


โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน

พรชัย ต้วงทองสุข

คุณฉันทน์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา  
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา  
สิงหาคม 2559  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

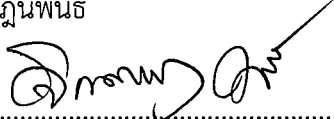
คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิตและคณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต ได้พิจารณา  
คุณวุฒิบัณฑิตของ พรชัย ต๋วงทองสุข ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

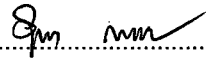
คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิต

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี)

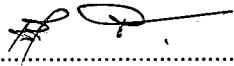
ปรัชญา แก้วแก่น  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร.ปรัชญา แก้วแก่น)

คณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต

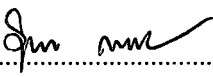
  
.....ประธาน  
(ดร.จินตนาภา ไสภณ)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี)

ปรัชญา แก้วแก่น  
.....กรรมการ  
(ดร.ปรัชญา แก้วแก่น)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับคุณวุฒิบัณฑิตฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา  
ของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
.....คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี) และวิทยาการปัญญา

วันที่ 15 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา  
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ  
ประจำปีงบประมาณ 2557

## ประกาศคุณูปการ

คุณุณิพนธ์เรื่องโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติา กรเพชรปาณี อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้องตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ และท่านอาจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คุณุณิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีการศึกษา 2557 ซึ่งต้องกราบขอบพระคุณคณะกรรมการผู้พิจารณาให้ทุนทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้กรุณาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้ทั้งหมด ไว้ ณ โอกาสนี้

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากคุณุณิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูทเวที่แต่บิดามารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

พรชัย ดั่งทองสุข

52810065: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา;

ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)

คำสำคัญ: ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์/โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์/ความคิดสร้างสรรค์

พรชัย ดั่งทองสุข: โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาท

แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน (CREATIVITY DEVELOPMENT PROGRAM BASED ON

HOLISTIC NERVOUS SYSTEM STIMULATION FOR ADMINISTRATORS) คณะกรรมการ

ผู้ควบคุมดุชนิพนธ์: สุชาดา กรเพชรปาณี, Ph.D., และปรัชญา แก้วแก่น, ปร.ด. 201 หน้า.

ปี พ.ศ. 2559.

ผู้บริหารโรงเรียนมีหน้าที่ในการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์การให้มีประสิทธิภาพ ความคิดสร้างสรรค์เป็นกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ต่อการประมวลผลทั้งปวงและเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ลักษณะความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อความสามารถในการทำงาน การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมระยะหลังการทดลอง โดยพิจารณาจากคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครผู้บริหารโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสระบุรีเขต 1 มีอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 60 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking) และโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ *t*-tests

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) ผู้บริหารกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนา ( $p < .05$ ) 2) ผู้บริหารกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์หลังได้รับโปรแกรมพัฒนาสูงกว่ากลุ่มควบคุม ( $p < .05$ ) และ 3) การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FCZ, FC2, FC4 และ FC6 มีค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้า P300 น้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนา และน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ( $p < .05$ ) สรุปได้ว่าโปรแกรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนได้

52810065: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE;  
Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)

KEYWORDS: NEUROBICS EXERCISE/ CREATIVE DEVELOPMENT PROGRAM/ CREATIVITY  
PONCHAI DOUNGTONGSUK: CREATIVITY DEVELOPMENT PROGRAM BASED ON  
HOLISTIC NERVOUS SYSTEM STIMULATION FOR ADMINISTRATORS. ADVISORY  
COMMITTEE: SUCHADA KORNPETPANEE, Ph.D., PRATCHAYA KAEWKAEN, Ph.D. 201 P.  
2016.

School administrators are responsible for effective school management. Creative thinking is a main human cognitive process for processing of all and this process is an important component for working capacity. The purposes of this research were (1) to create a program for creativity development among school administrators by stimulating the holistic nervous system; (2) to compare the creativity of school administrators in the experimental group before and after training with the program and (3) to compare post-creativity with a control group by considering the creative score, width and height of the electrical brain waves P300 while doing the creative thinking test. The participants were 60 volunteers, who were school administrators in the Saraburi Primary Educational Service Area Office 1, randomly and equally assigned to experimental and control groups. The research instruments were Torrance Tests of Creative Thinking, and a Creativity Development Program by Holistic Nervous System Stimulation for School Administrators. The data were analyzed using *t*-tests.

The results showed that (1) The creative score in the experimental group after training was higher than before training ( $p < .05$ ); (2) The creative score in the experimental group after training was higher than that of the control group ( $p < .05$ ) and, (3) in terms of the brain function at positions FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FCZ, FC2, FC4 and FC6, the width and height of the waves P300 in the experimental group were lower than before training and the control group ( $p < .05$ ). In conclusion, the program in this study was found to be effective in creativity development among school administrators.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 2 ระบบประสาทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
ตอนที่ 3 ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
ตอนที่ 4 การศึกษาค้นคว้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	72
ขั้นตอนที่ 1 สังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	75
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้น ระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน.....	79
ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้น แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	89

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	102
ตอนที่ 1 ผลของการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้น ระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน.....	103
ตอนที่ 2 ผลของการนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้.....	114
2.1 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่ม ทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการ กระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน.....	114
2.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ รับการพัฒนาจากโปรแกรม.....	115
5 สรุปและอภิปรายผล.....	124
สรุปผลการวิจัย.....	124
อภิปรายผล.....	126
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ปฏิบัติ.....	132
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป.....	132
บรรณานุกรม.....	134
ภาคผนวก.....	144
ภาคผนวก ก .....	145
ภาคผนวก ข .....	158
ภาคผนวก ค .....	167
ภาคผนวก ง .....	170
ภาคผนวก จ .....	194
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	201



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	การสังเคราะห์กิจกรรมตามหลักการทำหน้าที่และบทบาทของระบบประสาทสัมผัส 77
2	กำหนดวันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน..... 85
3	แบบแผนการทดลองแบบสองกลุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง..... 91
4	การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน..... 94
5	กำหนดวันเวลาการทดลองในห้องปฏิบัติการ..... 97
6	กำหนดวันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน..... 99
7	กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน..... 105
8	จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลักษณะทั่วไป..... 106
9	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน..... 107
10	ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นพิจารณาจากค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ..... 108
11	ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นพิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300..... 111
12	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุม..... 114

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง ที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม จากความกว้างคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์.....	116
14 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง ที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรมพิจารณาจากความกว้าง (Latency).....	119
15 กิจกรรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	176
16 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม.....	190
17 กิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	192
18 แบบบันทึกกิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	193

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย การประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิคส์ เอ็กเซอร์ไซส์ ในการสร้าง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับ ผู้บริหารโรงเรียน.....	6
2	แสดงพื้นที่ของสมอง ที่เกี่ยวข้องกับการตีความรับรู้สีก (Sensory Primary Area).....	28
3	แสดงส่วนของสมองในกลีบสมองส่วนต่าง ๆ ทั้งสี่พู ได้แก่สมองพหุหน้า (Frontal Lobe) สมองพหุหลัง (Occipital Lobe) สมองพหุบน (Parietal Lobe ) สมองพหุขมับ (Temporal Lobe).....	28
4	ระบบประสาทและกระบวนการบันทึกความจำของ : Atkinson–Shiffrin Memory Model.....	33
5	ลักษณะเซลล์ประสาทที่พบในระบบประสาทของมนุษย์ ซึ่งแสดงส่วนของ แขนงประสาทส่วนของเดนไดรต์ (Dendritic Spine) .....	37
6	กราฟสัญญาณคลื่นสมองช่วงความถี่เดลต้า (Delta).....	52
7	กราฟสัญญาณคลื่นสมองความถี่เธต้า (Theta).....	53
8	กราฟสัญญาณคลื่นสมองความถี่แอลฟา (Alpha).....	53
9	กราฟสัญญาณคลื่นสมองความถี่เบต้า ( Beta).....	54
10	กราฟสัญญาณคลื่นสมอง เอสเอ็มอาร์ (Sensorimotor; SMR).....	54
11	กราฟสัญญาณคลื่นสมองความถี่แกมมา (Gamma).....	54
12	สเปกตรัม (Spectrum) ของสัญญาณ EEG ในแต่ละช่วงความถี่ .....	55
13	คลื่นไฟฟ้าสมอง 4 ลักษณะ .....	55
14	ตำแหน่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง .....	62
15	ระบบ 10-20 System .....	63
16	ลำดับขั้นตอนในการจัดเก็บสัญญาณ EEG .....	65
17	ระบบ EEG ที่เป็นลักษณะคลื่น .....	66
18	แรงดันไฟฟ้า และความถี่ของคลื่น .....	67
19	การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง .....	67

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
20 การจัดวางรูปแบบแสดงผลแบบการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา .....	70
21 การจัดวางรูปแบบแสดงผลการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง .....	71
22 การจัดวางรูปแบบแสดงผลการจัดเรียงขั้ววัดไฟฟ้าให้เป็นไปตามกายวิภาค .....	71
23 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.....	74
24 การทำงานของระบบประสาทสัมผัสทางกายและระบบประสาทสัมผัสพิเศษที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระบบของเซลล์ประสาทในส่วนต่างๆของร่างกายโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม.....	76
25 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	89
26 การออกแบบโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	81
27 ขั้นตอนประเมินความเหมาะสมของคู่มือโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	87
28 ขั้นตอนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ .....	92
29 แสดงการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม .....	108
30 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนและหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์พิจารณาจากค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 .....	110
31 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์พิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 .....	113
32 กราฟแท่งคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน .....	115

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
33 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุม จากคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 พิจารณาจากความสูงของคลื่น (Amplitude) .....	118
34 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุม ขณะทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 พิจารณาจากความกว้างของคลื่น (Latency) .....	121
35 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง (Pretest) .....	122
36 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง (Posttest) .....	122
37 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนก่อนการทดลอง (Pretest) .....	123
38 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนหลังการทดลอง (Posttest) .....	123
39 โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม.....	171
40 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบการออกกำลังสมอง .....	173
41 กิจกรรมมองภาพ ประกอบด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตา และอ่านจับใจความของบทความที่ขาดหายไปบางส่วน .....	178

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
42	180
43	182
44	185
45	187
46	189

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์มีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของสังคม วัฒนธรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันล้วนแต่เกิดจากการใช้ความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น รูปแบบการใช้ชีวิต (Life Style) คนเราในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตด้วยบริบทของสภาพสังคม เศรษฐกิจ การเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย การดำรงชีวิตในปัจจุบันเกิดการสะท้อนความคิดขึ้น สภาวะของความคิด (Thinking State) มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น ความคิดเชิงบวก (Positive Thinking) ความคิดเชิงลบ (Negative Thinking) และความคิดเป็นกลาง (Neutral Thinking) โดยทั่วไปสภาวะความคิดที่สะท้อนเชิงลบเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าความคิดแบบอื่น ๆ เนื่องจากธรรมชาติของคนเรานั้นพร้อมจะมองเห็นความบกพร่องมากกว่ามองเห็นข้อดี ในขณะที่ความคิดเชิงบวกต้องอาศัยมุมมองทางความคิด (Thinking Aspects) จากทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นว่ามีประโยชน์หรือพิจารณาว่ามีความดีแฝงอยู่ด้วยหรือไม่ การมองโลกเชิงบวกจึงหมายถึงการมองสิ่งต่าง ๆ อย่างเข้าใจและยอมรับได้ในด้านลบ มองปัญหาความทุกข์ ความไม่ราบรื่นเป็นเรื่องธรรมดาหากรู้จักเลือกใช้ประโยชน์จากด้านบวกที่แฝงอยู่จากสิ่งนั้นที่เกิดขึ้นได้อย่างไร การคิดเชิงบวกนั้นจึงเป็นกระบวนการคิดขั้นต้น ๆ ของความคิดสร้างสรรค์ในตัวของผู้คน

Onarheim and Olivarius, M. (2013) เสนอแนะว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีแนวทางการพัฒนา วิธีการหนึ่งซึ่งสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ที่มีช่วงของการกระตุ้นกิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ในสองแนวทางคือ การจัดสิ่งแวดล้อมความคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสม (Optimizing the Creative Environment) และอีกแนวทางหนึ่ง คือวิธีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ด้วยหลักการกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Principle) เพื่อให้บรรลุความสามารถในการสร้างสรรค์ (Cognitive Ability) วิธีการฝึกความคิดสร้างสรรค์จะประสบผลสำเร็จได้นั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1. โปรแกรมที่ออกแบบต้องมีพื้นฐาน หลักการ แนวคิด กิจกรรมที่ส่งเสริมทางปัญญา (Cognitive Activities) 2. โปรแกรมที่ออกแบบต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม และมีความท้าทายในการฝึกทางปัญญาที่หลากหลาย (Various Discrete Cognitive Skills) 3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง (Real World) ในบริบทที่มีความเกี่ยวข้อง (Contextual Approaches) และ 4. โปรแกรมที่ออกแบบต้องเป็นชุดการฝึก (Series of Exercises) ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ และมีความซับซ้อนตามบริบท (Scott et al., 2004) การบริหารทรัพยากรบุคคลจึงไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะทุกคนต่างมีความเป็นอัตลักษณ์ และความแตกต่างในตัวบุคคล เมื่อมีความแตกต่างกันก็ย่อมต้องเกิดการปะทะทางด้านความคิด (Interaction of Thinking)

ผู้บริหารโรงเรียนจึงจำเป็นต้องมีหน้าที่ในการบริหารทรัพยากรบุคคลให้สามารถทำงานจนบังเกิดผลงานและมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้มีส่วนร่วมในองค์กร (Stakeholders) การบริหารจึงมีเป้าหมายหลักเพื่อสร้างศรัทธา ความเชื่อมั่น และสร้างความร่วมมือความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันในการปฏิบัติงานเป็นพลังในการขับเคลื่อนให้องค์กรประสบผลสำเร็จและเกิดประโยชน์สูงสุดผู้บริหารโรงเรียนจำเป็นต้องมีแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองเพื่อให้บรรลุภารกิจของการบริหารจัดการในองค์กร ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงภาวะผู้นำ (Rujie, Onne Janssen, and Kan, 2015)

ในปัจจุบันเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance Tests of Creative Thinking) เน้นให้ผู้ตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เกิดความสนุกสนานขจัดความกลัวสร้างความรู้สึกร่าเริง แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ประกอบด้วย แบบทดสอบที่เป็นแบบภาษา (Verbal) คือ Verbal Form A และ B แบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ (Figural) คือ รูปภาพ Form A, B (Torrance, 1990, pp. 198-203) นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Jellen and Urban (2004, pp. 78-86) ที่ชื่อว่า TCT-DP (The Test for Creative Thinking Drawing Production) มีองค์ประกอบ 6 ด้าน คือ 1. ความคิดและการปฏิบัติอันเก๋ไก๋ 2. ความรู้ทั่วไปและความคิดพื้นฐาน 3. ความรู้เฉพาะทาง 4. ความจดจ่อต่องานและความมุ่งมั่น 5. แรงจูงใจและแรงผลักดัน และ 6. ความอดทนที่จะแสวงหาข้อพิสูจน์ นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จากภาพ (Test of Creative Imagery; Abilities: TCIA) ที่ใช้แปลความหมายจากสิ่งที่แสดงจากภายในจิตใจ (Jankowska, D. M., and Karwowski, M. (2015) ดังนั้นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จึงมีเครื่องมือที่หลากหลาย การเลือกใช้เครื่องมือวัดขึ้นจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

Gupta, Singh, and Khatri (2013) ได้กล่าวไว้ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีแนวทางการสร้างให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลในหลายแนวทางจากการพัฒนาในวิชาชีพ ได้แก่ การฝึกอบรม การฝึกปฏิบัติ การศึกษาดูงาน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวล้วนแต่ต้องเป็นการใช้เวลาที่ยาวนาน และมีช่วงของเวลาที่ต้องใช้มาเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากแต่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) นั้นสามารถพัฒนาตนเองได้โดยไม่กระทบกับการดำเนินชีวิตที่เป็นอยู่ โดยส่งผลต่อการทำงานของ สมองมนุษย์ ให้ได้รับการกระตุ้นเซลล์ประสาท (Neuron) ซึ่งเป็นหน่วยการทำงาน (Functional Unit) ภายในสมองเกิดการเชื่อมโยงของเซลล์ประสาทภายในวงจร (Cortical Circuits) ตามแนวคิดของ Katz (Katz, 1978, pp. 231-233) นอกจากนี้ยังปรากฏการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระตุ้นระบบประสาท อาทิ การศึกษาที่เกี่ยวกับการกระตุ้นด้วยภาพที่ไม่คุ้นเคย (Unconventional Picture) จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการตามลำดับขั้นในสมองจะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถความคิด



สร้างสรรค์ได้ (Kenett, 2015) ทั้งนี้การฝึกเริ่มจากการกระตุ้นการทำงานของสมองโดยใช้สิ่งเร้า (Stimuli) ให้สมองทำงานด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า ระบบประสาททั่วไป (General Sensation) คือกายสัมผัสและระบบประสาทพิเศษ (Special Sensation) ได้แก่ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น และการได้ยิน มีการส่งผ่านสัญญาณอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การทำงานของเซลล์ประสาทในระดับที่เหมาะสมและมีความต่อเนื่องจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมองในตำแหน่งที่มีความจำเพาะต่อการทำงาน กิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อประสาทสัมผัสทั้งห้านอกจากจะทำให้เกิดการบูรณาการ การทำงานของสมอง และยังเป็นการปรับสมดุลด้านอารมณ์ (Emotion) เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งเร้าที่ต้องมีการปรับเข้าสู่สิ่งแวดล้อมแบบใหม่ ผลดังกล่าวทำให้ระบบประสาทและสมองทุกส่วนทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีผลต่อเส้นใยประสาททำให้แขนงเซลล์ประสาทแตกกิ่งก้านสาขา เซลล์สมองสื่อสารกันมากขึ้นช่วยในการกระตุ้นระบบประสาทของสมองให้เกิดการหลั่งสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) จนเกิดการพัฒนาขึ้นในส่วนของสมองเป็นส่วนสำคัญ ทำให้เกิดแนวคิดที่จะสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อประยุกต์มาใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียน มุ่งหวังต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้ผู้บริหารโรงเรียนและบุคคลในองค์กรเป็นองค์กรแห่งการสร้างสรรค์และเป็นทรัพยากรมนุษย์อันทรงคุณค่าต่อการพัฒนาประเทศอย่างสร้างสรรค์ต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน
2. เพื่อศึกษาผลของการนำโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนไปทดลองใช้ โดย
  - 2.1 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน
  - 2.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน พิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

2.3 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม

2.4 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม พิจารณาจากความกว้าง และความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักการของทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการใช้สิ่งเร้า (Stimulus) ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายเพื่อให้ส่งผลต่อการทำงานของสมองอย่างมีระบบ ประกอบด้วย

1. การเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวัน เนื่องจากการทำกิจกรรมซ้ำแบบเดิมทุกวันทำให้สมองไม่ได้รับการกระตุ้น นานเข้าจะทำงานโดยจิตใต้สำนึก (Subconscious) สมองจะทำงานลดลงเซลล์สมองถูกกระตุ้นลดลงนำไปสู่การฝ่อของเซลล์ประสาท
2. การใช้ประสาทสัมผัสมากขึ้น เพื่อดึงความสามารถของประสาทสัมผัสทั้ง รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัสและอารมณ์มาใช้ให้มากที่สุด โดยใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไปแต่งตั้งประสาทสัมผัสที่ใช้บ่อย
3. การท้าทายประสบการณ์ใหม่ การทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อน เป็นการกระตุ้นสมองได้อย่างดีและได้ใช้ประสาทสัมผัสทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอารมณ์ เมื่อรู้สึกสนุกมีความสุขกับกิจกรรมใหม่ร่างกายจะหลั่งสารแห่งความสุข นอกจากนี้มีผลดีต่อสมองและต่อร่างกายทุกส่วน ซึ่งอาจทำได้โดยเดินทางท่องเที่ยวหรือการไปสถานที่ใหม่ ๆ มีปฏิสัมพันธ์กับคนใหม่ ๆ และการแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าทำให้สมองได้คิดวิเคราะห์แก้ปัญหามากขึ้น

