242	232	229	247	281	260	230	274	253	266	286	259	253
ค่าเฉลี่ย	232	217	225	234	236	237	241	251	259	247	256	245	223	210	226	236

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล

เวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ

ลำดับข้อ	SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10	SN11	SN12	SN13	SN14	SN15	ค่าเฉลี่ยรายข้อ
1	1,020	1,550	1,292	1,076	1,435	1,196	1,395	1,163	1,268	1,057	1,031	1,375	1,359	1,385	1,385	1,266
2	1,486	1,360	1,133	944	1,259	1,049	1,224	1,020	1,113	927	923	1,231	1,194	1,165	1,166	1,146
3	856	849	708	590	786	655	764	637	695	579	632	843	995	979	976	770
4	1,080	992	827	689	919	765	893	744	812	677	714	952	1,182	1,144	1,141	902
5	526	1,196	997	831	1,107	923	1,077	897	979	816	830	1,106	1,234	1,380	1,375	1,018
6	1,186	1,458	1,215	1,013	1,350	1,125	1,313	1,094	1,193	994	979	1,305	1,211	1,278	1,279	1,199
7	1,535	911	759	633	844	703	820	683	746	621	668	890	1,115	1,051	1,047	868
8	658	532	443	369	493	410	479	399	435	363	452	603	653	614	612	501
9	606	1,471	1,226	1,022	1,362	1,135	1,324	1,104	1,204	1,003	986	1,315	1,184	1,293	1,294	1,169
10	959	856	713	594	793	660	771	642	701	1,584	636	849	1,027	988	984	850
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
281	733	1,261	1,051	876	1,168	973	1,135	946	1,032	860	867	1,156	1,161	1,184	1,185	1,039
282	930	747	623	519	692	576	672	560	611	509	575	766	919	974	971	710
283	1,045	1,550	1,292	1,076	1,435	1,196	1,395	1,163	1,268	1,057	1,031	1,375	1,276	1,296	1,296	1,250
284	562	1,360	1,133	944	1,259	1,049	1,224	1,020	1,113	927	923	1,231	1,171	1,165	1,166	1,083
285	1,521	849	708	590	786	655	764	637	695	579	632	843	1,053	978	976	818
286	1,045	992	827	689	919	765	893	744	812	677	714	952	1,173	1,144	1,141	899
287	1,259	1,196	997	831	1,107	923	1,077	897	979	816	830	1,106	1,310	1,380	1,375	1,072
288	1,109	1,458	1,215	1,013	1,350	1,125	1,313	1,094	1,193	994	979	1,305	1,039	1,023	1,023	1,149
ค่าเฉลี่ย	1,018	1,024	854	723	952	802	926	777	846	714	735	977	1,053	1,052	1,051	900

* หมายถึง ข้อมูลที่แสดงในแผ่นบันทึกข้อมูล