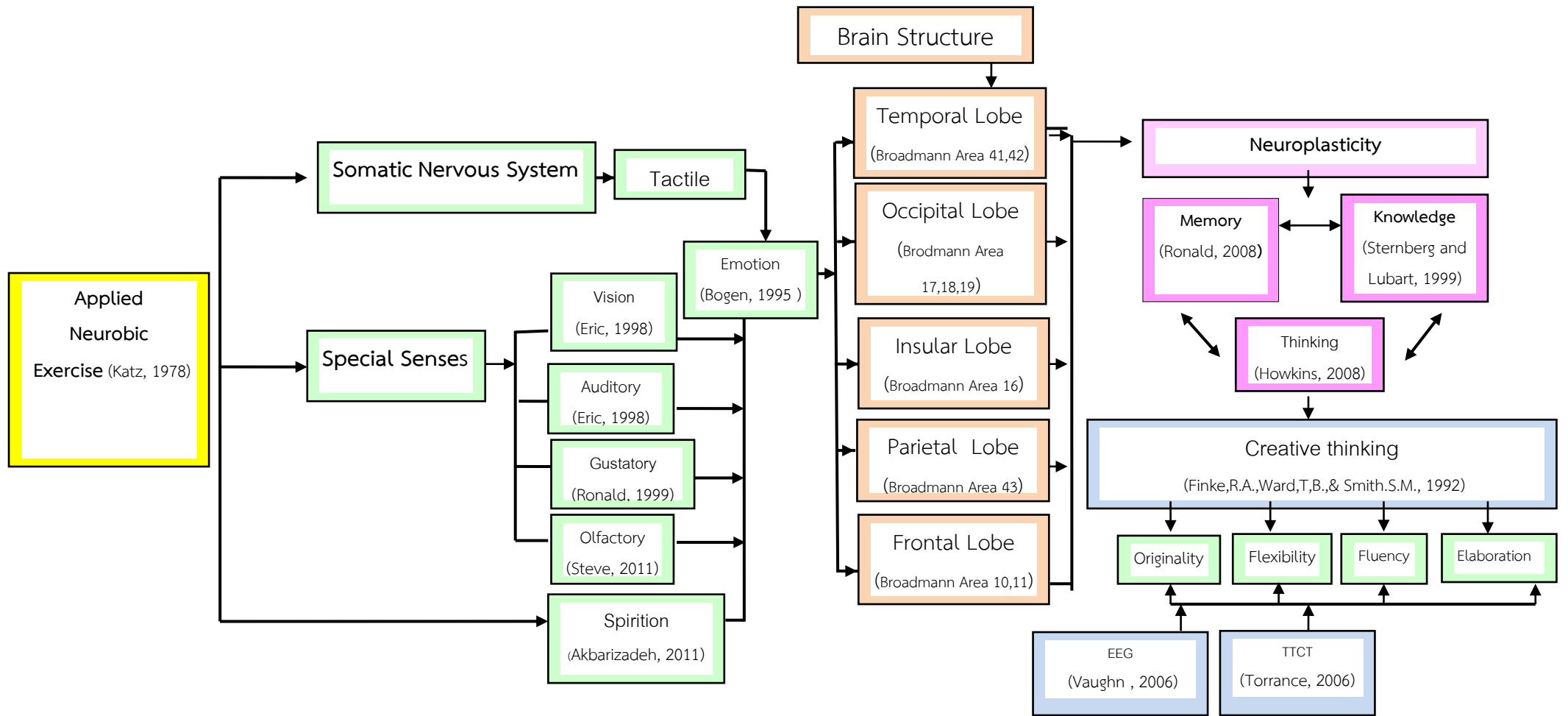
ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise Theory) (Katz,1978, pp. 231-233) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาททางกาย (Somatic Nervous System) ผ่านการรับสัมผัส (Tactilely) ระบบประสาทพิเศษ การมองเห็น การรับรส การได้ยินและการดมกลิ่น นอกจากนี้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนามีลักษณะสำคัญ คือ การเชื่อมโยงกับการทำงานของจิตวิญญาณ (Spiritition)

จิตวิญญาณ (Spiritition) เป็นแนวทางสำคัญต่อการกำหนดสุขภาพ (Well Being-State) ขององค์การอนามัยโลก (WHO) การกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสทั้งทางกาย ทางระบบประสาทพิเศษ และจิตวิญญาณ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านอารมณ์ (Emotional) ให้อยู่ในสถานะสมดุล

(Homeostasis) เมื่อร่างกายได้รับสิ่งกระตุ้น (Stimulus) ที่อยู่ในระดับการตอบสนอง (Threshold) อย่างเหมาะสมและต่อเนื่องทำให้เกิดการส่งผ่านสัญญาณประสาท (Neural Signaling) ไปยังตำแหน่งจำเพาะต่อการทำงานของสมอง (Brain Specific Area) ดังต่อไปนี้ การมองเห็น (Visual Activity) การรับรส (Gustatory Activity) การได้กลิ่น (Olfactory Activity) การได้กลิ่น (Olfactory Activity) เมื่อสมองในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ถูกกระตุ้น (Activation) จะทำให้เกิดการยืดหยุ่นของเซลล์ประสาท (Neuroplasticity) จากโครงสร้างทางระบบประสาทที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมจะทำให้หน้าที่ในกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ประกอบด้วย ความจำ ส่งผลต่อความรู้ และทำให้เกิดการคิดที่มีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลอย่างสมบูรณ์ แสดงดังภาพที่ 1

การกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมเป็นการบูรณาการแนวทางพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ และผสมผสานเข้ากับแนวคิดทางด้านจิตวิญญาณ (Spiritual) ที่ต้องมีความเชื่อมโยงกัน มีการศึกษาเกี่ยวกับจิตวิญญาณปรากฏว่า สุขภาวะทางกายมีความสัมพันธ์กับจิตวิญญาณ (Akbarizadeh, 2006) การเกิดความคิดสร้างสรรค์ของคนเราจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสมดุล ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้อธิบายความสัมพันธ์อย่างมีรูปแบบของสุขภาวะทางกาย (Physical Well-being) สุขภาวะทางจิตใจ (Mental Well-being) สุขภาวะทางสังคม (Social Well-being) และสุขภาวะจิตทางจิตวิญญาณ (Spiritual Well-being) ที่ต้องอาศัยการทำงานของสมองในส่วนของการรับรู้สติ (Consciousness) รวมถึงการตอบสนองทางอารมณ์ (Bogen, 1995, pp. 45-52) ซึ่งมีความจำเป็นต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource) ด้านการคิดและสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่กับการเปลี่ยนแปลงตามพลวัต (Dynamic)

ผู้บริหารโรงเรียนจำเป็นต้องพัฒนาตนเองให้สามารถปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จในการบริหารอย่างมีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพต่อองค์การที่ปฏิบัติอยู่ เทคนิคในการบริหาร และความสามารถทางการคิดขั้นสูง (Higher Executive Function) เป็นบุคคลแห่งการสร้างสรรค์จนสามารถส่งเสริมให้องค์การนั้น ๆ ไปสู่องค์การคุณภาพ และสามารถก้าวสู่องค์การแห่งการสร้างสรรค์ได้ ผู้บริหารโรงเรียนต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นในทุกด้าน วิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้โดยวิธีการง่าย ๆ ไม่ส่งผลต่อการทำหน้าที่ในกิจวัตรประจำวันแต่กลับเพิ่มประสิทธิภาพให้กับบุคคลที่นำไปปฏิบัติ ได้แก่ การกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสทั้งห้า จากการศึกษาทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) ลอเรนซ์ ซี แคทซ์ (Katz, 1978, pp. 231-233)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย การประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ ในการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

## สมมติฐานของการวิจัย

1. โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนสามารถใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนได้
2. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน สูงกว่าก่อนได้รับโปรแกรม
3. ความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่น P300 น้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรม
4. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหาร สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม
5. ความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่น P300 น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรม

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้โปรแกรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสมกับผู้บริหารการศึกษา โดยสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองที่บ้านและสถานที่ทำงาน
2. ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมไปประยุกต์ใช้ในการดูแลสุขภาพ และสามารถจัดการกับปัญหาสุขภาพของตนเองได้ตามบริบทของตน
3. สถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการมัธยมศึกษา สำนักงานอาชีวศึกษา นำไปใช้ในการพัฒนาบุคลากรในหน่วยงาน
4. ผู้บริหารงานด้านการศึกษาในระดับต่าง ๆ สามารถนำผลการศึกษาไปเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนได้
5. ผู้สนใจสามารถนำโปรแกรมไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากรในหน่วยงาน และลดการการใช้งบประมาณในการฝึกอบรมทั้งในระดับตัวบุคคลและในภาพรวมระดับประเทศ

## ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้บริหาร รองผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่เข้าสู่ตำแหน่งผู้บริหารโรงเรียนที่ปฏิบัติหน้าที่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรีเขต 1 ปีการศึกษา 2558 สมัครใจเข้าร่วมโครงการซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ จำนวน 60 คน สุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

### 2. ตัวแปรในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผู้บริหารโรงเรียนโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียน

## นิยามศัพท์เฉพาะ

นิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) หมายถึง การออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเฉพาะเกี่ยวกับการบริหารสมองโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการทำกิจกรรม ส่งผลให้เกิดการทำงานเชื่อมโยงกันของระบบประสาท เป็นการปรับเปลี่ยนการทำกิจวัตรประจำวันรูปแบบใหม่จากเดิมที่ปฏิบัติด้วยวิธีการปรับตัวพฤติกรรม (Adaptive Behavior) เช่น การเดินทาง การรับประทานอาหารได้ยีน การได้เห็น เปลี่ยนจากการกระทำแบบเดิม ๆ อย่างน้อยมากกว่าหนึ่งกิจกรรมเพื่อช่วยกระตุ้นเซลล์ประสาทให้มีสุขภาพดี

การได้ยิน (Auditory) เป็นการกระตุ้นระบบประสาทเชิงกล (Mechanical Stimuli) เกิดการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุสั่นสะเทือนก็จะทำให้เกิดการอัดตัวและขยายตัวของคลื่นเสียง ถูกส่งผ่านตัวกลางอากาศไปยังหู แต่เสียงสามารถเดินทางผ่านสสารในสถานะก๊าซ ของเหลว และของแข็งได้ แต่จะไม่สามารถเดินทางผ่านบริเวณสุญญากาศได้ และเมื่อเกิดการสั่นสะเทือนจะเปลี่ยนเป็นคลื่นเสียงมายังส่วนรับสัญญาณที่หู จากนั้นจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแล้วถูกส่งไปยังสมอง ทำให้เรารับรู้และจำแนกเสียงต่าง ๆ ได้ กิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยคือกิจกรรมการฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ

การมองเห็น (Vision) เกิดจากการที่แสงไปตกกระทบสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นวัตถุแล้วเกิดการสะท้อนเข้าสู่ดวงตาเราไปทำให้เกิดภาพบนจอประสาทตา (Retina) ข้อมูลของวัตถุที่มองเห็นจะส่งขึ้นไปสู่สมองตามเส้นประสาทตาคู่ที่ 2 (Optic Nerve) สมองจะแปลข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยคือ กิจกรรมการมองภาพของวัตถุที่ขาดหายไปบางส่วนและอ่านหนังสือที่ขาดหายไปบางส่วน

การได้กลิ่น (Olfactory) เป็นการกระตุ้นทางเคมี (Chemical Stimuli) ที่ส่งไปยังสมองส่วนหน้าบริเวณที่เรียกว่า ออลแฟกทอรีบัลล์ (Olfactory Bulb) เพื่อส่งต่อสัญญาณไปยังสมอง

ส่วน ซีรีบรัม (Cerebrum) ให้แปลข้อมูลว่าเป็นกลิ่นอะไร เช่น กลิ่นหอม กลิ่นเหม็น การรับรู้กลิ่นช่วยในการอยู่รอดของมนุษย์ทำให้รับรู้คุณภาพของอาหารและเป็นสัญญาณเตือนภัยให้มนุษย์ตลอดจนสัตว์ประเภทอื่น ให้รู้ล่วงหน้าว่าจะเกิดเหตุการณ์อะไร กิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยคือ กิจกรรมการปรับเปลี่ยนการใช้สปีที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ

การรับรส (Gustatory) เป็นความรู้สึกที่เกิดได้โดยปฏิกิริยาทางเคมี คือ เมื่ออาหารเข้าสู่ปากอาหารจะทำปฏิกิริยากับน้ำย่อยหรือน้ำลายในปาก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีซึ่งกระตุ้นให้ปุ่มรับรส (Taste Buds) ที่รับเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีรับรู้ถึงรสชาติของอาหารแล้วส่งความรู้สึกผ่านเส้นประสาทสมองเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางเพื่อแปลความหมายที่สมองว่าเป็นรสอะไร และแปลความหมายว่ามีรสอย่างไร รสทางสรีรวิทยาประกอบด้วย 4 รส คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็มและรสขม กิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยคือ กิจกรรมการปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทานหรือ ชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคยรับประทานบ่อย ๆ

การสัมผัส (Tactilely) เป็นกระบวนการเบื้องต้นก่อนการรับรู้ การแปลความหมายที่ได้รับจากการสัมผัสเริ่มตั้งแต่การมีสิ่งเร้ามากระทบกับประสาทรับความรู้สึกประสาทสัมผัสทั้งห้าและส่งกระแสประสาทไปยังสมองเพื่อการแปลความของข้อมูลที่ได้สัมผัส กิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยคือ การใช้มือสัมผัสสัญญาณเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตาใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด เช่น ปากกา ดินสอ ยางลบ

สารสื่อประสาท (Neurotransmitter) หมายถึง กลุ่มสารเคมีในสมองที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณประสาทที่จุดประสานประสาท (Synapse) มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการกระตุ้นจากการทำกิจกรรม เช่น การออกกำลังกาย การอยู่ในสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ

ประสาทสัมผัสบูรณาการ (Multi - sensory Integration) หมายถึง การที่ประสาทสัมผัสทั้งห้าได้รับการกระตุ้นในหลาย ๆ ส่วนพร้อมกันและตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่พบหรือกิจกรรมที่ถูกกำหนด

กิจกรรมปรับพฤติกรรม (Adaptive Behavior) หมายถึง กิจกรรมที่ผู้เข้าร่วมวิจัยได้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดำเนินชีวิตต่อการทำกิจกรรมในแต่ละวัน เช่น การเดินทาง การรับประทานอาหาร การได้ยิน การได้เห็น อารมณ์ และการปรับจิตสำนึกเปลี่ยนจากการกระทำแบบเดิม

กิจกรรมการคิด (Thinking Activity) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองที่ใช้สัญลักษณ์หรือภาพแทนสิ่งของ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการจัดระบบความรู้ข้อมูลข่าวสารซึ่งเป็นประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่หรือสิ่งเร้าใหม่ที่เป็นไปได้ทั้งในรูปแบบธรรมดาและสลับซับซ้อน ผลจากการจัดระบบการทำงานของสมองสามารถแสดงออกได้หลายลักษณะ เช่น การให้เหตุผลต่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ สืบเนื่องจากการคิดที่เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมอง

กิจกรรมด้านจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) หมายถึง มิติของบุคคลที่มีความคิด ความเชื่อค่านิยมที่สัมพันธ์กับจิตใจ การผดุงชีวิตและพร้อมที่แสดงพฤติกรรมออกมาจากความเชื่อทางจิตวิญญาณของแต่ละบุคคล กิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยคือกิจกรรมการสวดมนต์และการนั่งสมาธิ เพื่อปรับความสมดุลด้านจิตวิญญาณ

การกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม (Holistic Nervous System Stimulation) เป็นวิธีการปฏิบัติกิจกรรมที่ส่งผลให้ระบบประสาทของสมอง ให้มีการพัฒนาขึ้นและสามารถทำงานเชื่อมโยงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาจากแนวคิดการออกกำลังสมองที่ทำให้ระบบประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยินและการสัมผัส ทำงานเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง โดยนำกิจกรรมการคิดและกิจกรรมทางจิตวิญญาณผนวกเพิ่มเติมเข้าไปในการทำกิจกรรมที่ปฏิบัติในกิจวัตรประจำวัน เป็นผลให้เกิดการทำงานร่วมกับประสาทสัมผัสแบบองค์รวม ทั้งทำให้การทำงานของสมองในส่วนลิมบิก (Limbic) สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลให้การเชื่อมโยงระบบประสาทของสมองทำงานอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านความรู้และความคิดที่ดีขึ้น

ผู้บริหารโรงเรียน หมายถึง บุคลากรวิชาชีพที่รับผิดชอบการบริหารโรงเรียน ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียนหรือผู้ที่เข้าสู่ตำแหน่งผู้บริหารโรงเรียน ที่ปฏิบัติหน้าที่ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 1 ปีการศึกษา 2558



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ในการพัฒนาโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 2 ระบบประสาทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 3 ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 4 การศึกษาค้นคว้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ตอนที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความสามารถทางการคิดอย่างหนึ่งของสมองมนุษย์ซึ่งเป็นที่อยู่ในตัวบุคคลทุกคนที่อาจมีมากหรือน้อยแตกต่างกันไป นักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

การสร้างสรรค์ (Creativity) จากสารานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน ปีพุทธศักราช 2554 หมายถึง การสร้างสิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าโดยสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นอาจมีการอ้างถึงบุคคลผู้สร้างสรรค์หรือสังคมหรือขอบเขตภายในที่ได้สร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ขึ้นมา ซึ่งการวัดคุณค่าดังกล่าวได้หลายวิธี (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554 หน้า 1178)

Torrance (1988, pp. 43 - 44) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ความสามารถบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ในหลาย ๆ แบบและผลของความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นนั้นมีมากมายไม่มีข้อจำกัดเช่นกัน

Mednick (2004, pp. 139-140) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์องค์ประกอบในแบบใหม่ ๆ ได้และถ้าสิ่งที่นำมาเชื่อมโยงกันนั้นมีความห่างไกลกันมากเพียงใด การเชื่อมโยงสัมพันธ์ก็มีความสร้างสรรค์มากขึ้นเพียงนั้น

Wallach and Kogan (2010, p.18) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ได้ดี คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถคิดอะไรต่าง ๆ ได้อย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ยิ่งคิดได้มากเท่าไรยิ่งแสดงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากเท่านั้น

Anderson (2014, pp. 1-5) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากการคิดอย่างปกติธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุมและผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า

จากที่มีผู้ให้ความหมายดังกล่าวข้างต้น ความคิดสร้างสรรค์ ได้มีผู้มองในแง่มุมที่แตกต่างกันออกไปอย่างกว้างขวาง ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองที่ใช้สัญลักษณ์หรือภาพแทนสิ่งของ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหา มีการจัดระบบความรู้ข้อมูลข่าวสารซึ่งเป็นประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ หรือสิ่งเร้าใหม่ที่เป็นไปได้ทั้งในรูปแบบธรรมดา และสลับซับซ้อน กว้างไกลหลายทิศทาง แปรกใหม่และมีคุณค่าโดยสามารถคิดตัดแปลงปรุงแต่งผสมผสานความคิดเดิมให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ เช่น การให้เหตุผลต่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ สืบเนื่องจากการคิดที่เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมอง

#### **ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์**

ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการคิดที่จะช่วยให้บุคคลมีความสามารถในการคิดเข้าใจปัญหา สามารถแก้ไขและคาดการณ์ล่วงหน้าถึงอุปสรรคที่จะเกิดขึ้นทำให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาได้ดี ผู้บริหารสถานศึกษาจำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อช่วยให้สามารถแก้ปัญหาเดิมที่เรื้อรังมานานไม่ว่าจะเป็นปัญหาบุคลากรในสถานศึกษา งบประมาณ คุณภาพการจัดการเรียนการสอน ฯลฯ ด้วยอาศัยวิธีการใหม่ เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสความสำเร็จในการทำสิ่งต่าง ๆ แทนการติดยึดรูปแบบเดิม การยึดติดกับกรอบความคิดแบบเดิม ไม่ชอบการเปลี่ยนแปลง เป็นทัศนคติที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ ปัจจุบันปัญหา มีความซับซ้อนและเชื่อมโยงถึงกันในมิติต่าง ๆ การแก้ปัญหาหนึ่งเรื่องจึงต้องมีการบูรณาการแนวคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ดังนั้นการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเดิมอาจไม่สามารถใช้แก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน ผู้บริหารสถานศึกษาจึงควรมีกระตือรือร้นที่จะทดลองความคิดใหม่ที่แหวกแนว ไม่คิดซ้ำ ๆ แบบเก่า ค้นหาสิ่งใหม่ที่ดีกว่าและท้าทายตนเองให้เข้าไปค้นหาอยู่เสมอ ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลากหลาย ดังนี้

Hurlock (2009, pp. 98-99) กล่าวถึง ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ให้ความสนุก ความสุข และความพอใจแก่บุคคล มีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพต่อบุคคลมากและไม่มีอะไรที่จะทำให้ผู้คิดรู้สึกหดหูใจได้เท่ากับงานสร้างสรรค์ของเขาถูกตำหนิหรือถูกว่าต่อสิ่งที่เขาสร้างขึ้นนั้นไม่มีคุณค่า

Jersild (2009, p. 69) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมสุนทรียภาพ โดยการชื่นชมและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ ที่เขาคิดขึ้นมา ซึ่งผู้ถ่ายทอดควรทำเป็นตัวอย่างโดยการยอมรับและชื่นชมในผลงานของผู้นำเสนอ การพัฒนาสุนทรียภาพแก่บุคคลโดยส่งเสริมให้เห็นว่าผลงานที่ผู้้นั้นคิดหรือสร้างขึ้นมามีความหมายสำหรับตัวเขา และส่งเสริมให้บุคคลรู้จักสังเกตสิ่งที่แปลกไปจากสิ่งธรรมดาสามัญให้ได้ยินดีในสิ่งที่ไม่เคยรับและส่งเสริมให้สนใจในสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. เป็นการผ่อนคลายอารมณ์ การทำงานอย่างสร้างสรรค์เป็นการผ่อนคลายอารมณ์ลดความกดดันและความคับข้องใจ และลดความก้าวร้าว

3. สร้างนิสัยในการทำงานที่ดีในขณะที่ปฏิบัติงาน ผู้ถ่ายทอดควรให้ความรู้ต่อระเบียบและสร้างนิสัยที่ดีในการทำงานควบคู่ไปด้วย เช่น หัดให้บุคคลรู้จักเก็บสิ่งของให้เป็นที่ ทำความสะอาดและจัดระเบียบสิ่งของเครื่องใช้เมื่อทำงานเสร็จ

4. การเปิดโอกาสให้บุคคลได้ศึกษา มนุษย์ส่วนใหญ่จะชอบทำกิจกรรมที่ส่งเสริมที่ให้ได้ใช้จินตนาการในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ ดังนั้น จึงควรเปิดโอกาสให้บุคคลได้ใช้จินตนาการ ในการพัฒนาการ โดยการทดลองสร้างสิ่งใหม่ เช่น ฝึกให้บุคคลในองค์การสมมติตนเองว่าเป็น นักก่อสร้างหรือสถาปนิก ตลอดจนอาชีพอื่น ๆ ที่จะคิด

#### องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้ Dalton (1999, pp. 74 - 77) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบ 8 ประการโดย 4 องค์ประกอบแรกเป็นความสามารถทางสติปัญญาและ 4 องค์ประกอบหลังเป็นความสามารถทางด้านจิตใจและความรู้สึกประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความประณีตหรือความละเอียดละออ (Elaboration)
5. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)
6. ความสลับซับซ้อน (Complexity)
7. ความกล้าเสี่ยง (Risk - taking)
8. ความคิดคำนึงหรือจินตนาการ (Imagination)

Guilford (2014, pp. 112–120) ได้กำหนดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ที่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง เป็นความคิดในเรื่องเดียวกันที่ไม่ซ้ำกัน ความคิดแบบนี้จะมีความหลากหลายออกมามากมาย

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือรูปแบบของความคิดที่พยายามคิดให้ได้หลายอย่างต่าง ๆ กัน เช่น ประโยชน์ของก้อนหินมีอะไรบ้างหรือความคิดยืดหยุ่นในด้าน การดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) เป็นความคิดที่ต้องทำด้วยความระมัดระวังและมีรายละเอียดที่สามารถทำให้ความคิดสร้างสรรค์นั้นสมบูรณ์ขึ้นได้

อารี พันธุ์ณี (2554 หน้า 97 - 99) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่าลักษณะการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นวิธีการคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือที่เรียกว่า ความคิดซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Wild Idea) เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด หาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีปริมาณที่มากในเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่หาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด ความคล่องแคล่วในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขหลายวิธีและต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องการ

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งเป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลาย และสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาในเบื้องต้น สรุปได้ว่า พฤติกรรมที่เป็นความคิดสร้างสรรค์นี้เป็นความสามารถทางการคิดหลายทิศทาง (Divergent Thinking) ที่ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและคิดละเอียดลออ

#### **ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์**

Cropley (1970, pp. 76-80) กล่าวว่า ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ คือ มีประสบการณ์ที่กว้างขวาง (Procession of Wide Categories) เต็มใจพร้อมที่จะเสี่ยง (Willingness to Take Risks) และพร้อมที่จะก้าวไปข้างหน้า (Willingness to Have Ago) และสามารถที่จะยืดหยุ่นความคิดได้อย่างคล่องแคล่วในการคิดระดับสูง

Torrance (1990, pp. 236-252) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง จากการศึกษาพบว่าคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงเป็นคนที่มีความคิดแปลกไปจากคนอื่น และมีผลงานที่ทำไม่ซ้ำแบบใคร

Rice (2007, pp. 19-25) กล่าวถึง ลักษณะคนที่มีความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นคนที่มีไหวพริบ
2. มีความสามารถในการประยุกต์การตอบสนองต่อสิ่งที่แสดงออกถึงความคิดริเริ่มและการมีความยืดหยุ่น
3. มีอิสระในการคิดและแสดงออก
4. สนใจที่จะมีประสบการณ์ต่าง ๆ สังเคราะห์สิ่งที่ได้พบเห็นรวมกับความรู้สึภายในใจ
5. มีความสามารถในการหยั่งรู้ (Insight)
6. มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและเข้าใจคุณค่าของความงาม
7. รู้จักตนเอง เข้าใจถึงจุดมุ่งหมายของสิ่งต่าง ๆ
8. เข้าใจในสภาพของตนในกระบวนการที่ตนมีส่วนร่วม

#### **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์**

ประสาธ อิศรปรีดา (2558 หน้า 25-28) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ไม่ว่าจะอยู่ในระดับบุคคล ระดับกลุ่มหรือระดับสังคมก็ตามจะขึ้นขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ส่วน คือ

1. ปัจจัยที่เป็นส่วนของความสามารถ (Abilities) ทักษะทางการคิด (Skills) ซึ่งเป็นศักยภาพที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล

2. ปัจจัยทางแรงจูงใจ (Motivation) ที่อาจเกิดจากการกระตุ้นจากภายนอกอีกส่วนหนึ่ง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่เอื้อซึ่งกันและกันเสมอ นั่นคือ ไม่เพียงแต่มีแรงจูงใจและมีทักษะหรือความสามารถที่จะคิดสร้างสรรค์อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีศักยภาพทางการรู้คิด (Cognitive) มีความอดทน ความอยากรู้อยากเห็น กล้าเสี่ยง ซึ่งเป็นคุณลักษณะทางอารมณ์

มีการศึกษาถึงประวัติในอดีตของผู้ที่มีชื่อเสียงในเรื่องของการสร้างสรรค์ผลงานระดับโลก เช่น พิกัสโซ่ (Picasso) อัลเบิร์ตไอสไตน์ (Albert Einstein) นักทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์หลายท่าน สรุปโดยรวมได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น จะประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัย ดังนี้ (Sternberg and Lubart, 1999, pp. 3-15)

1. กระบวนการคิด (Cognitive Processes) ได้มีการศึกษาพบว่าบุคคลที่จะมีความคิดสร้างสรรค์สูงได้นั้น ไม่จำเป็นต้องมีพัฒนาการทางกระบวนการคิดโตกว่าวัย เพราะความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นี้สามารถจะพัฒนาในภายหลังได้ การฝึกให้บุคคลได้ใช้กระบวนการคิดนั้นก็ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ การฝึกให้บุคคลนั้น ๆ ใช้ความคิดและจัดระเบียบการคิดอย่างเป็นระบบนั้นจะทำให้บุคคลสามารถที่จะคิดได้กว้างและหลากหลาย รวมถึงสร้างสรรค์ความคิดใหม่ ๆ ขึ้นจากฐานความคิดเดิม

2. กระบวนการทางอารมณ์และสังคม (Social Emotional Processes) จากการศึกษาทางจิตวิทยาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์นั้น พบว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะมีแนวโน้มที่จะความคิดเปิดกว้างในการรับรู้ประสบการณ์ใหม่ๆ ไม่ยึดติดอยู่ในกรอบ มีเสรีภาพในการคิด มีความคิดยืดหยุ่น ไม่ติดยึดอยู่กับความคิดเดิม ๆ มีความพึงพอใจในสุนทรียภาพของสิ่งต่าง ๆ มีความเป็นอิสระ พึ่งพิงตนเองสูง สามารถตัดสินใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะทำสิ่งต่าง ๆ สูง

3. พื้นฐานครอบครัวที่เลี้ยงดูมาในอดีตและปัจจุบัน (Family Aspects: Growing up and Current) บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงนั้น มักอยู่ในครอบครัวของชนชั้นกลางมากกว่าในครอบครัวร่ำรวย หรือยากจน และไม่อยู่ใกล้ชิดกับสังคมเมืองมากเกินไป แต่ก็ไม่อยู่ห่างไกลจากความเจริญจนเกินไป ปัจจัยอย่างหนึ่งที่ครอบครัวมีส่วนในการสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้เด็ก มาจากการสอนค่านิยมและความคาดหวัง เด็กที่ถูกสอนให้ยึดติดกับค่านิยมเดียวกับครอบครัวสูงและรับรู้ว่าคุณคนคาดหวังกับตนเองสูงมากนั้น เป็นการปิดกั้นการพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนั้นสิ่งที่ครอบครัวมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องของความคิดสร้างสรรค์อีกประการหนึ่งคือ ครอบครัวมีส่วนสำคัญในการช่วยเหลือ และสนับสนุนในสิ่งที่เด็กสนใจ ในบางครอบครัวพ่อแม่จะ

สนับสนุนให้เด็กทำในสิ่งที่พ่อแม่สนใจแต่ไม่ใช่สิ่งที่บุคคลสนใจเรียนรู้ หรือพ่อแม่ไม่สนับสนุนในกิจกรรมที่เขาสนใจ การขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ครอบครัวสนับสนุนและความสนใจของบุคคลนั้นเป็นเรื่องสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลได้ การศึกษาเหล่านี้ไม่ได้บอกให้ทราบว่าจะเกิดผลในทางบวกหรือลบต่อการคิดสร้างสรรค์โดยตรงเพียงแต่มีการพบว่าบุคคลที่มีประสบการณ์วัยเด็กจากครอบครัวลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการมีความคิดสร้างสรรค์

4. การเตรียมความพร้อมทางการศึกษา (Education and Preparation: Formal and Informal) แม้ว่าจะมีแนวคิดที่กล่าวถึงเรื่องของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่าสามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องเตรียมการหรือจัดระบบทางความคิด แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาหลายฉบับที่พบว่ารูปแบบการสอนและการเตรียมความพร้อมทางโครงสร้างการคิดให้กับบุคคลมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีด้วยกัน (Gardner, 1993)

5. ความรู้ ความเชี่ยวชาญที่ช่วยส่งเสริมให้บุคคลเกิดความคิดสร้างสรรค์ (Characteristics of The Domain and Field) นักจิตวิทยาสนใจว่าพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์คือการเพิ่มพูนรูปแบบของความรู้ที่มากขึ้น Piaget กล่าวว่าเนื้อหาและโครงสร้างของความรู้จะเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาพรสวรรค์ทักษะ และการไวต่อการรับรู้จะช่วยให้เกิดการพัฒนาความรู้ให้ก้าวหน้าขึ้น นอกจากนี้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยจังหวะและทิศทางที่เหมาะสมจึงจะเอื้อต่อการพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งที่เป็นต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เช่น เรื่องของสุขภาพที่แข็งแรง มีความกระฉับกระฉ่ง มีโอกาสในการเรียนรู้ในสิ่งที่เหมาะสมกับตัวบุคคลนั้น ๆ หรือการมีโอกาสได้รับแรงจูงใจที่จะเอื้อต่อการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์บุคคลแต่ละคนมีความรู้ ความสามารถ และความถนัดที่แตกต่างกัน ซึ่งความถนัดในแต่ละด้านในตัวบุคคลหนึ่ง ๆ นั้นสามารถเป็นฐานในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ในเรื่องนั้น ๆ ให้กับบุคคลได้ เช่น บุคคลที่มีความชำนาญในด้านคิดคำนวณ ก็สามารถที่จะใช้ความสามารถ และความถนัดเฉพาะทางนั้นสร้างสรรค์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณออกมาได้ดี บุคคลที่เกี่ยวข้องหรือมีความรอบรู้ หรือมีความถนัดในสาขาใด ก็เป็น การง่ายที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ขึ้นจากฐานที่มีอยู่เดิมของตน

6. พื้นฐานลักษณะสังคมแวดล้อม หรือวัฒนธรรมที่แวดล้อม (Social Culture Contextual Aspects) ลักษณะสังคมแวดล้อมหรือวัฒนธรรมที่แวดล้อมคือกระบวนการจัดการของแหล่งพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ เป็นตัวจัดสร้างและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งรวมถึงผู้ที่สนับสนุนให้เกิดผลงานในบริษัท สังคมและวัฒนธรรมจะบ่งชี้ความเป็นไปได้สำหรับพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์โดยการถ่ายทอดความรู้และทักษะ ถ้าพันธะทางสังคมวัฒนธรรมจะเตรียมความรู้ และทักษะแก่สมาชิกจากการมีส่วนร่วมในสังคม สมาชิกจะพัฒนาความสามารถในการแสดงออกความคิดสร้างสรรค์ในความรู้ที่นั้น ๆ ความเป็นไปได้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในสังคมวัฒนธรรมนั้น ขึ้นอยู่กับค่านิยมและความสำคัญที่สังคมต่อบุคคลนั้น

7. ประสบการณ์ในอดีต (Historical Forces, Event, Trends) ช่วงเวลาและสถานที่ที่เกิด และเติบโตมีผลกระทบต่อชีวิต ภูมิอากาศ ความปลอดภัย การได้รับปัจจัย 4 และโอกาสที่จะได้รับการถ่ายทอดทักษะความรู้ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตเป็นประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเกิดความคิดสร้างสรรค์เกินกว่าที่ใครจะควบคุมได้ เด็กทุกคนมีพรสวรรค์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาแต่กำเนิด ถ้าบุคคลนั้นได้เติบโตในสังคมประชาธิปไตยได้รับการเลี้ยงดูปลูกฝังก็จะมีโอกาสได้พัฒนาพรสวรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้อีกปัจจัยหนึ่งที่ได้มีการกล่าวถึงไว้ว่ามีความเกี่ยวข้องต่อการคิดสร้างสรรค์ได้แก่ประสบการณ์ในอดีตการมีประสบการณ์เลวร้ายในวัยเด็ก (Trauma Experience) แต่อย่างไรก็ตามประสบการณ์นี้ก็ได้เป็นปัจจัยสำคัญของการมีความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลโดยตรง หรืออาจกล่าวได้ว่านอกเหนือจากการมีประสบการณ์เลวร้ายที่จะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์แล้ว บุคคลนั้น ๆ ยังจำเป็นต้องมีรูปแบบการคิด และปัจจัยอื่นๆ ที่เอื้อต่อการเกิดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเช่นกัน

8. เพศ การศึกษาของ Gough (1993) จากสังเกตความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเพศชายและหญิงที่มีความแตกต่างกัน พบว่า ลักษณะที่ต่างกันของเพศชายและหญิงมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ โดยที่ Gough ตั้งข้อสังเกตว่า ผู้หญิงที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องอดกลั้นความคิดแปลกใหม่ของตนเองเอาไว้ รวมทั้งความคิดที่แปลกไปจากสังคมเพื่อเป็นไปตามสถานภาพทางสังคม จึงทำให้ผู้หญิงและผู้ชายมีความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน

9. อายุและพัฒนาการเด็กจะเริ่มพัฒนาจินตนาการของพวกเขาระหว่างหนึ่งถึงสองปีแรก เด็กยังแสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งต่าง ๆ ด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของตัวเอง จากอายุ 2 ถึง 4 ปี เด็กจะพัฒนาความเป็นตัวของตัวเอง หมกมุ่นอยู่กับการใช้คำพูดและเล่นจินตนาการในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และความสามารถในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เด็กอายุ 4 ถึง 6 โดยทั่วไปแล้วจะมีจินตนาการที่ดีมาก แม้ว่าในวัยนี้จากการสังเกตจะพบว่าเด็กจะมีจินตนาการที่น้อยลงก็ตามเด็กจะเรียนรู้ทักษะด้านการวางแผน การค้นหาสิ่งที่ถูกต้องและความจริง การเรียนรู้ที่จะมีความคิดสร้างสรรค์ด้านศิลปะเกิดขึ้นและคงอยู่ต่อไปจนกระทั่งเด็กโตเป็นผู้ใหญ่ หลังจากอายุ 8 ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มตระหนักถึงความรู้สึกของคนอื่นและพัฒนาจินตนาการที่ใกล้เคียงความเป็นจริง อายุ 8 ถึง 12 ปี เด็กพัฒนาจินตนาการมากขึ้น และสามารถใช้ทักษะนี้ในการสร้างสรรค์มากขึ้น หลังจากอายุ 12 ปี ความต้องการที่จะแสวงหาการผจญภัยมีมากขึ้น ความต้องการจะต่อต้านผู้ใหญ่ถูกบ่มเพาะขึ้นในวัยนี้และเกิดขึ้นต่อเนื่องไปจนถึงอายุ 14 ปี จินตนาการของเด็กจะเริ่มนึกถึงเรื่องของอนาคต เกิดการเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาอย่างซ้ำ ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดต่อไป แต่การยอมรับจากเพื่อนและธรรมชาติของวัยรุ่นที่ไม่มั่นคงทางใจจะเป็นอุปสรรคในการคิดอย่างสร้างสรรค์เด็กอายุ 16 ปี อายุ 18 ปีเต็มไปด้วยแรงบันดาลใจในการมองโลกในแง่ดีกับชีวิตมองศิลปะ และกิจกรรมทางสังคมมีความหมายต่อความเป็นอยู่ในวัยนี้จะพัฒนา



ความสามารถในการเชื่อมต่ออารมณ์อย่างมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนต่อไป หลังจากอายุ 18 ปีไปแล้วเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะเกิดการพัฒนามากขึ้นตามอายุเนื่องจากความแตกต่างของอาชีพและความต้องการในชีวิตของแต่ละคน เป็นไปได้ว่าคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์จะลดลงอย่างช้า ๆ มากน้อยต่างกันไปในแต่ละคน ขณะที่บุคคลต้องหยุดความคิดสร้างสรรค์เพื่อเผชิญกับการใช้เหตุผลที่หลากหลายขึ้น (Gupta, 1980, pp. 51-55)

Feldman and Piirto (1994) กล่าวถึง ความเกี่ยวข้องระหว่างปัจจัยภายในครอบครัว กับความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล เช่น อายุของพ่อแม่เมื่อมีบุตร ลำดับการเกิดของบุคคล การคาดหวังทางบทบาททางเพศของเด็ก พ่อแม่ส่วนมากแล้วจะมีความคาดหวังลูกชายและลูกสาวที่แตกต่างกัน และยังรวมถึงเรื่องของหน้าที่การงาน อาชีพของพ่อแม่ ศาสนา และความเชื่อต่าง ๆ ที่สมาชิกในครอบครัวยึดถือ สิ่งเหล่านี้สามารถส่งผลเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในบุคคลได้ทั้งสิ้น

### อุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้รายละเอียดไว้ ดังนี้

Simpberg (2007, p. 19) กล่าวว่า อุปสรรคที่ขัดขวางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์มี 3 ประการ คือ

1. อุปสรรคด้านการรับรู้ (Perceptual Block) อุปสรรคด้านการรับรู้ ได้แก่ การที่มนุษย์เราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้เป็นเหตุให้การแก้ปัญหาที่ดำเนินไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ถูกต้องชัดเจน เช่น

1.1 ความยากในการจำแนกปัญหาที่แท้จริงจากปัญหาทั่วไป ซึ่งเปรียบเสมือน นายแพทย์ที่พยายามรักษาคนไข้โดยไม่ทราบสาเหตุของโรคที่แท้จริง

1.2 การมองปัญหาแคบเกินไป ขาดการพิจารณาสภาพแวดล้อมของปัญหานั้น

1.3 ความสามารถที่จะเข้าใจคำจำกัดความหรือนิยามของปัญหานั้น เป็นเหตุให้การสื่อสารและความเข้าใจไม่ตรงกัน

1.4 ความไม่สามารถที่จะใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายในการสังเกต การสังเกตของคนนั้นสามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด คือ ตา หู จมูกและกายสัมผัสช่วยในการสังเกตได้

1.5 ความยากที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกันน้อย (Remote Relationship) ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

1.6 การมองข้ามสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เด่นชัด ซึ่งบางครั้งใช้พฤติกรรมความเคยชินกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยจนเป็นสาเหตุให้มองข้ามประเด็นที่น่าสนใจไป

1.7 ความล้มเหลวในการจำแนกเหตุและผล มีหลายสถานการณ์ที่ยากแก่การแยกแยะได้อย่างชัดเจนว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลแบบนั้น ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะไม่ด่วนสรุปสาเหตุและผลจนกว่าจะรู้แน่ชัดและเกิดความสมบูรณ์ก่อน

2. อุปสรรคด้านวัฒนธรรม (Cultural Block) เป็นผลเนื่องมาจากกฎเกณฑ์ของสังคม ซึ่งเป็นสิ่งกำหนดให้บุคคลต้องมีพฤติกรรมอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผน ทำให้มีผลต่อการสกัดกั้นความท้าทายต่อการคิดค้นในสิ่งใหม่ ๆ และความเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลอุปสรรคประเภทนี้ ได้แก่

2.1 ความต้องการทำตามแบบอย่างในกรอบที่ไม่แตกต่างจากผู้อื่นทำให้เกิดรูปแบบพฤติกรรมและการมองปัญหาที่คล้ายคลึงกัน กระบวนการหาวิธีแก้ไขปัญหายังยึดติดกับระเบียบแบบแผนมากไปทำให้บางครั้งไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2.2 การมุ่งเน้นในความประหยัด ซึ่งมีผลทำให้เกิดการตัดสินใจที่รวดเร็วเกินไปทำให้บุคคลไม่พยายามที่จะใช้ความคิดของตนในสิ่งที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับรูปแบบเดิม เพราะการกระทำเช่นนี้ต้องลงทุนทั้งเวลาและเงินมากขึ้นซ้ำยังไม่แน่ใจในความสำเร็จด้วย

2.3 ความกลัวที่จะเป็นคนที่ไม่สุภาพเรียบร้อย กลัวผู้อื่นเห็นว่าเป็นบุคคลที่น่ารำคาญ จึงทำให้ขาดความอยากรู้อยากเห็น ไม่กล้าซักถามหรืออภิปรายในสิ่งที่ตนยังไม่เข้าใจ ทำให้กลายเป็นคนที่ขาดจิตสำนึกแห่งการสืบค้น (Inquiring Mind)

2.4 การมุ่งเน้นในเรื่องการแข่งขันหรือความร่วมมือกันมากเกินไป บุคคลทั่วไปมักคิดว่าการร่วมมือกันนั้นแต่ละคนต้องลดความคิดของตนเองลง เพื่อให้สอดคล้องกับความคิดของกลุ่มหรือลดความขัดแย้งลง ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องนัก ความจริงความร่วมมือหมายถึงการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นได้โดยต้องสามารถอธิบายชี้แจงความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจหรือยอมรับได้ ส่วนการมุ่งแข่งขันจนเกินไปนั้นมีผลทำให้บุคคลมองข้ามเป้าหมายที่แท้จริงของงานนั้นไป โดยจะมุ่งเอาชนะเพียงอย่างเดียวทำให้ละเลยความคิดริเริ่มของตน

2.5 การยึดมั่นสถิติมากเกินไป การยึดมั่นในตัวเลขโดยไม่ได้พิจารณาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เข้าใจสภาพความเป็นจริงผิดไปได้

2.6 ความยากในการสรุปอ้างอิงพฤติกรรม ของแต่ละบุคคลเพราะแต่ละบุคคลก็มีพฤติกรรมเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง จึงเป็นการยากในการมอบหมายงานที่จะให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล

2.7 การยึดมั่นในเหตุผลและความจริงมากเกินไปหรือการหลงเชื่อความจริงในอดีตมากเกินไปมีผลทำให้บุคคลขาดความคิดสร้างสรรค์ได้ เช่น ถ้าเราเชื่อว่าพายุหิมะที่เบากว่าอากาศเท่านั้นที่สามารถบินได้บัดนี้ก็ยังคงไม่มีเครื่องบินใช้

2.8 การขาดความประนีประนอมในความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันเข้าด้วยกัน ซึ่งส่วนมากแล้วบุคคลส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มที่จะต่อต้านหรือไม่ยอมรับความคิดที่ไม่ตรงกับตน โดยสิ้นเชิงและจะยอมรับความคิดเห็นที่ตรงกับตนในทันที ลักษณะเช่นนี้มีผลทำให้ไม่เกิดความคิดใหม่ขึ้นมา

2.9 การมีความรู้เกี่ยวกับขอบข่ายงานที่ปฏิบัติมากหรือน้อยเกินไป บุคคลที่มีความรู้ น้อยหรือแคบเกินไปก็ไม่สามารถนำมาอภิปรายและสร้างสรรค์ให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ขึ้นมา เช่นเดียวกันกับบุคคลที่มีความรู้มากหรือเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ จะมีความรู้สึกว่าคุณคิดของตนถูกต้องดีกว่าผู้อื่นเสมอจึงไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเลย ลักษณะเช่นนี้ก็เป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลในองค์กรนั้น ๆ

2.10 การมีความเชื่อว่าความคิดฝันเป็นสิ่งไร้ค่า บุคคลจึงไม่ยอมรับฟังความคิดหรือฝัน ในสิ่งแปลกใหม่โดยเห็นว่าเป็นเรื่องเพ้อฝันไร้สาระ ซึ่งความเป็นจริงแล้วประดิษฐ์กรรมใหม่ ที่เกิดขึ้น นั้นส่วนใหญ่จะได้อมาจากความคิดฝันมาก่อนทั้งสิ้น

3. อุปสรรคด้านอารมณ์ (Emotional Block) อุปสรรคด้านอารมณ์จัดเป็นอุปสรรค ที่สำคัญประการหนึ่งทั้งนี้เพราะอารมณ์ของบุคคล ได้แก่ ความโกรธ ความกลัว ความรัก ความชอบ ความเกลียด เป็นต้น นับว่ามีความสำคัญต่อปัญหาและเหตุผล ถ้าบุคคลเกิดมีอารมณ์ในทางลบ ความสามารถทางปัญญาและความมีเหตุผลของคนนั้นก็ต่ำลง นั่นคือ อารมณ์เป็นตัวสกัดกั้น ความคิดและเหตุผลตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล อุปสรรคทางอารมณ์ที่สำคัญ ประกอบด้วย

3.1 ความกลัวที่จะทำผิดหรือทำในสิ่งที่ผู้อื่นมองเห็นว่าโง่ ด้วยความกลัวเช่นนี้จึงทำให้ สูญเสียความคิดที่ดี ๆ ไป เพราะเจ้าของความคิดไม่กล้าที่จะเสนอความคิดนั้นออกมาด้วยเกรงว่า จะถูกผู้อื่นมองเห็นว่าเป็นเรื่องไร้สาระ

3.2 การด่วนตัดสินใจ ยอมรับความคิดอันแรกที่เกิดขึ้นทันทีโดยไม่เปิดโอกาสค้นหา แนวทางอื่นที่แตกต่างออกไป ความจริงความคิดอันแรกอาจไม่ใช่ความคิดที่ดีที่สุดเสมอไป อาจมี ความคิดอื่นที่ดีกว่าได้ ถ้ายอมรับตั้งแต่ความคิดอันแรกแล้วจะเป็นการสกัดกั้นความคิดอื่นไป

3.3 การที่บุคคลยึดติดกับความคิดของตนเอง บุคคลส่วนมากมักจะยึดติดกับความคิด ความเชื่อของตนและยากที่จะเปลี่ยนแปลงตามความคิด หรือข้อเสนอแนะของบุคคลอื่นโดยจะต่อต้านความคิดที่ไม่ตรงกับความคิดของตนเอง

3.4 ความไม่อดทนอดกลั้นต่อการแสวงหาวิธีแก้ปัญหายที่ยุ่ยาก บุคคลทั่วไปส่วนมาก จะมุ่งหวังในผลสำเร็จไว้อย่างสูง เมื่องานนั้นประสบปัญหา ก็จะเกิดความคับข้องใจและมุ่งที่จะแก้ปัญหานั้น แบบหัวชนฝา ไม่พยายามที่จะรวบรวมสติและความคิดในการหาหนทางอื่น ๆ

3.5 ความต้องการความปลอดภัยสูงเกินไป ทุกคนมีความต้องการความปลอดภัยสูง แต่ถ้าสูงมากเกินไปก็ทำให้เราเป็นโรคประสาทได้ และเมื่อบุคคลต่างมุ่งไปที่ความปลอดภัยของตัวเอง แล้วก็จะมิผลทำให้ละเลยต่อโอกาสที่จะรับรู้สิ่งใหม่ ๆ ไปอย่างน่าเสียดาย

3.6 ความกลัวต่อการนิเทศแนะนำและไม่วางใจเพื่อนร่วมงาน ความรู้สึกเช่นนี้ทำให้บุคคลขาดความเชื่อมั่นและความไว้วางใจซึ่งกันและกัน เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการสกัดกั้นความสามารถในการแก้ปัญหาและการกระทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

3.7 การขาดความพยายามที่จะแก้ปัญหาโดยตลอดจนสามารถแก้ปัญหาให้ได้จนสำเร็จ บุคคลส่วนมากชอบที่จะดำเนินโครงการใหม่ ๆ และให้ความสนใจกับโครงการนั้นในระยะสั้น ๆ ในระยะยาวบุคคลมักขาดการเอาใจใส่ติดตามการแก้ไขปัญหาและหาวิธีการใหม่ ๆ มาดำเนินการ ให้โครงการบรรลุเป้าหมายได้ด้วยดี

3.8 การขาดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา สาเหตุเนื่องจากขาดผู้เห็นด้วยหรือขาดผู้สนใจในแนวทางแก้ปัญหาที่ตนได้เสนออาจเป็นเพราะไม่แน่ใจในแนวทางแก้ปัญหานั้น หรือมีความรู้ความเข้าใจไม่ดีพอจึงมีผลทำให้ผู้เสนอแนวทางแก้ไขขาดแรงจูงใจที่จะคิดต่อไป

#### การวัดความคิดสร้างสรรค์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ เกิดขึ้นโดยสมาคมจิตวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (American Psychological Association; APA) (Guilford, 1982, pp.151-154) ได้เสนอวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ในชีวิตประจำวัน (Everyday Subject) ด้วยการวัดทางจิตวิทยา (Psychometric Approach) โดยใช้แบบวัด (Paper-and-pencil tasks) นักจิตวิทยาทั่วไปให้การยอมรับในข้อเสนอของ Guilford เครื่องมือที่สำคัญของการวัดความคิดสร้างสรรค์ใช้เป็นแบบวัดชุดทดสอบแยกกัน (Divergent-Thinking Tasks) ใช้เป็นเครื่องมือหลักที่พัฒนาการวัดความคิดสร้างสรรค์ในปัจจุบัน จากแนวคิดดังกล่าวมีการพัฒนาเครื่องมือโดย Torrance (1974, pp.148-149) ใช้ชื่อแบบทดสอบนี้ว่าแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking) สร้างขึ้นโดยทอร์แรนซ์ ภายในขอบเขตและเนื้อหาทางการศึกษา ซึ่งเป็นโปรแกรมการวิจัยที่สนับสนุนการวัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้ตอบ โดยการกระตุ้นให้ผู้ทดสอบตอบข้อทดสอบทดสอบเน้นให้ผู้ตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์เกิดความสนุกสนานขจัดความกลัวสร้างความรู้สึกรอบอุ้มใจ แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่อนุบาลถึงระดับอุดมศึกษา แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ประกอบด้วย แบบทดสอบที่เป็นแบบภาษา (Verbal) Verbal Form A และ B แบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ (Figural) คือ แบบทดสอบรูปภาพ (Form A, B) (Torrance, 1966, pp. 198-203)

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Words) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ โดยให้ผู้ตอบแสดงความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 7 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม (Asking) ให้ผู้ตอบตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดมาให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ได้คำตอบที่ตนเองอยากรู้

กิจกรรมที่ 2 การเดาสาเหตุ (Guessing Causes) โดยให้เขียนเดาสาเหตุหรือเหตุการณ์ที่จะเกิดก่อนเหตุการณ์ในภาพให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 3 การเดาผลที่เกิดมา (Guessing Consequences) ให้เขียนผลหรือเหตุการณ์ที่เกิดต่อจากเหตุการณ์ในภาพ

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น (Product Improvements) ให้คิดดัดแปลงหรือปรับปรุงภาพข้างที่กำหนดให้เกิดเป็นภาพที่น่ารักหรือเป็นของเล่นที่สนุกสนานมาให้ได้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 5 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual Uses) ให้อธิบายประโยชน์ของกล่องกระดาษแข็งมาให้ได้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 6 การตั้งคำถามแปลก ๆ (Unusual Questions) ให้ตั้งคำถามแปลก ๆ เกี่ยวกับกล่องกระดาษแข็งมาให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล (Just Suppose) ให้คาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ที่สมมติขึ้นว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้างแล้วเขียนคำตอบมาให้ได้มากที่สุด

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Pictures) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อมี 2 แบบ คือ แบบ ก และแบบ ข ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน โดยกำหนดสิ่งเร้าให้มีลักษณะคล้าย ๆ กัน

2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ ก. ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction) ให้ผู้ตอบต่อเติมภาพจากรูปวงรีที่กำหนดให้ ทำให้เป็นภาพที่แปลกใหม่พร้อมทั้งตั้งชื่อภาพที่วาดด้วย

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) ให้ต่อเติมภาพเส้นในลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้จำนวน 10 ภาพ ให้ได้ภาพที่น่าสนใจมาให้มากที่สุดพร้อมทั้งตั้งชื่อภาพ

กิจกรรมที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Lines) โดยให้ต่อเติมภาพจากเส้นขนาน จำนวน 30 คู่ ให้ได้ภาพที่แปลกมาให้มากที่สุดแล้วตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

2.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ ข มีลักษณะคล้ายกับแบบทดสอบรูปภาพแบบ ก แตกต่างกันเฉพาะสิ่งเร้าที่กำหนดให้ คือ

กิจกรรมที่ 1 เป็นการวาดภาพ โดยให้ต่อเติมภาพจากรูปคล้ายไส้กรอกสีส้ม

กิจกรรมที่ 2 การวาดภาพให้สมบูรณ์ โดยให้ต่อเติมจากเส้นลักษณะต่าง ๆ ซึ่งต่างจากแบบ ก.

กิจกรรมที่ 3 การใช้วงกลม (Circles) โดยให้ต่อเติมภาพจากรูปวงกลม จำนวน 30 รูป แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์นั้น จะใช้ความเร็วในการทำแบบทดสอบเป็นเกณฑ์การพิจารณาโดยแต่ละกิจกรรมใช้เวลาทำ 5 หรือ 10 นาที

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์สามารถทำให้ทราบระดับความคิดของผู้ตอบซึ่งจะเป็นข้อมูลสารสนเทศในการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการและการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของบุคคลให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น ตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ ซึ่งเป็นลักษณะความคิดสร้างสรรค์แบบความคิดออกนอกนัย (Divergent Thinking) ประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นกระบวนการคิดและสามารถแตกความคิดจากเดิมไปสู่ความคิดแปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำของเดิม
2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วและมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาของ Torrance โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของผู้บริหารแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน
3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของผู้บริหารทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น คะแนนความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ สำหรับคะแนน

ความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหาร คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหาร  
ทั้งหมด

## ตอนที่ 2 ระบบประสาทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### สมองกับการทำหน้าที่ด้านความคิดสร้างสรรค์

สมอง (Brain) เป็นอวัยวะที่มีความสำคัญของร่างกาย มีหน้าที่เกี่ยวกับการจดจำ การคิด และความรู้สึกต่าง ๆ สมองประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Nuerons) มีประมาณ  $10^{11}$  เซลล์ประสาท แต่ละตัวมีเส้นใยประสาทที่เรียกว่า แอกซอน (Axon) และเดนไดรต์ (Dendrite) รับสัญญาณประสาท โดยผ่านกลไกกระแสไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Signaling) ส่งผ่านกระแสประสาท (Nerve Impulse) การที่เราจะคิดหรือจดจำสิ่งต่าง ๆ นั้นเกิดจากการส่งผ่านกระแสประสาทในสมอง ประสิทธิภาพการทำงานของสมองขึ้นอยู่กับความสามารถส่งผ่านกระแสประสาท โครงสร้างของสมอง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามทฤษฎีวิวัฒนาการของสมอง

สมองส่วนแรก อาร์เบรน (R-Brain) หรือสมองของสัตว์เลื้อยคลาน (Reptilian Brain) ไพรบรัม (Pribrum) อธิบายได้ว่าสมองของสัตว์เลื้อยคลานหรือสมองแกนหลัก (Core Brain) มีหน้าที่ขั้นพื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับการเต้นของหัวใจ การหายใจ และทำหน้าที่เกี่ยวกับประสาทสัมผัส การส่งงานให้กล้ามเนื้อเมื่อมีการเคลื่อนไหว สมองส่วนนี้ยังรับและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้จากสมอง หรือระบบประสาทส่วนถัดไปและทำให้เกิดเป็นระบบสนองอัตโนมัติทำให้เรามีปฏิกิริยาตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมโดยปราศจากอารมณ์ปราศจากเหตุผล เช่น สัญชาตญาณการมีชีวิตอยู่เพื่อความอยู่รอด ความต้องการอาหารและที่อยู่อาศัย เป็นต้น

สมองส่วนที่สอง คือ สมองส่วนลิมบิก (Limbic Brain) หรือสมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Old Mammalian Brain) คือ สมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในสมัยอดีตเป็นส่วนของฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) กลีบสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) และบางส่วนของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) มีหน้าที่เกี่ยวกับความจำ การเรียนรู้ พฤติกรรม ความสุข อารมณ์ ความรู้สึกขั้นพื้นฐาน เช่น ชอบ ไม่ชอบ ดี ไม่ดี โกรธหรือมีความสุข เศร้าหรือสนุกสนาน รักหรือเกลียด สมองส่วนลิมบิก (Limbic Brain) จะทำให้คนเราปรับตัวได้ดีตามสถานการณ์ที่เกิดมีความฉลาดมากขึ้นและสามารถเรียนรู้โลกได้กว้างขึ้น สมองส่วนที่สลับซับซ้อนทำให้คนเรามีความสามารถในการปรับตัว ปรับพฤติกรรมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ถ้าหากได้รับสิ่งกระตุ้นที่ไม่ดีเข้ามาสมองส่วนนี้จะแปลข้อมูลออกมาเป็นความเครียดหรือการไม่มีความสุข

สมองส่วนที่สามเรียกว่า สมองสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสมัยใหม่ (New Mammalian Brain) คือ สมองใหญ่ (Cerebrum) ทั้งหมดโดยเฉพาะบริเวณพื้นผิวของสมอง (Neocortex) ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด การเรียนรู้ สติสัมปชัญญะและรายละเอียดที่สลับซับซ้อน มีขนาดใหญ่กว่า

สมองอีก 2 ส่วนถึง 5 เท่าด้วยกัน สมองส่วนนี้เป็นศูนย์รวมเกี่ยวกับความฉลาด ความคิดสร้างสรรค์ การคำนวณ ความรู้สึก ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ความรัก ความสนใจและความเจริญธรรม เป็นสมองส่วนที่ทำให้มนุษย์รู้จักคิดและหาหนทางเอาชนะธรรมชาติหรือควบคุมสิ่งแวดล้อมในโลก

โครงสร้างสมองสามส่วน เมื่อประกอบกันทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องจึงเรียกว่า ระบบประสาทกลาง (Central Nervous System: CNS) มีวิวัฒนาการมาจากยุคดึกดำบรรพ์จนถึงปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ได้รับมาจากบรรพบุรุษและเป็นสิ่งที่ทำให้เราสามารถประสบความสำเร็จในชีวิต อย่างไรก็ตามตามที่ควรที่จะพิจารณาไว้เสมอว่า สมองเรายังมีความสามารถอีกมากในส่วนที่ยังไม่ได้พัฒนาหรือยังมีโอกาสที่จะพัฒนาไปได้อีกมาก ประสบการณ์หรือการกระทำของเรารวมถึงความรู้สึกนึกคิด พฤติกรรม กิจกรรมทั้งหลาย การหลับ การตื่น ความฝัน ล้วนขึ้นอยู่กับสมองทั้งสามส่วนนี้ทั้งสิ้น ระบบสมองสามส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าธรรมชาติสามารถสร้างโครงสร้างใหม่และโครงสร้างที่สลับซับซ้อนขึ้นบนพื้นฐานของโครงสร้างเก่า ๆ ซึ่งเปรียบเสมือนเซลล์ง่าย ๆ ที่ได้ผสมผสานตัวเองเข้าไปในสิ่งมีชีวิตที่มีหลายเซลล์เป็นการเปลี่ยนหรือวิวัฒนาการจากสัตว์เซลล์เดียวไปสู่เป็นสัตว์หลายเซลล์

สมองส่วนอาร์เบรน (R-Brian) ยังมีหน้าที่เกี่ยวกับการหลับการตื่นทำให้เรารู้สึกตัวอยู่ตลอดเวลา ถึงแม้ว่าสมองอาร์เบรนจะสามารถที่จะตอบสนองโดยตรงกับประสาทสัมผัสที่รับเข้ามา แต่ปฏิกิริยาส่วนใหญ่จะต้องผ่านสมองส่วนอารมณ์หรือสมองส่วนลิมบิก (Limbic Brain) เพื่อที่จะจัดเก็บความจำและทำให้เกิดการเรียนรู้ นอกจากนั้นแล้วสมองส่วนนี้ยังมีหน้าที่เกี่ยวกับภาษาอีกด้วย ซึ่งจะเกิดขึ้นก่อนที่เด็กทารกจะพูดได้ด้วยซ้ำ หากไม่มีสมองส่วนนี้เราจะไม่สามารถเขียน พูดหรือสื่อสารกับใครได้ ในกรณีที่มีมนุษย์เราไม่มีสมองส่วนใหม่หรือสมองนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) เราก็จะไม่สามารถคิดอะไรได้เลย ในอดีตเราคิดว่าสมองสองส่วนที่เก่าแก่ คือ อาร์เบรน (R-Brian) กับสมองส่วนลิมบิก (Limbic Brain) ไม่มีประโยชน์เป็นสิ่งที่มีความหลงเหลือมาจากวิวัฒนาการและการศึกษางานส่วนใหญ่ของสมอง สิ่งที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นที่บริเวณสมองส่วนใหม่ เรียกว่า นีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) แต่จากการวิจัยใหม่ ๆ ค้นพบสิ่งตรงกันข้ามกับในอดีตโดยให้คำอธิบายไว้ว่า ประสบการณ์ในชีวิตของเรามาจากการทำงานของสมองสองส่วนนี้ด้วย

สมองของคนเราทำงานตลอดเวลาไม่ว่าจะหลับหรือตื่น แต่การทำงานในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน การทำงานของสมองขึ้นอยู่กับเซลล์ประสาทที่มีอยู่เป็นจำนวนแสนล้านเซลล์ เซลล์ประสาทเหล่านี้จะติดต่อเชื่อมโยงกันโดยใช้ระบบสารสื่อประสาท (Nuerotransmitters) และประจุไฟฟ้า เซลล์ประสาทตัวที่หนึ่งอาจจะยับยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทตัวที่สอง ในขณะที่เซลล์ประสาทตัวที่สองสามารถกลับกระตุ้นการทำงานของเซลล์ประสาทตัวที่สอง ไม่ว่าจะเป็นการกระตุ้นหรือการยับยั้ง จะทำให้เซลล์ประสาทส่งกระแสไฟฟ้าออกมาผลลัพธ์ที่อาจจะเป็นการกระตุ้นหรือยับยั้งก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารสื่อประสาทนั้น ๆ

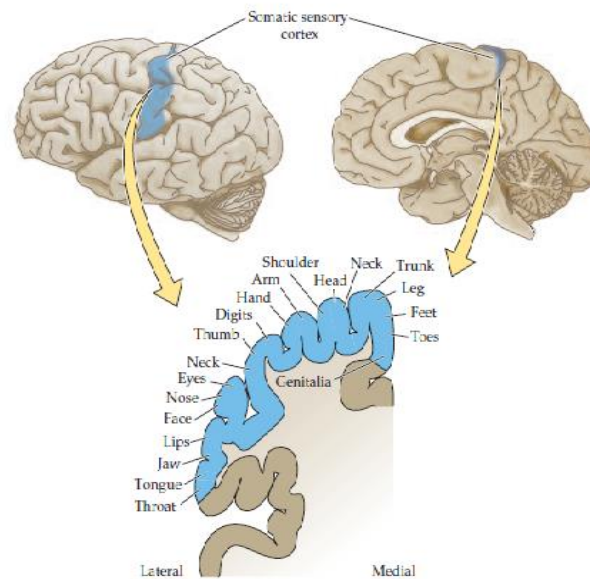


การทำงานของสมองจะทำงานกันเป็นกลุ่ม คือ เซลล์ประสาทจะมารวมกันเป็นกลุ่มและ เซลล์ประสาทเหล่านี้จะติดต่อกันทำให้เกิดการทำงานมีกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ถ้าหาก การทำงานและกระแสไฟฟ้านี้หยุดไปเซลล์ประสาทก็จะตายและจุดเชื่อมต่อระหว่างเส้นใยประสาท ของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ที่ติดต่อกัน จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและพลังงานกันก็จะตายไปด้วย สำหรับสมองส่วนที่เกี่ยวกับความคิดจะมีการจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ประสาทเป็นล้านล้านกลุ่ม ที่เดียว ซึ่งจะติดต่อกันด้วยเส้นใยประสาทโดยเซลล์ประสาท แต่ละตัวจะมีเส้นใยประสาทติดต่อกับเซลล์ประสาทอื่น (Axon) เป็นจำนวนมากการสื่อสารระหว่างเซลล์ประสาทและระหว่างกลุ่มเซลล์ ประสาท (Neuron Nuclei) มีผลต่อสมองทั้งสมองโดยรวมกลไกการทำงานของสมองนี้เกิดขึ้นอยู่ ตลอดเวลาเมื่อมีการกระตุ้นทั้งรับข้อมูลเข้าและส่งข้อมูลออก

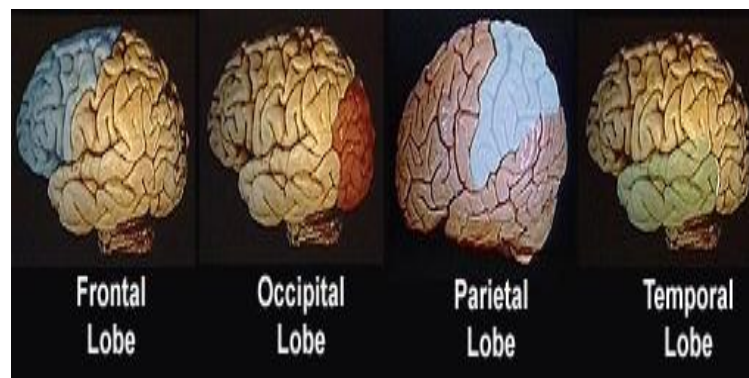
### ประสาทรับความรู้สึก

ประสาทรับความรู้สึกมีหลายแบบ ได้แก่ ความรู้สึกสัมผัสเบา (Light Touch) ความรู้สึก สัมผัสอย่างรุนแรง ความรู้สึกอุณหภูมิร้อนเย็น (Temperature) หรือความรู้สึกเจ็บปวด (Pain) เช่น ถูกเข็มฉีดยา ถูกมีดบาดตามร่างกายหรือถูกหยิก ซึ่งเส้นประสาทต่าง ๆ ที่นำความรู้สึกเหล่านี้ จะมีขนาดแตกต่างกันด้วย ความรู้สึกและการสัมผัสเบา ๆ จะนำโดยเส้นประสาทขนาดใหญ่ที่มีไขมัน ห่อหุ้มมาก ในขณะที่ความรู้สึกเจ็บปวดนำโดยเส้นประสาทขนาดเล็กที่มีไขมันห่อหุ้มน้อย หรือไม่มีเลย ผิวหนังของคนเราจะมีประสาทรับความรู้สึกต่าง ๆ และนำส่งต่อไปยังเส้นประสาทผ่านไขสันหลังขึ้นไปยังก้านสมองและขึ้นไปถึงสมองส่วนใหม่หรือนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) ส่วนที่เรียกว่า สมองกลีบ บน (Parietal Lobe) สมองข้างซ้ายจะรับความรู้สึกจากร่างกายและใบหน้าทางซีกขวา ขณะที่สมอง ข้างขวาจะรับความรู้สึกจากร่างกายและใบหน้าทางซีกซ้าย ในสมองคนเราจะมีแผนที่ว่าส่วนของ สมองจะรับความรู้สึกจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ดังปรากฏในภาพที่แสดงถึงพื้นที่สมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับประสาทรับความรู้สึก ในภาพที่ 2 และส่วนของกลีบสมองส่วนต่าง ๆ ในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่ของสมอง ที่เกี่ยวข้องกับการตีความรับรู้ความรู้สึก (Sensory Primary Area)  
ที่มา: (Purves, 2010, p.108)



ภาพที่ 3 แสดงส่วนของสมองในกลีบสมองส่วนต่าง ๆ ทั้งสี่พู ได้แก่สมองพหุหน้า (Frontal Lobe) สมองพหุหลัง (Occipital Lobe) สมองพหุบน (Parietal Lobe) สมองพหุขมับ (Temporal Lobe) ที่มา: (Purves, 2010, p. 108)

พัฒนาการการรับสัมผัสของมนุษย์เป็นไปตามช่วงวัย โดยการควบคุมการทำงานพื้นฐานของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อในเด็กแรกคลอดจะมีพฤติกรรมอย่างไม่มีวัตถุประสงค์ กล่าวคือ เด็กอายุ 1-2 เดือน จะไม่ไขว่คว้าของเล่นแต่จะมีการเคลื่อนไหวของ แขน ขา มือและเท้า ซึ่งสมองส่วนเปลือกสมองส่วนความรู้สึก (Sensory Motor Area) สมองส่วนทาลามัส (Thalamus) และสมองส่วนเบซาลแกงเกลีย (Basal Ganglia) ที่มีเส้นใยประสาทและไขมันค่อนข้างครบถ้วนเมื่อแรกคลอด จะทำหน้าที่พื้นฐานและเมื่อเด็กโตขึ้นสมองมีการเจริญเติบโตพัฒนาการเพิ่มขึ้นก็จะมีการทำงานอย่าง

มีวัตถุประสงค์ เช่น เด็ก 4 - 5 เดือนก็จะเริ่มไขว่คว้าของเล่น มีความจำเป็นต้องอาศัยการประสานงานของประสาทการเห็นและการทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ที่ติดกับสมองส่วนบน (Parietal Lobe) จะควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อของร่างกาย เช่น สั่งให้ยกมือขึ้นไปจับของเล่น การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อก็เป็นเช่นเดียวกับประสาทการรับรู้สีกโดยที่จะมีแผนที่ในสมอง สมองข้างซ้ายจะควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อข้างขวา ส่วนสมองข้างขวาจะควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อข้างซ้ายรวมถึงกล้ามเนื้อใบหน้า การหลับตา การขยับปากและแขนขาด้วยเช่นกัน บุคคลที่มีเส้นเลือดสมองอุดตัน เป็นพยาธิสภาพของโรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular Disease) ทำให้เลือดไม่สามารถไปเลี้ยงสมองบางส่วนได้ สมองส่วนนั้นก็จะหยุดทำงานส่งผลให้มีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ ไม่สามารถจะขยับแขนขาข้างตรงข้ามกับสมองที่ขาดเลือดได้ การทำงานของกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ และการทำงานของกล้ามเนื้อมัดเล็ก ตัวอย่างการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น การเดิน การยกมือ การขยับแขนขา การขึ้นลงบันได การปั่นจักรยาน ในขณะที่การทำงานของกล้ามเนื้อมัดเล็กจะเกี่ยวข้องกับการเขียนหนังสือ การติดกระดุม การผูกเชือก การวาดรูป การทำงานฝีมือ การทำงานเหล่านี้ถ้าหากขาดการฝึกฝนตั้งแต่เล็กก็จะทำให้ไม่มีทักษะนั้น ๆ ซึ่งอาจจะเป็นทักษะการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่หรือทักษะการทำงานของกล้ามเนื้อมัดเล็กก็ได้

### การมองเห็น

Maturana and Valara (1991, p. 88) ได้ศึกษาการทำงานของสมองต่อการมองเห็น พบว่าสมองจะต้องอาศัยการมองเห็นภาพ และจะส่งสัญญาณไปที่สมองกลีบหลังหรือส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) ด้วยเส้นประสาทตาดังนั้นสมองส่วนของการมองเห็นนี้ซึ่งอยู่ทางด้านหลังของสมอง จะพัฒนาโครงสร้างที่จะตอบรับภาพโดยการแปลภาพที่เห็นออกมาให้มีความหมาย อาศัยสมองในส่วนนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) และสมองส่วนหน้าการมองเห็นเป็นการทำงานที่ละเอียดอ่อนของระบบประสาทที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น พบว่าประสาทตามีเส้นใยประสาท 1 ล้านเส้นใยประสาทเมื่อเปรียบเทียบกับประสาทหูซึ่งมีเส้นใยประสาทเพียง 50,000 เส้นใยประสาทเท่านั้น การมองเห็นว่าเริ่มด้วยข้อมูลหรือแสงไฟหรือภาพต่าง ๆ เข้าสู่สายตาดำเนินไปยังจอประสาทตาซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทตาดังนั้นเซลล์ประสาทก็จะส่งข้อมูลไปยังสมองที่เกี่ยวกับการเห็นหรือสมองส่วนหลัง (Occipital Lobe) โดยผ่านทางเส้นใยประสาทผ่านรอยประสานประสาท (Synapse) ทำให้เกิดปฏิกิริยาการส่งผ่านสารสื่อประสาทและเกิดกระแสประสาทขึ้น การมองเห็นภาพเป็นส่วนหนึ่งของความคิด แม้กระทั่งคนตาบอดมาตั้งแต่กำเนิดก็สามารถจะคิดและจินตนาการรูปภาพได้ การมองเห็นจึงขึ้นอยู่กับการทำงานของสมองหรือสมองที่กำลังทำงานอยู่ ในขณะที่เดียวกันสมองก็ตอบสนองต่อการมองเห็นเพราะว่าตากำลังทำงานอยู่ ยังค้นพบอีกว่าสมองพยายามที่จะสร้างแผนที่เกี่ยวกับการมองเห็นขึ้นมาในสมองโดยเฉพาะถึงแม้ว่ามีส่วนใดส่วนหนึ่งขาดไป เช่น ถ้าหากเรามอง

รูปภาพวงกลมมีเส้นโค้งขาดเป็นช่วง ๆ สมอาก็จะพยายามเอาข้อมูลมาใส่ตรงช่องว่างที่หายไปทำให้เกิดภาพของวงกลม การเห็นภาพต่าง ๆ ของเราเกิดจากตาประมาณร้อยละสิบ ในขณะที่อีกร้อยละแปดสิบเกิดจากการทำงานของสมองส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเห็น ข้อมูลเกี่ยวกับการเห็นซึ่งจะส่งไปรวมกันที่ศูนย์กลางของการเห็นที่อยู่ตรงส่วนกลางของสมองในส่วนที่เรียกว่า แลทเทอโรลเจนิคูลาท นิวเคลียส (Lateral Geniculate Nucleus: LGN) ซึ่งเป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวกับการเห็นและยังพบว่า มนุษย์เรามองเห็นผลสัมเป็นสีส้มได้แม้ว่าในขณะที่นั้นจะไม่มีคลื่นแสงที่ทำให้เกิดสีส้มเลยก็ตามเพราะสมองได้เก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้ก่อนแล้วและแปลผลออกมาเป็นสีส้ม

จากการทดลอง Jenellen and Urban (2004) พบว่าในขณะที่เรามองหน้าคนคนหนึ่งสมองของเราส่วนที่มองเห็นใบหน้าจะแปลภาพออกมาว่านี่คือ ใบหน้าและสมองส่วนอื่นแปลสีหน้าของบุคคลนั้นว่าเป็นอย่างไร เช่น มีความสุข เศร้าหรือโกรธ ในขณะที่สมองอีกส่วนก็จะเชื่อมข้อมูลว่าคนหน้าตาแบบนี้คือใครแล้วเอาข้อมูลต่าง ๆ มาผสมกันออกมาว่าคนหน้าตาอย่างนี้คือใคร ชื่ออะไร กำลังดีใจ เสียใจ หรือมีอาการ ในวัยเด็กสามารถตอบสนองต่อวัตถุที่สัมผัสก่อนจะเห็นวัตถุนั้น โดยข้อมูลจากประสาทสัมผัสอื่นที่ไม่ใช่สายตาก็สามารถส่งข้อมูลเข้าไปในสมองส่วนต่าง ๆ ที่เป็นแผนที่สมองและช่วยให้สมองสร้างภาพได้ เช่น การสร้างภาพหรือการมองเห็นภาพจึงเกิดจากสมองส่วนใดส่วนหนึ่งทำงาน เช่น ถ้าเป็นภาพที่ต้องใช้ความคิดสมองส่วน นีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) ก็จะทำงานแต่ถ้าภาพนั้นเป็นภาพที่เคลื่อนไหวตลอดเวลาหรือเป็นภาพเกี่ยวกับอารมณ์ สมองส่วนที่เกี่ยวกับอารมณ์หรือลิมบิกเบรน (Limbic Area) ก็จะทำหน้าที่หรือถ้าเป็นภาพที่ค่อนข้างจะคงที่ข้อมูลเข้ามาทางสายตาสู่ประสาทตาโดยตรงจะทำงานโดยสมองอาร์เบรน (R-brain) นอกจากนั้นสมองยังมีความสามารถที่จะตั้งใจจดจ่อหรือเลือกมองเห็นเฉพาะสิ่งที่สนใจเท่านั้นแม้ว่าสิ่งนั้นจะอยู่ท่ามกลางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ก็ตาม

Jenellen and Urban (2004) จากมหาวิทยาลัยชิคาโก พบว่า เด็กอายุ 20 เดือน ถ้าหากมีแม่มีลักษณะเป็นคนพูดหรือคุยเก่งเด็กก็จะสามารถรับรู้คำศัพท์มากถึง 131 คำ มากกว่าเด็กที่แม่มีลักษณะที่พูดหรือคุยไม่เก่ง เมื่อตอนยังเป็นทารกในครรภ์เซลล์ประสาทก็มีความไวต่อการได้ยินและช่วงอายุครรภ์ประมาณ 4 เดือนครึ่ง อวัยวะที่เกี่ยวกับการได้ยินจะมีการพัฒนาการจนสมบูรณ์แบบแล้วสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) ซึ่งอยู่ด้านข้างของสมองทั้งซ้ายและขวาเป็นสมองส่วนที่สำคัญที่สุดเกี่ยวกับการได้ยิน คือ มีหน้าที่ทำงานเกี่ยวกับการได้ยิน จากการค้นคว้าพบว่าในสมองของเด็กแรกเกิดสมองส่วนนี้ประกอบด้วยไขมันหล่อหุ้มเส้นใยประสาทเรียบร้อยแล้ว ในขณะที่สมองส่วนอื่นยังเริ่มสร้างไขมันหรือมีส่วนของมันสมองล้อมรอบเส้นใยประสาททารกในครรภ์ไม่เพียงได้ยินเพียงอย่างเดียวแต่ยังสามารถที่จะพยายามเลียนเสียงหรือเรียนรู้เกี่ยวกับคำพูดและพยายามขยับกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการออกเสียงด้วย โดยเฉพาะในลักษณะของการร้องไห้ด้วยซึ่งทำให้เด็กสามารถร้องไห้ได้ทันที เมื่อหลังคลอดออกมา คลื่นเสียงที่มาจากที่อื่น ๆ หรือรับมาจากประสาทส่วนอื่นจะส่งไปที่กลุ่มของประสาท

สัมผัสที่อยู่ด้านในสุดของหู คลื่นเสียงที่ส่งผ่านเข้าไปนี้จะปรับเปลี่ยนคลื่นที่มีอยู่แล้วตามปกติทำให้เกิดเป็นคลื่นรูปต่าง ๆ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ 1. คลื่นที่มีความถี่คงที่ 2. คลื่นที่มีความถี่เปลี่ยนแปลงไปมาตลอดเวลา และ 3. คลื่นที่เป็นผลลัพธ์ระหว่างสองคลื่นแรกหลัง จากมีการปรับตัวแล้ว คลื่นทั้งสามแบบนี้จะทำให้เกิดภาพลักษณะออกมาเป็นความสูง ความลึกและความกว้าง สมองสามารถอ่านหรือแปลข้อมูลของแสงและเสียง จากข้อมูลที่มีอยู่แล้วในแผนที่ในสมอง เช่น ถ้าเราอยู่ในห้องมืด ๆ และได้ยินเสียงจุดไม้ขีดไฟ เราจะมีความรู้สึกว่าได้กลิ่นกำมะถันและเห็นแสงไฟ หมายความว่า ในโลกที่เรา รู้จักนี้เราสามารถจะบอกตำแหน่งหรือความเป็นไปของสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ได้ จากเหตุผลทั้ง 3 ประการนี้ คือ หนึ่งข้อมูลหรือคลื่นกระแสไฟฟ้าจากสมองของเราเอง สองข้อมูลหรือคลื่นหรือกระแสไฟฟ้าจากโลกภายนอกที่เข้ามาและสาม คือ ผลรวมระหว่างคลื่นทั้งสอง ผลลัพธ์ของกระแสไฟฟ้าสูงสุดท่ามกลางเซลล์ประสาทเหล่านี้สามารถวัดได้จากประสาทสัมผัสทั่วร่างกาย

สมองส่วนลิมบิกหรือระบบลิมบิก (Limbic System) เป็นสมองส่วนอารมณ์สามารถจะตอบสนองต่อคลื่นเสียงต่าง ๆ ที่เข้ามาถึงตัวเราด้วยการอาศัยการทำงานร่วมกับนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) หรือสมองส่วนใหม่โดยการแปลคลื่นเสียงออกมาโดยตรง สมองส่วนลิมบิกเบรนหรือสมองส่วนอารมณ์กับสมองส่วนอาร์เบรน มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด สมองส่วนลิมบิกเบรน (Limbic Area) จะรับรายงานจากสมองส่วนอาร์เบรน ขณะเดียวกันก็ส่งข้อมูลไปที่นีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) ด้วยผลลัพธ์ของการติดต่อระหว่างสมองส่วนต่าง ๆ นี้จะส่งไปที่ประสาทรับการได้ยินและการทรงตัวที่หูส่วนใน ซึ่งทำให้บอกได้ว่าเสียงต่าง ๆ ที่ได้ยินมาจากที่ใด การได้ยินนี้เปรียบได้กับการเห็นจากสายตาเราและจะส่งรูปภาพเข้าไปยังในสมอง จากนั้นแล้วสมองก็จะใส่ข้อมูลลงไปตามช่องว่างและส่งข้อมูลกลับออกมาทำให้เรามองเห็นภาพครบบริบูรณ์

#### สมองกับความฉลาดและความคิด

ในปัจจุบันพบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏว่า ความฉลาดและความคิดมีความเกี่ยวข้องกับสมองส่วนใหม่ ที่เรียกว่านีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) ทำหน้าที่เกี่ยวกับความฉลาดและความคิด แต่ทั้งนี้และทั้งนั้นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมยืนยันถึงความเชื่อมโยงโครงสร้างของสมองส่วนอื่น ๆ อีก

ความฉลาด (Intelligence) เป็นสิ่งที่เราใช้ในการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ หรือเป็นสิ่งที่มาจากสมองและความรู้สึกนึกคิด ถ้าสมองยิ่งสลับซับซ้อนมากและพัฒนาได้สมบูรณ์สมองจะมีความสามารถที่จะเรียนรู้และมีประสบการณ์มากขึ้น ขณะเดียวกันก็จะเก็บข้อมูลใส่กลับเข้าไป ในสมองทำให้สมองมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ประสบการณ์ที่เราได้มานั้นทำให้พฤติกรรม การตอบสนองของเราต่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย เซลล์ประสาทสามารถที่จะเก็บข้อมูล แปลข้อมูลที่เข้ามาเป็นกระแสประสาทแล้วเก็บไว้เป็นประสบการณ์อยู่ในสมอง เปรียบได้กับคลื่นไฟฟ้าที่โทรทัศน์รับเข้ามาแล้วแปลงออกไปเป็นภาพบนจอประสาทตาให้เราเห็น คลื่นสมองหรือคลื่นไฟฟ้าในสมองจะเป็นตัวกำหนด

ลักษณะของสิ่งที่เรารับรู้ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะทางกายภาพ สติปัญญา อารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดและอื่น ๆ ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ ยังสามารถสร้างสนามกระแสไฟฟ้าที่เฉพาะเจาะจง เช่น สนามกระแสไฟฟ้าที่มีความเฉพาะสำหรับคณิตศาสตร์ ดนตรี ศาสนาหรืออื่น ๆ ซึ่งจะรับแต่กระแสไฟฟ้าที่เหมือน ๆ กันเข้ามาอยู่ในสนามเดียวกัน ทฤษฎีของขั้นตอนที่ทำให้คนเราเกิดความคิด ที่นำไปสู่ความสำเร็จอย่างละเอียด ขั้นตอนแรก เริ่มจากคนเราเกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดโครงการ หลังจากนั้นจะประสบปัญหาที่พยายามหาทางแก้ไขปัญหา บางครั้งอาจจะเหนื่อยล้าจนหมดกำลังใจถึงกับคิดจะยกเลิกโครงการแต่ในที่สุดการแก้ปัญหาที่ดีและถูกต้องก็ผุดขึ้นมาเองโดยไม่คาดคิด ขั้นตอนเหล่านี้ อธิบายได้ว่า ในสมองของเราขณะที่เราเบื่อหน่ายและอยากจะทำสิ่งที่คิดไว้ จิตใต้สำนึกของเรา ก็ค่อย ๆ เอาชิ้นส่วนข้อมูลแต่ละอย่างมาประกอบกันเหมือนกับภาพต่อแล้วในที่สุดก็ได้คำตอบออกมา

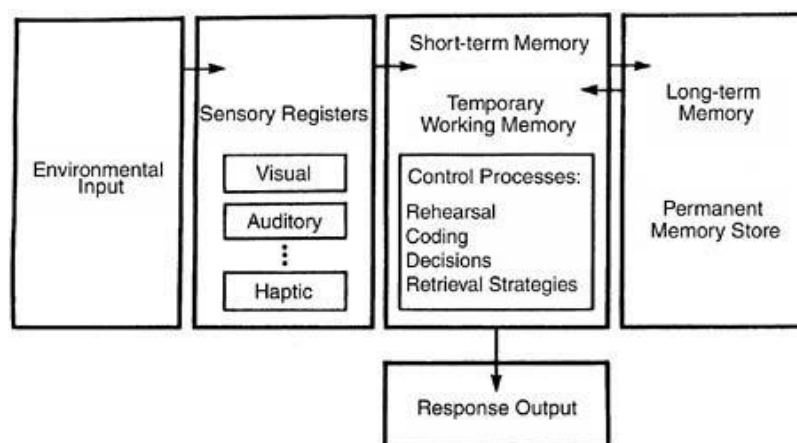
ความฉลาดหรือความสามารถเฉพาะด้านอย่าง เช่น ภาษาเกิดจากวงจรของกระแสประสาทของเซลล์ประสาทในสมองของเรานั่นเอง มาจากพัฒนาการของสมองที่นำข้อมูลจากสิ่งกระตุ้นและการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น ที่เก็บเข้ามาเป็นโครงสร้างของความรู้เหมือนเราเก็บข้อมูล (Save) ไว้ในคอมพิวเตอร์ซึ่งเราสามารถจะเรียกขึ้นมาใช้เมื่อไรก็ได้ ธรรมชาติจะค่อย ๆ ทำให้เรามีความสามารถหรือมีความฉลาดขึ้นเป็นลำดับตามช่วงเวลาของพัฒนาการหรือระยะเวลาที่เหมาะสม ถ้าหากเราดูแลในเรื่องของสติปัญญาหรือความฉลาดของตนเองไม่เหมาะสมโดยเร่งมากเกินไปหรือปล่อยปละละเลยไม่สนใจให้ได้รับการกระตุ้นอย่างเหมาะสมตามวัยจะทำให้เกิดปัญหาทางด้านสติปัญญาหรือความฉลาดได้ การพัฒนาสติปัญญาและความฉลาดจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดสภาพแวดล้อมหรือการดูแลที่ถูกต้องเหมาะสม ผู้ให้การดูแลควรมีความรู้ในการดูแลให้โอกาสได้รับการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลเข้าไปสร้างเป็นโครงสร้างความรู้ในสมอง แต่สิ่งสำคัญก็คือจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับวัยด้วยเป็นสำคัญ ถึงแม้ว่าเราไม่สามารถบอกได้ว่าความฉลาดอยู่ที่ส่วนใดของสมองแต่สมองข้างซ้ายและสมองข้างขวาก็จะมีส่วนร่วมในการทำงานที่เกี่ยวกับความฉลาดด้วย สมองข้างซ้ายและสมองข้างขวานอกจากจะควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและการรับประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกจากร่างกายในด้านตรงข้ามแล้วยังทำหน้าที่แตกต่างกันในเรื่องของการเรียนรู้ด้วยที่แตกต่างกันด้วย

สมองข้างซ้ายจะมีหน้าที่คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีสามัญสำนึก การจัดระบบ การดูแลรายละเอียดการทำงานจะต้องทำที่ละอย่าง การควบคุมเกี่ยวกับภาษา ตัวเลข สัญลักษณ์ต่าง ๆ การแสดงออกทางอารมณ์ (Expression) การวิเคราะห์การพูด การเขียน ซึ่งเป็นการทำงานของสมองขั้นสูง (Higher Brain Function) ส่วนสมองข้างขวามีหน้าที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ สัญชาตญาณ การสังเคราะห์ ศิลปะ ดนตรีและเรื่องของทิศทางเป็นส่วนที่ค่อนข้างผ่อนคลายที่เป็นจิตใต้สำนึกมากกว่าในขณะที่สมองข้างซ้ายเป็นส่วนที่อยู่ในจิตสำนึก สมองข้างขวาจะทำหน้าที่สร้างกระบวนการต่าง ๆ อย่างรวดเร็วสามารถทำอะไรหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกันซึ่งตรงกันข้ามกับ

สมองข้างซ้ายที่จะทำได้ทีละอย่าง สมองข้างขวาจะมองภาพแบบรวม ๆ ไม่เจาะจงรายละเอียดเหมือนสมองข้างซ้าย สมองข้างขวามีหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ เข้าใจ การตอบสนอง (Response) มากกว่า สมองข้างซ้ายที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการแสดงออกอย่างไรก็ตามการทำหน้าที่แต่ละอย่างของสมองทั้งสองข้างนั้น จะทำงานประสานกันแต่สมองข้างใดข้างหนึ่งอาจจะทำงานมากกว่าอีกข้างหนึ่ง เช่น เมื่อได้ยินเสียงดนตรีและรู้ว่านี่คือ เสียงดนตรี สมองข้างขวาจะทำหน้าที่แต่ความซาบซึ้งในเสียงเพลง ซึ่งสมองทั้งสองข้างจะทำงานพร้อมกัน การทำงานของสมองในสองข้างนี้ยังแตกต่างกันในเรื่องการหาความหมายของคำพูดมากกว่าความหมายของเสียงจากสิ่งแวดล้อม จากการทดลองที่จะดูว่าเสียงที่เป็นคำพูดและเสียงที่ไม่เป็นคำพูด เช่น เสียงที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดความแตกต่างของกระแสที่ประสาทในสมองและพบว่า เสียงที่เป็นคำพูดที่มีความหมายจะทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของกระแสประสาทในสมองข้างขวามากกว่าสมองข้างซ้าย แต่ถ้าใช้เสียงจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีความหมาย กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นในสมองข้างซ้ายมากกว่าในสมองข้างขวา

### ความจำ (Memory)

ความจำ (Memory) ของมนุษย์เราเป็นกระบวนการลำดับขั้นตอนความจำขณะทำงาน (Working Memory) เป็นผลมาจากความจำระยะสั้นจะนำข้อมูลที่ได้มาแล้ว ก็เอาข้อมูลนี้มาใช้ในการทำงานและจะส่งไปเก็บไว้ หากว่าเป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยเห็นหรือเรียนรู้มาก่อนการทำหน้าที่เป็นที่เก็บข้อมูลชั่วคราวในสมอง ข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพ เสียง กลิ่น ข้อมูลทุกอย่างจะถูกส่งมาที่สมองส่วนนี้ก่อน หลังจากนั้นถ้าหากไม่ถูกใช้ก็จะถูกลบทิ้งไปหรือหากต้องการเก็บไว้เป็นความจำระยะยาว ก็จะส่งต่อไปยังสมองส่วนลึกลงไปคือที่บริเวณฮิปโปแคมปัส (Hippocampus)



ภาพที่ 4 ระบบประสาทและกระบวนการบันทึกความจำของ: Atkinson-Shiffrin Memory Model: ทีมา (Atkinson and Shiffrin, 1971, p. 82.

### ระบบประสาทของความจำ

สมองส่วนหน้าที่เป็นความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) หรือเป็นเหมือนสมุดทดของสมอง หากพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่ไม่เคยเห็นมาก่อน เช่น พบคนแปลกหน้าสมองเราก็พยายามเก็บข้อมูลนี้ไว้โดยจะเกิดประจุไฟฟ้าที่สมองส่วนนี้แล้วส่งต่อไปยังสมองส่วนที่อยู่ลึกลงไปทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำระยะยาว (Long Term Memory) ซึ่งเมื่อเราต้องการพยายามนึกหน้าคนคนใดคนหนึ่งซึ่งเราจำได้ว่าเคยเห็นหน้ามาก่อนแต่จำไม่ได้ว่าชื่ออะไร กระแสไฟฟ้าจากสมองที่เก็บความจำระยะยาว (Long Term Memory) หรือสมองส่วนที่ลึกลงไปในสมองที่เก็บข้อมูลระยะยาวที่ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ทั้งสองข้างก็จะส่งกระแสไฟฟ้ากลับขึ้นมาที่ความจำขณะคิด (Working Memory) เพื่อบอกข้อมูลแล้วส่งต่อไปยังสมองส่วนอื่นที่จะบอกให้รู้ว่าคนคนนี้เป็นใคร

เราอาจเปรียบเทียบสมองเราเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลส่วนใหญ่ที่เรารับรู้อยู่ในลักษณะชั่วคราวหรือถ้าเทียบกับคอมพิวเตอร์ คือ แรม (RAM-Random Access Memory) นั่นเอง แต่ความจำระยะสั้นในสมองจะหายไปได้ในขณะที่ข้อมูลในแรม (RAM) ของคอมพิวเตอร์ยังคงอยู่ ความจำขณะคิดจะทำให้เราสามารถคิดเลขคณิตง่าย ๆ ในใจได้หรือจำตัวเลขง่าย ๆ ได้แต่ก็จำได้แค่ระยะสั้น ๆ เหมือนที่เราหมุนหมายเลขโทรศัพท์หลังจากนั้นเราก็จะลืมความจำระยะยาวก็เหมือนฮาร์ดไดรฟ์ (Hard Drive) ในคอมพิวเตอร์ทุกครั้งที่เราได้รับข้อมูลใหม่ ๆ เข้าไปกลุ่มของเซลล์ประสาทจะถูกกระตุ้น ถ้าหากว่าเราได้รับข้อมูลนั้นซ้ำ ๆ กลุ่มเซลล์ประสาทเดิมจะถูกกระตุ้นซ้ำ ๆ ก็จะทำให้เรามีความจำระยะยาวได้ แต่ถ้าหากเราได้รับข้อมูลนั้นเข้าไปเพียงครั้งเดียวและเราไม่ได้ใช้อีกเลยข้อมูลก็จะถูกลบเลือนหายไปแต่ข้อมูลในฮาร์ดไดรฟ์ของคอมพิวเตอร์ยังอยู่ มนุษย์สามารถเก็บข้อมูลที่ได้รับเข้ามาให้เป็นความจำระยะยาวได้ด้วยการท่องจำข้อมูลนั้นซ้ำ แต่การตัดสินใจจะเก็บข้อมูลหรือไม่ขึ้นอยู่กับสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) หรือสมองที่มีหน้าที่เกี่ยวกับอารมณ์ ทั้งข้างซ้ายและข้างขวา สมองส่วนนี้ทำหน้าที่เหมือนคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ที่เราจะกดให้เก็บข้อมูลหรือไม่เก็บข้อมูลและการที่ฮิปโปแคมปัสจะตัดสินใจจะเก็บข้อมูลนี้เป็นความจำระยะยาวหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ปัจจัยด้วยกัน ปัจจัยแรก คือ ข้อมูลนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอารมณ์หรือไม่ ปัจจัยที่สอง คือ ข้อมูลที่เข้ามาใหม่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่อยู่แล้วหรือไม่ซึ่งต่างจากคอมพิวเตอร์ คือ ถ้าเรามีการเก็บข้อมูลใหม่ไม่ว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วหรือไม่ คอมพิวเตอร์ก็จะเก็บข้อมูลไว้หมดแต่สมองเราไม่เป็นเช่นนั้น การที่เราเลือกเก็บข้อมูลที่น่าสนใจและเป็นสิ่งดีเพราะเราไม่สามารถเก็บทุกอย่างไว้ในสมองได้หมด ถ้าเราเก็บข้อมูลทุกอย่างไว้ในสมองทั้งหมดเราคงจะไม่สามารถมุ่งความสนใจหรือมีความตั้งใจกับสิ่งใดได้ ดังนั้น หน้าที่เลือกเก็บข้อมูลมีความสัมพันธ์กับสมองในส่วนฮิปโปแคมปัส สิ่งที่สำคัญมากก็คือ เมื่อคนเรามีอายุมากขึ้นสมองส่วนนี้จะค่อย ๆ ฝ่อไปหรือตายไป การทำงานของสมองจะมีความสามารถลดลง คนอายุน้อยจะมีความจำดีกว่าคนอายุมากถึงแม้ว่าความจำจะมีการเสื่อมสภาพเล็กน้อยแต่ก็ไม่มากพอที่จะลดประสิทธิภาพใน



การทำงานหรือในการใช้ชีวิตประจำวันลดลง คนที่มีความบกพร่องของความจำ เช่น โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's Disease) โรคของเส้นเลือดอุดตัน (Cerebral Artery Occlusion) ส่งผลทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองส่วนนี้ไม่เพียงพอก็จะทำให้มีอาการหลงลืมผิดปกติ (Dementia)

ภาษาเป็นสิ่งที่ทำให้มนุษย์แตกต่างจากสัตว์ กล้ามเนื้อของเรามีการเคลื่อนไหวตอบสนองต่อเสียงแบบอัตโนมัติซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่เป็นทารกในครรภ์ตั้งแต่อายุประมาณ 7 เดือน และหลังคลอดสมองก็มีความพร้อมที่จะทำงานได้ทันทีเพราะเส้นใยประสาทและระบบประสาททั้งหลายมีพร้อมอยู่แล้วต้องการเพียงแค่สิ่งกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมเท่านั้นก็จะเกิดการเรียนรู้ภาษาขึ้น มีคำถามว่ามนุษย์เรียนรู้ที่จะพูดได้อย่างไร สิ่งที่ต้องรู้ก่อนว่าสมองเกี่ยวกับการพูดทำงานอย่างไร การพูดของคนเราเกิดจากการทำงานของกลุ่มเซลล์ประสาทที่ติดต่อกันเพื่อสร้างคำพูดขึ้นมา ซึ่งแต่ละคำอาจจะมีความเกี่ยวเนื่องกับคำอื่น ๆ ด้วยเพราะฉะนั้นในกลุ่มเซลล์ประสาทที่สร้างคำพูดนี้ ยังแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อที่จะใช้เรียกคำแต่ละคำ ของแต่ละสิ่ง เช่น ผลไม้ ดอกไม้ หน้าตาหรืออื่น ๆ ด้วยการทำงานติดต่อกันของกลุ่มเซลล์ประสาททั้งหมดหรือระหว่างกลุ่มเซลล์ประสาทกลุ่มย่อย ๆ นี้ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ภาษาขึ้น นอกจากนั้นยังมีการใส่คำใหม่ ๆ เข้าไปในสมองหรือเรียนรู้คำใหม่ ๆ ตลอดเวลาซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มเซลล์ประสาทกลุ่มเก่ากับกลุ่มใหม่อยู่ตลอดเวลา การติดต่อไปมาอย่างนี้ในที่สุดสมองทุกส่วนก็จะล่วงรู้คำใหม่ เช่น ในคนที่มีอาการสมองอักเสบมีความผิดปกติในเซลล์ประสาทกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งทำให้เสียความสามารถในเรื่องของภาษาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเซลล์ประสาทกลุ่มนั้นจะส่งผลให้ไม่สามารถเรียกชื่อบางชื่อได้ เช่น ไม่สามารถจะเรียกดอกไม้ได้ เหตุผลเพราะการที่สมองอักเสบได้ทำลายกลุ่มเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในส่วนที่เรียกชื่อว่า ดอกไม้ ในเรื่องความเข้าใจภาษานั้น สังเกตได้จากการเรียนรู้ภาษาใหม่ ๆ ของเราคือ เมื่อเราได้รับการสอนให้อ่านออกแล้วเราสามารถเกิดความเข้าใจข้อความที่อ่านทั้งหมดแม้ว่าในข้อความนั้นอาจจะมีคำใหม่บางคำที่เราไม่เข้าใจแทรกอยู่ก็ตามโดยไม่จำเป็นต้องไปเปิดพจนานุกรมดูความหมายคำที่ไม่เข้าใจ สมองจะพยายามใช้ความเข้าใจจากประโยคทั้งหมดเพื่อจะแปลคำใหม่นี้หลังจากที่แปลคำใหม่ได้แล้วสมองจะพยายามเก็บคำใหม่นี้ไว้ในสมอง

ส่วนในเรื่องการออกเสียง จะพบว่าการออกเสียงที่เรียกว่าสัทศาสตร์ (Phonetic) คือการแปลงเสียงออกมาเป็นคำ ๆ ข้อมูลที่น่าสนใจว่าถึงแม้ภาษาที่คนทั่วโลกใช้จะมีเป็นพัน ๆ ภาษา แต่ว่าแต่ละภาษาสร้างขึ้นจากการแปลงเสียงออกมาเป็นคำ ๆ ประมาณแค่ 50 เสียงเท่านั้นซึ่งเหมือนกับเลขคณิตที่ใช้ตัวเลขเพียง 0 - 9 สำหรับการเขียนจะมีความสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย การทำงานของสมองในการเขียนยังต้องอาศัยการเชื่อมโยงของคำแต่ละคำเช่นเดียวกับการพูด นอกจากนั้นยังต้องอาศัยทักษะและการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อด้วย ความจริงเราไม่จำเป็นต้องสอนภาษาให้เด็กทารกหรือเด็กเล็ก ๆ เพราะการเรียนรู้ภาษาจะเป็นไปโดยอัตโนมัติเหมือนกับพันขึ้นแต่ที่สำคัญที่สุดคือ เด็กจะต้องอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีการพูดคุยและมีข้อมูลทางด้าน

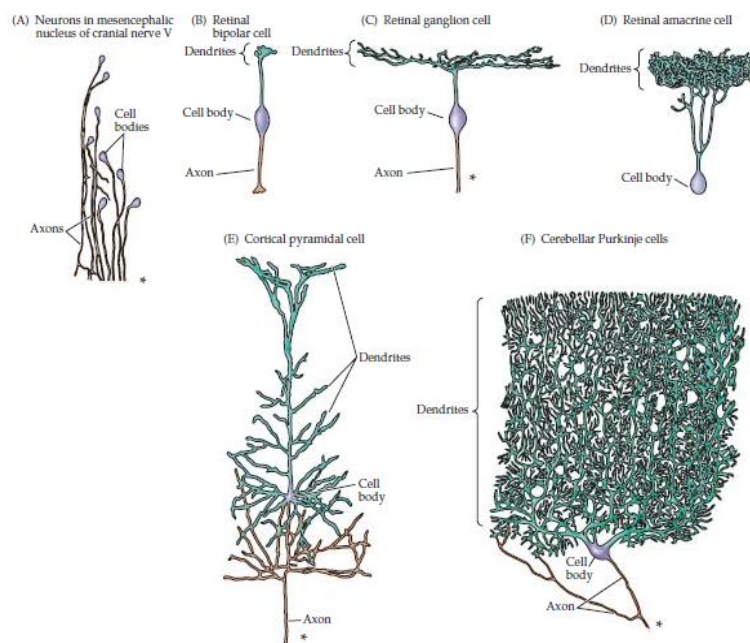
ภาษาป้อนเข้าไปอยู่ตลอดเวลา เด็กทารกที่มีแม่เป็นใบ้และหูหนวกจะไม่มี การเคลื่อนไหวของ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการพูดและไม่สามารถพูดได้จนกว่าจะได้รับการเลี้ยงดูจากคนเลี้ยงที่พูดได้ จะเห็นได้ ว่าธรรมชาติมีความสำคัญแต่สิ่งแวดล้อมก็มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ทางภาษาของมนุษย์

### ตอนที่ 3 ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics exercise) เกิดจากการกระตุ้นเซลล์ของร่างกาย ให้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การได้ยิน ได้มองเห็น การได้กลิ่น การลิ้มรสและการรับสัมผัส ทำงาน เชื่อมโยงกัน เมื่อฝึกออกกำลังสมองบ่อย ๆ สมองจะมีการหลั่งสารที่เรียกว่านิวโรโทรฟิน (Neurotrophin) เปรียบเหมือนอาหารสมองที่ทำให้เซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเดนไดรต์ที่ เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาททำงานดีขึ้น จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้เซลล์ประสาทเจริญเติบโตโดยปกติเซลล์ ประสาทของมนุษย์มีการเจริญเติบโตจนถึงอายุ 5 - 6 ปี หลังจากนั้นจะไม่มี การเพิ่มจำนวนของเซลล์ ประสาท และสามารถเพิ่มจำนวนของแขนงเซลล์ประสาทที่ได้ตลอดชีวิตทำให้มีการเชื่อมโยงของเซลล์ ประสาทมากขึ้น แขนงเหล่านี้ทำหน้าที่ในการรับและส่งสัญญาณประสาทไปยังเซลล์ต่าง ๆ รอบ ๆ เซลล์ประสาทเพื่อให้การทำงานของสมองเป็นไปตามปกติ การเพิ่มจำนวนของแขนงเซลล์ประสาทนั้น เกิดขึ้นจากการเรียนรู้และการทำงานของสมอง ถ้ามนุษย์เรามีการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ มากขึ้นก็จะมี การแตกแขนงของเซลล์ประสาทมากขึ้น ดังนั้นถ้ามนุษย์เรามีการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลาไม่ทำ อะไรซ้ำซากจะเป็นการกระตุ้นให้สมองมีการแตกกิ่งก้านสาขาของเดนไดรต์ (Dendritic Spine ) ส่งผลให้การทำงานของสมองดีขึ้น นิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) เป็นการออก กำลังสมองโดยการทำกิจกรรมที่เปลี่ยนไปจากที่เคยทำเป็นประจำแบบที่ไม่เคยทำหรือทำน้อยครั้ง การปรับเปลี่ยนไปทำให้สมอง ไม่เสื่อมเร็วก่อนวัยอันควรสามารถทำได้ง่าย ๆ ด้วยการฝึกทักษะการใช้ มือ เท้าและประสาทสัมผัสทั้งห้า ให้ได้รับข้อมูล และเคลื่อนไหวรูปแบบต่าง ๆ ทั้งรูปแบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ หรือแบบใช้อุปกรณ์ประกอบการเคลื่อนไหว โดยทำอย่างต่อเนื่องจนเกิดการเชื่อมโยง ของระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาทและสมองทุกส่วนทำงานประสานสัมพันธ์อย่างเป็นระบบ

จากหนังสือ Keep Your Brain Alive (Katz, 2002, pp. 231-233) ได้กล่าวถึง การฝึก ทักษะสมองแนวคิดนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ซึ่งค้นคว้าโดย ศาสตราจารย์ลอเรนซ์ ซี แคทซ์ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านประสาทวิทยาศาสตร์ (Neuroscientist) ชาวอเมริกันได้นำแนวคิดการออกกำลังกายแบบแอโรบิกส์ ที่ทำให้ร่างกายแข็งแรงด้วยการขยับกล้ามเนื้อหลาย ๆ ส่วนมาประยุกต์กลายเป็นวิธีบริหารสมองโดยใช้ ประสาทสัมผัส ไปกระตุ้นกล้ามเนื้อสมองหลาย ๆ ส่วนให้ขยับและตื่นตัวทำให้แขนงเซลล์ประสาท แตกกิ่งก้านสาขา เซลล์สมองสื่อสารกันมากขึ้นเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่สมองแข็งแรงขึ้น เป็นผลโดยตรง จากการออกกำลังกาย ได้แก่ โครงสร้างของสมองเกิดการพัฒนาและมีประสิทธิภาพในการทำงาน เพิ่มขึ้น ส่วนผลโดยอ้อมจากการออกกำลังกาย ได้แก่ ทำให้ร่างกายแข็งแรงมีพลัง จิตใจสดชื่น

แ่งมใส เกิดความสุข อารมณ์ดี ความจำดีขึ้น สมองหลังสารเ็นดอร์ฟิน (Endorphin) ซึ่งส่งผลดีต่อสมอง ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะเซลล์ประสาทที่พบในระบบประสาทของมนุษย์ ซึ่งแสดงส่วนของแขนงประสาทส่วนของเดนไดรต์ (Dendritic Spine) : ที่มา Neuro Science: (Third Edition, 2004, p 127)

นันทิกา ทวิชาชาติ (2551) ปัจจัยที่ทำให้เนื้อเยื่อเซลล์ประสาทเจริญเติบโตและเซลล์ประสาทแข็งแรง จะทำให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความจำ สมาธิ การรับรู้ที่ทำให้เกิดพฤติกรรมแสดงออก รวมไปถึงการทำงานระดับสูง คือ การคิด การแก้ไขปัญหา การตัดสินใจ และการวางแผนที่ดีขึ้น ทำให้การทำงานของสมองยังคงประสิทธิภาพดี แข็งแรงและชะลอความเสื่อมได้ หลักการทำงานของกรอกกำลังสมองหรือนิวโรบิคส์ เอ็กเซอร์ไซส์ เกิดจากการกระตุ้นให้ประสาทสัมผัสทั้งห้า (Sensory Organs) ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น การได้กลิ่น การลิ้มรสและการสัมผัสได้ทำงานเชื่อมโยงกันซึ่งสามารถทำทั้งหมดนี้ได้ด้วยการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันของเรา เพียงแค่เปลี่ยนวิธีดำเนินชีวิตในกิจวัตรประจำวันให้ต่างไปจากเดิมเท่านั้น

#### หลักการของนิวโรบิคส์ เอ็กเซอร์ไซส์ ประกอบด้วย

1. การเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวัน การทำกิจกรรมซ้ำแบบเดิมทุกวันทำให้สมองไม่ได้รับการกระตุ้นนานเข้าจะทำโดยจิตใต้สำนึก (Subconscious) สมองจะทำงานลดลงเซลล์สมองถูก

กระตุ้นลดลงนำไปสู่การฝ่อของเซลล์ นิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobic Exercise) จึงเริ่มจากเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวันง่าย ๆ เช่น เคยรับประทานข้าวหลังอาบน้ำให้เปลี่ยนแปลงเป็นรับประทานข้าวก่อนอาบน้ำ เพิ่มกิจกรรมใหม่ให้ตัวเองออกไปวิ่งตอนเช้า ปรุงอาหารเข้าด้วยตนเอง เปลี่ยนวิธีปฏิบัติ เช่น การใช้มือข้างที่ไม่ถนัดแปรงฟันหรือกดรีโมท ฟังวิทยุจากสถานีใหม่ที่ไม่เคยฟังบ้าง

2. การใช้ประสาทสัมผัสมากขึ้น ดึงความสามารถของประสาทสัมผัสทั้ง รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัสและอารมณ์มาใช้ให้มากที่สุด ใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไปโดยการงัดใช้ประสาทสัมผัสที่ใช้บ่อย เช่น ใช้มือคลำหาของแทนการมองหา สื่อสารด้วยท่าทางแทนคำพูด ผสมผสานประสาทสัมผัสทั้งห้า เช่น ดมกลิ่นหอมของดอกไม้ขณะฟังเพลง ลิ้มลองรสชาติไปพร้อมสุดดมกลิ่นของอาหาร กระตุ้นประสาทสัมผัส เช่น ใช้กลิ่นบำบัด จุดน้ำมันหอมระเหยขณะนวดตัว เล่นเกมฝึกสมอง เช่น เล่นไพ่ เล่นหมากรุก หมากล้อม

3. การท้าทายประสบการณ์ใหม่ การทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อนเป็นการกระตุ้นสมองอย่างดีและได้ใช้ประสาทสัมผัสทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอารมณ์เมื่อรู้สึกสนุกมีความสุขกับกิจกรรมใหม่ร่างกายจะหลั่งสารแห่งความสุข นอกจากนี้มีผลดีต่อสมองและต่อร่างกายทุกส่วนซึ่งอาจทำได้โดยเดินทางท่องเที่ยวหรือการไปสถานที่ใหม่ ๆ เจอคนใหม่ ๆ และการแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าทำให้สมองได้คิดวิเคราะห์แก้ปัญหามากขึ้น ทำงานอดิเรกใหม่ เช่น เล่นกีฬา งานฝีมือ เย็บปักถักร้อยหรือเลือกซื้อสินค้าในตลาดสดทำให้ได้พบปะผู้คนมากขึ้น พบปะสังสรรค์ การเข้าสังคมทำให้สมองได้แก้ปัญหามากขึ้นมีการสื่อสารระหว่างเซลล์สมองมากขึ้น เช่น เข้าร่วมกิจกรรมในครอบครัวเป็นสมาชิกชมรมหรือเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะประโยชน์

เมื่อเซลล์สมองส่วนใหญ่แข็งแรงก็จะทำให้เกิดความจำ การรับรู้และการทำงานของสมองระดับสูง คือ การคิดคำนวณ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ แก้ปัญหา การตัดสินใจและการวางแผนที่ดีขึ้นทำให้การทำงานของสมองยังคงประสิทธิภาพดีแข็งแรงและชะลอความเสื่อม เรียกว่าสมองแข็งแรงเหมือนการออกกำลังกายให้สมองจึงเปรียบเสมือนกองบัญชาการที่จัดการควบคุมการทำงานของร่างกายทุกส่วน (Wolfsont, 2002, pp. 187-203) กล่าวถึง การทำงานของระบบประสาทสัมผัส คือ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยิน การสัมผัส มีความสำคัญต่อการทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำ ทำให้สมองหลั่งสารซีโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟิน (Endorphine) ทำให้ความจำดีขึ้น มีผลต่อเส้นใยประสาททำให้แขนงเซลล์ประสาทแตกกิ่งก้านสาขา เซลล์สมองสื่อสารกันมากขึ้นช่วยในการกระตุ้นระบบประสาทของสมองให้เกิดการหลั่งสารสื่อประสาท โดยใช้กิจกรรมที่จะส่งผลต่อประสาทสัมผัสทั้งห้าเพิ่มการส่งผ่านของกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่ส่งผลต่อระบบประสาทอัตโนมัติ

### การบริหารสมองกับการเชื่อมสายใยสมอง

สมองส่วนที่ใหญ่ที่สุดเรียกว่า ซีรีบรัล คอร์เท็กซ์ (Cerebral Cortex) จะประกอบด้วย สมอง หรือ ซีรีบรัม (Cerebrum) กับสมองส่วนที่เรียกว่า สมองน้อยหรือซีรีเบลลัม (Cerebellum) อยู่ใต้สมองใหญ่ทำหน้าที่ควบคุมประสานการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยสมองน้อยทำงานประสานกับสมองใหญ่ทั้ง 2 ส่วนนี้ จึงมีเซลล์ประสาทอยู่มากที่สุด สมองส่วนซีรีบรัม (Cerebrum) หรือสมองใหญ่มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมมีรอยหยักเป็นร่องและมีลอนนูน (Gyrus) ทั่วไป มีร่องใหญ่มากที่ด้านบนตรงกลางกระหม่อม บริเวณตรงกลางนี้จะมีร่องแบ่งครึ่งออกเป็น 2 ซีกจากด้านหน้าไปหลังทำให้สมองแยกออกเป็นสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา สมองซีกซ้ายและซีกขวาไม่ได้แยกออกจากกันแต่มีเส้นใยเชื่อมอยู่ตอนกลางเรียกว่า คอร์ปัส คอลโลซัม (Corpus Collosum) จะเชื่อมโยงการทำงานของสมองด้านซ้ายและด้านขวาไว้ด้วยกัน ซึ่งเป็นเสมือนทางจราจรทำให้เกิดความถนัดหรือความเชี่ยวชาญด้านใดด้านหนึ่งซึ่งเป็นแผนที่ในสมองซีกใดซีกหนึ่งข้ามไปสู่การรับรู้ของสมองซีกตรงข้าม (พูนศรี รังสีขจี, 2552) เมื่อสมองเกิดการเรียนรู้เรื่องสิ่งใดเซลล์สมองจะรับข้อมูลผ่านเดนไดรต์ (Dendrite) เป็นจำนวนมากแล้วส่งข้อมูลผ่านออกทางปลายแอกซอน (Axon) ที่มีจุดเชื่อมต่อของเซลล์ เรียกว่า ซินแนปส์ (Synapses) ด้วยการกระตุ้นตุ่มปลายแอกซอน ให้หลั่งสารสื่อประสาทเพื่อส่งต่อสัญญาณและเกิดการเปลี่ยนถ่ายประจุที่ผนังเซลล์จำนวนมากจนเกิดสัญญาณไฟฟ้าแรงขึ้นเมื่อส่งไปถึงบนตัวเซลล์สมองแล้วส่งต่อสัญญาณให้ตัวอื่นทำงานร่วมกัน จนเป็นโครงข่ายใยประสาทของเซลล์ของเซลล์สมอง (Neural Networks) ทำให้เรารับรู้ จดจำ และตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กระทำหรืออารมณ์

กิจกรรมที่ทำให้สมองทั้ง 2 ซีกทำงานเชื่อมโยงประสานสัมพันธ์กัน เช่น การเต้นรำ เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้สมองทั้ง 2 ซีกให้ทำงานประสานกันทั้งสมองซีกซ้ายและซีกขวา สมองซีกซ้ายจะต้องทำความเข้าใจในทำนอง เนื้อร้องและคิดท่าที่ใช้เต้นรำ ส่วนสมองซีกขวาต้องเข้าถึงอารมณ์ ความรู้สึกในเพลงขณะที่เต้นรำอยู่ ภายในสมองเกิดวงจรการทำงานของประสาทส่วนการเคลื่อนไหว ร่างกาย การได้ยิน การมองเห็น การคิดและมีกลุ่มของเซลล์ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว เรียกว่า เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) ที่เข้าไปช่วยเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนไหว และมีสมองน้อยหรือซีรีเบลลัม (Cerebellum) ทำหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมการเคลื่อนไหวในการเต้นรำ ประสานการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รักษาสมดุลของท่าทางการทรงตัว การเคลื่อนไหวที่แม่นยำ การกะระยะ การจดจำแบบแผน การประสานงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ทักษะการเคลื่อนไหวในท่าเต้นรำต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการฝึกฝนเรียนรู้โดยสมองน้อยทำงานประสานกับสมองใหญ่ส่วนที่ควบคุม การเคลื่อนไหวร่างกาย ความคิดทางคณิตศาสตร์และภาษาที่ 2 เนื่องจากจังหวะของห้องเสียงเป็นตัวเลขทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้สามารถแยกแยะเสียงต่าง ๆ ได้ดี มีสมาธิ ทำให้ความจำดีเกิดสุนทรียภาพ มีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (วีรศักดิ์ เมืองไพศาล, 2552 หน้า

134 -137)

การฝึกทักษะการเคลื่อนไหว เช่น การเดินรำ จะใช้สมอง ซีรีบรัล คอร์เท็กซ์ โดยมีพื้นที่สมองเฉพาะส่วนถูกกระตุ้น แต่เมื่อมีการฝึกจนชำนาญสามารถที่จะเดินได้โดยไม่ต้องนึกถึงท่าต่าง ๆ ขณะเดียวกันก็สามารถคิดเรื่องอื่น ๆ ไปในขณะที่เดินอยู่ได้เป็นเพราะ เบซอล แกงเกลีย (Basal Ganglia) เป็นตัวสั่งการให้ทำโดยอัตโนมัติ สำหรับผู้ที่ต้องการบริหารสมองด้วยวิธีอื่นที่ไม่ถนัดเดินรำก็สามารถทำกิจกรรมง่าย ๆ ได้ เช่น การเล่นเกมกรุก หมากฮอส เกมโกะ โยคะรำมวยจีน การบริหารสมองก็สามารถกระตุ้นสมองให้เกิดผลทางตรงได้ คือ สมองส่วนต่าง ๆ ต้องคิดและวางแผน การตัดสินใจ สมมติเกิดการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อมือกับตา ส่วนการเชื่อมโยงกิจกรรมเหล่านี้จะเป็นการเชื่อมโยงถึงสมองส่วนการคิดแบบมีเหตุผลและมีมิติสัมพันธ์ (Antonio, Steven, & Jonathan, 2009, p. 107)

#### การทำงานของระบบประสาทสัมผัสตามทฤษฎีนิวโรบิคส์ เอ็กเซอร์ไซส์

การทำงานของระบบประสาทสัมผัส หมายถึง การจัดการและการจัดกระบวนการเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้มาจากระบบประสาทสัมผัสที่ต่างกันอย่างหนึ่งเพื่อนำข้อมูลไปใช้ระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์แบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยินและการสัมผัส การรับรู้ของประสาทสัมผัสจะช่วยให้มนุษย์ได้รับข้อมูลว่าร่างกายของคนเรามีปฏิสัมพันธ์กับโลกภายนอกและนำไปสู่การเรียนรู้ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นต่อเมื่อเรามีความสามารถที่จะรับรู้ข้อมูลที่ถูกต้องมีกระบวนการจัดการเรียนรู้อะไรรวมทั้งมีการใช้ข้อมูลการสัมผัสเพื่อการจัดการพฤติกรรม (Ayres, 2010, Dunn, 1999, p. 201-205)

Wolfsont (2002, pp. 187-203) กล่าวถึง การทำงานของระบบประสาทสัมผัส คือ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยิน การสัมผัส มีความสำคัญต่อการทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำ ทำให้สมองหลั่งสารซีโรโตนิน (Serotonin) และเอนโดฟิน (Endorphine) ทำให้ความจำดีขึ้น

Nancy and Jane (2002, p. 32) ให้ความหมายของการทำงานของระบบประสาทสัมผัส หมายถึง การตีความประสบการณ์และการตอบสนองอย่างเหมาะสมเป็นความสามารถของระบบประสาทส่วนกลางในการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับความรู้สึกหลายทาง ตั้งแต่การนำเข้า การดำเนินการและการตอบสนองอย่างเหมาะสม

สรุปได้ว่า การทำงานของระบบประสาทสัมผัส หมายถึง กระบวนการจัดการกับข้อมูล การรับและส่งข้อมูลของระบบประสาทส่วนกลางที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความรู้สึกและการเคลื่อนไหว การรับรู้ที่มีความจำเป็นต่อการรู้คิดหรือเขาวนปัญญาซึ่งเป็นพื้นฐานของความจำ การสื่อสาร พฤติกรรมและกิจกรรมในแต่ละวันสำหรับการทำงานที่ทำให้การทำงานสำเร็จ โดยปัจจุบันนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตอบสนองต่อความรู้สึกที่เหมาะสม ดังนั้นควร

เตรียมสมองให้มีความสมดุลในการทำงานและที่สำคัญอย่างยิ่งเป็นเพราะสมองเป็นอวัยวะในการควบคุมของความรู้สึกรั้งหมด

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ได้มีผู้วิจัยศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสมองในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพกับการให้รูปแบบการฝึกสมอง ดังต่อไปนี้

Sung, Chang and Abbey (2006) ได้ศึกษาการใช้ดนตรีบำบัดในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมที่มีปัญหาความเครียดและการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ จำนวน 36 คน โดยมีข้อมูลว่า ผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อมจะมีปัญหาอารมณ์หงุดหงิดฉุนเฉียวง่าย ปัญหาความจำ ปัญหาการนอนหลับและปัญหาการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ ผลปรากฏว่า การเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ดนตรีบำบัดสามารถลดระดับความเครียดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อม มีการเคลื่อนไหวที่ดีขึ้นสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำได้มากกว่าก่อนการใช้ดนตรีบำบัด ซึ่งการใช้ดนตรีบำบัดเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยเหลือและดูแลผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อม

Keith et al. (2007) ได้ศึกษารูปแบบการแก้ปัญหาของผู้ใหญ่ที่มีความผิดปกติของสมองในวัยเด็กโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยอายุ 30-60 ปี ที่มีความผิดปกติของสมองในวัยเด็ก ได้แก่ การได้รับการกระทบกระเทือนที่สมอง มีเนื้องอกที่สมองและมีปัญหาด้านเซวาร์ปัญญา จำนวน 42 คน รูปแบบการแก้ปัญหาความผิดปกติของสมอง ประกอบด้วย การให้ผู้มีความผิดปกติทำกิจกรรมทางสังคม การใช้ความสัมพันธ์ในเรื่องการปรับตัวทางสังคม การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน การฝึกแก้ปัญหา การสื่อสารทางสังคม การปรับอารมณ์และการฝึกใช้ความคิดจากการเล่นเกมส์ ผลที่ได้ปรากฏว่า รูปแบบการแก้ปัญหาความผิดปกติของสมอง สามารถเปลี่ยนแปลงของประสาทในด้านการรับรู้เรื่องต่าง ๆ และช่วยให้มีความจำดีขึ้น

Rabins, et al. (2007) ได้ศึกษากระบวนการสร้างอารมณ์ที่เกิดขึ้นจากการความคิดโดยสะท้อนภาพถ่ายรังสีสมองด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (fMRI) จำนวน 12 คน ผลปรากฏว่า ขณะที่ใช้ความคิดว่าอยู่ในช่วงมีความสุขจะมีการตอบสนองของเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) เพิ่มขึ้นทำให้สมองที่ทำหน้าที่ในการจำดีขึ้น แต่ในขณะที่ใช้ความคิดว่าอยู่ในช่วงที่มีความทุกข์จะมีการตอบสนองของเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) ลดลงและยังเพิ่มการตอบสนองของอะมิกดาลา (Amygdala) มากขึ้นทำให้สมองส่วนที่ทำหน้าที่ในการจำทำงานลดลง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันของการทำหน้าที่และการตอบสนองของระบบประสาทต่อความจำจากทางอารมณ์ที่แตกต่างโดยผู้ที่อยู่ในภาวะอารมณ์ดีหรือมีความสุขจะทำให้ความจำดี ส่วนคนที่ม้อารมณ์ไม่ดีหรือมีความทุกข์จะทำให้ความจำลดลง

Philippe et al. (2008) ได้ศึกษาการควบคุมอารมณ์และการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากอารมณ์เชิงลบ โดยมีข้อมูลว่า ผู้ที่มีความโศกเศร้าและอยู่ภาวะซึมเศร้าทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของ

ชีวิตวิทยาระบบประสาทและมีการเปลี่ยนแปลงของวงจรประสาทสมองซึ่งมีผลเสียต่อความจำ โดยทำให้ความจำลดลงและมีอันตรายต่อร่างกาย การศึกษากำหนดรูปแบบกิจกรรมให้ผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 31 คน ปฏิบัติกิจกรรมการฝึกสมาธิและการฟังเพลงเพื่อทำให้ผ่อนคลายผลปรากฏว่า ผู้ที่อยู่ภาวะซึมเศร้ามีอาการดีขึ้นสามารถแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีมีระดับความเครียดลดลงและมีความจำระยะสั้นดีขึ้น

Timothy et al. (2008) ได้ศึกษาการดูแลผู้ป่วยระยะประคับประคองที่มีปัญหาด้านการรับรู้และความจำ จำนวน 34 คน การดูแลทางจิตวิญญาณเป็นองค์ประกอบหลักของการดูแลแบบประคับประคองจะช่วยให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น สามารถช่วยเหลือตัวเองได้มากกว่าเดิมและส่งผลต่อการรับรู้ของผู้ป่วยในทางที่ดีผลปรากฏว่า การดูแลทางจิตวิญญาณโดยการให้ผู้ป่วยระยะประคับประคองฝึกสมาธิ การใช้ดนตรีบำบัด การให้คำปรึกษาปัญหาชีวิต สามารถลดปัญหาด้านการรับรู้ของผู้ป่วย โดยผู้ป่วยตอบสนองการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันกับผู้ดูแลได้มากขึ้นและยังทำให้ผู้ป่วยมีความจำดีขึ้น สามารถนึกถึงเรื่องราวในอดีตได้มากยิ่งขึ้น

Ladson (2008) ได้ศึกษาการใช้หลักศาสนาและการปรับจิตวิญญาณต่อภาวะสุขภาพของผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมในประเทศเวียดนาม โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ดูแลที่นำหลักศาสนาและการปรับจิตวิญญาณมาใช้ในการดูแลผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อม จำนวน 90 คน ในเรื่องความทุกข์ทรมานของผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมและผลที่เกิดขึ้นในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อม ที่ได้รับการโดยใช้หลักศาสนาและการปรับจิตวิญญาณ ผลปรากฏว่าการดูแลผู้ร่วมวิจัยโดยใช้ศาสนาเป็นที่ ยึดเหนี่ยวจิตใจ การทำสมาธิ และเน้นดูแลผู้ร่วมวิจัยในเรื่องจิตวิญญาณให้เหมาะสมจะมีผลดีต่อภาวะสุขภาพ โดยทำให้สุขภาพกายและสุขภาพจิตของผู้มีภาวะสมองเสื่อมดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยฟื้นฟูความจำของผู้มีภาวะสมองเสื่อมให้สามารถจำเหตุการณ์ในอดีตได้ดียิ่งขึ้น

Kai and Neal (2008) ได้ศึกษาผลของการใช้ความคิดต่อความจำในบุคคลจำนวน 42 ราย โดยมีข้อมูลว่าขณะที่มีการใช้ความคิดทำให้สมองทุกส่วนทำงานมีการเชื่อมโยงของเส้นใยประสาทเป็นเครือข่ายจะช่วยพัฒนาสมองให้สมบูรณ์แข็งแรงและดึงศักยภาพของสมองมาใช้อย่างเต็มที่ส่งผลต่อการรับรู้ ความคิด ความจำและการตัดสินใจ ผลการศึกษาปรากฏว่า ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมมีการใช้ความคิด ได้แก่ การแก้โจทย์เลข การเล่นเกม มีความจำระยะสั้นหลังการทำกิจกรรมการใช้ความคิดมีผลดีกว่าก่อนทำกิจกรรมการใช้ความคิด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Isabel et al. (2008) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงของเหตุการณ์ในอดีตและการเปลี่ยนแปลงของสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) จากการดมกลิ่นผลปรากฏว่า การที่มนุษย์มีประสบการณ์จากเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งโดยช่วงในเวลาที่เหตุการณ์นั้น มีการรับกลิ่นเกิดขึ้นด้วย เมื่อเวลาผ่านไปมนุษย์ได้กลิ่นที่เหมือนกับช่วงเวลาที่เหตุการณ์ที่ผ่านมาสมองจะทำหน้าที่เชื่อมโยงกลิ่นกับเหตุการณ์ในอดีต ทำให้จำเหตุการณ์ในอดีตที่ผ่านมาได้โดยสมองจะนำความจำที่เก็บ



ไว้ในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ซึ่งสามารถเก็บความจำไว้ได้อย่างถาวรออกมาใช้ใน งาน สรุปได้ว่า กลิ่นสามารถทำให้จดจำเรื่องราวในอดีตได้โดยสมองทำหน้าที่เชื่อมโยงกลิ่นคือส่วน เทมโพรล (Temporal Lobe) มีการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในอดีต

Jonathan et al. (2008) ได้ศึกษาการทำงานของเซลล์ประสาทรับกลิ่นและการ เปลี่ยนแปลงของเซลล์ประสาทในสมองเมื่อได้รับกลิ่น ผลปรากฏว่า ในขณะที่มนุษย์ได้รับกลิ่นที่ แตกต่างกันจะมีการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในการรับกลิ่น (Olfactory Neurons) โดยส่ง สัญญาณกระแสประสาทในสมอง มีผลให้ของสมองทุกส่วนมีการทำงานเชื่อมโยงกับประสาทสัมผัส ทำให้มีผลต่อการงอกใหม่ของเซลล์ประสาทซึ่งนำไปสู่การจำระยะสั้นที่ดีขึ้น

Saori, Bernard, and John (2008) ได้ศึกษาการทำงานของสมองขณะที่มีการ เปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน ประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อ ประสาท ผลปรากฏว่า ขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาวะอารมณ์มีความสุขไม่มีความวิตกกังวลสมองจะหลั่ง สารซีโรโทนิน (Serotonin) และนอร์พินิพรีน (Norepinephrine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทในสมอง โดยจะทำหน้าที่กระตุ้นให้คอร์เทกซ์ (Cortex) ทำงานได้อย่างเหมาะสมส่งผลต่อกระบวนการสร้าง ความจำและการพัฒนาความจำที่ดีขึ้น แต่ขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาวะอารมณ์มีความทุกข์ทำให้ สมองหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกิดขึ้นจากความเครียดส่งผลให้ความจำ ลดลง สรุปได้ว่า การปรับอารมณ์ให้อยู่ในภาวะผ่อนคลายและมีความสุขจะช่วยพัฒนาความจำที่ดีขึ้น

Robert et al. (2009) ได้ศึกษาวิธีการรักษาผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมทางโดยใช้หลักการ กระบวนการทางจิตวิทยา ให้บุคคลในครอบครัวเป็นผู้ดูแล โดยในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อม จำนวน 39 คน กำหนดกิจกรรมให้ผู้ถูกทดลองมองภาพและสิ่งของส่วนตัว หลังจากนั้นให้ระลึกถึงเหตุการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับภาพและสิ่งของส่วนตัวในอดีต ผลปรากฏว่า การรักษาจากกระบวนการจิตวิทยาโดยการ มองรูปภาพและสิ่งของส่วนตัว หลังจากนั้นให้ระลึกและเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับภาพและสิ่งของใน อดีตสามารถฟื้นฟูจำในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมได้โดยการเปรียบเทียบความจำก่อน และหลังการฝึกด้วย การมองภาพและสิ่งของส่วนตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งวิธีการพัฒนา ด้วยการมองภาพและสิ่งของส่วนตัว หลังจากนั้นให้ระลึกถึงเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับภาพและสิ่งของ ส่วนตัวในอดีตเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดในการแก้ไขพัฒนาผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมโดยไม่ใช้ยา

Jacob, Sienna, and Stuart (2011) ได้ศึกษาทางคลินิกเกี่ยวกับเนื้อเยื่อในระบบ ประสาทของผู้ที่มีอาการภาวะสมองเสื่อม จากการเปรียบเทียบการบำบัดด้วยวิธีการใช้ยาและไม่ใช้ยา ผล ปรากฏว่า วิธีการบำบัดผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมไม่ใช้ยาโดยให้ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมได้ยินเสียงดนตรี ที่ทำให้เปิดการผ่อนคลาย ได้แก่ ฟังเพลงเบา ๆ ทำให้ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมมีความจำดีขึ้นสามารถ รับรู้เรื่องราวได้มากกว่าเดิม การเปรียบเทียบความจำผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมจากการบำบัดด้วย

วิธีการใช้ยาและวิธีไม่ใช้ยาโดยให้ผู้ที่มิภาวะสมองเสื่อมได้ยินเสียงดนตรีที่ทำให้เปิดการผ่อนคลาย พบว่า ความจำของผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมจากการบำบัดทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

Chengxuan, Miia, and Eva (2009) ได้ศึกษาาระบาดวิทยาของโรคอัลไซเมอร์ โดยมีข้อมูลว่า มีประชากรในโลกมากกว่า 25 ล้านคนได้รับผลกระทบจากอุบัติการณ์ของภาวะสมองเสื่อม หลักฐานที่แสดงถึงความเสี่ยงของการเกิดภาวะสมองเสื่อมว่าเกิดจากปัจจัยในเรื่องกิจกรรมทางร่างกาย ได้แก่ การขาดการออกกำลังกาย โดยการออกกำลังกายจะช่วยให้ออกซิเจนไปสู่สมองช่วยให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ดีพัฒนาความจำและลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะสมองเสื่อม ซึ่งการป้องกันภาวะสมองเสื่อมและการพัฒนาความจำต้องมีกิจกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

Karan et al. (2009) ได้ศึกษารายงานการวิจัยเกี่ยวกับการรักษาอาการจิตประสาท ในผู้มีภาวะสมองเสื่อมในระดับรุนแรงกับการใช้วิธีการรักษาที่ไม่ใช้ยา ปี ค.ศ.1998 – ค.ศ. 2008: การทบทวนเอกสารและงานวิจัย พบว่า ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมในระดับรุนแรงจะมีลักษณะบกพร่องทางความคิดและบกพร่องในการทำงานต้องอยู่ในภาวะต้องพึ่งพาคนอื่น วิธีการที่ไม่ใช้ยาจะเป็นวิธีการที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสำหรับคนที่อาการทางจิตประสาท ซึ่งวิธีที่ใช้ในการบำบัดรักษาที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมในระดับรุนแรง ได้แก่ การใช้กลิ่นบำบัด นอกจากนี้การให้กลิ่นบำบัดจะช่วยชะลออาการสมองเสื่อมในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมระยะเริ่มต้นได้

Laura and Kristine (2009) ได้ศึกษากลวิธีในการป้องกันภาวะสมองเสื่อม ผลปรากฏว่าการรับประทานอาหารที่มีรสชาติแตกต่างกันในแต่ละมื้อจะช่วยลดการเกิดภาวะสมองเสื่อมได้ ขณะที่รับประทานอาหารจะมีข้อมูลรสของอาหารหรือสิ่งที่เข้าไปในปากจากการรับสัมผัสและการรับรส ทำให้มีสมองมีการจำรสชาติอาหารจากการทำหน้าที่ของสมองในออบิทอล (Orbital of Frontal Cortex) จะเก็บข้อมูลการจำในหน่วยความจำและจะเชื่อมต่อข้อมูลการจำมายังศูนย์กลางของสมองในอินซูลาร์ (Insular) วงจรนี้จะทำให้เกิดการทำงานของสมองหลายส่วนโดยเซลล์ประสาททำหน้าที่รับสัญญาณกระแสประสาทจากเซลล์สมองข้างเคียงที่เชื่อมติดต่อกับเซลล์สมองตัวอื่น เมื่อเซลล์สมองหลายส่วนมีการทำงานจะสามารถลดการเกิดภาวะสมองเสื่อมได้ นอกจากนี้ยังปรากฏว่า การทำกิจกรรมทางความคิด การออกกำลังกาย การเข้ากิจกรรมทางสังคมสามารถช่วยชะลอภาวะสมองให้เสื่อมช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีกิจกรรมทางความคิด ขาดการออกกำลังกายและไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมสังคม

John and Louise (2009) ได้ศึกษาการทำงานของสมองที่ได้รับการกระทบกระเทือน โดยศึกษาผู้ป่วยภาวะสมองเสื่อม ที่ได้รับการบาดเจ็บทางสมองตั้งแต่วัยรุ่นผลปรากฏว่า การให้ผู้ที่มิภาวะสมองเสื่อมที่มีการบาดเจ็บทางสมองได้มีกิจกรรมทางสังคม ได้แก่ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ในกลุ่มผู้มีภาวะสมองเสื่อม การทำกิจกรรมนันทนาการร่วมกับเพื่อนทำให้ผู้ที่มิภาวะสมองเสื่อมเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้นส่งผลการฟื้นฟูความจำระยะสั้น นอกจากนี้การมีกิจกรรมทางสังคม

ที่มีการผ่อนคลายและการปรับอารมณ์ให้มีความสุข จะมีผลต่อการพัฒนาพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันให้ดียิ่งขึ้น

Sanya, Hammer, and Ella (2010) ได้ศึกษาผลกระทบระยะสั้นและผลกระทบระยะยาวของสมองจากความเครียดในผู้ที่มีความเครียดจากการทำงานเป็นประจำทุกวัน ผลปรากฏว่าผู้ที่มีภาวะเครียดจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในสมอง โดยจะเพิ่มการหลั่งของ คอร์ติซอล (Cortisol) ทำให้การทำงานของสมองที่มีความบกพร่องด้านการรับรู้เรื่องราวหรือข้อมูลต่าง ๆ ลดลง นอกจากนี้ยังทำให้ความจำทั้งความจำระยะสั้นและความจำระยะยาวลดลงตามไปด้วย

Dominique et al. (2010) ได้ศึกษาการงอกของเซลล์ประสาท (Neurogenesis) ที่เป็นผลจากการตกหล่นที่แตกต่างกัน ผลปรากฏว่า การที่มนุษย์ได้รับกลิ่นที่ความแตกต่างกันจะทำให้สมองมีการสร้างพื้นเซลล์ประสาทขึ้นมาใหม่ ส่งผลให้สมองมีการพัฒนาต่อการรับกลิ่นได้ดี และมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของความจำ นอกจากนี้กลิ่นที่หอมจะทำให้เกิดการผ่อนคลาย มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนโดยจะทำให้ระดับฮอร์โมน ซีโรโทนิน (Serotonin) โดปามีน (Dopamine) และเอนโดฟิน (Endorphine) เพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลดีต่อการฟื้นฟูความจำ

Barnes et al. (2009) ได้ศึกษาปัจจัยทำนายภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุโดยตรวจสอบการทำงานของพื้นที่สมองต่อการกระตุ้นหน่วยความจำของสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) จากภาพถ่ายรังสีสมองด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (fMRI) ผลปรากฏว่า ขณะที่มนุษย์อยู่ในภาวะที่มีอารมณ์เชิงลบ ได้แก่ อารมณ์โกรธ อารมณ์เศร้าโศกและมีความเครียด ทำให้หน่วยความจำของสมองส่วนขมับ (Temporal) ทำหน้าที่ในการจำลดลง แต่จะทำงานเพิ่มขึ้นภายใต้อารมณ์ในทางบวก ได้แก่ ดีใจ มีความสุขและรู้สึกผ่อนคลาย

Salzman and Stefano (2010) ได้ศึกษาการทำหน้าที่ของสมองในการรับรู้จากช่วงอารมณ์ที่ต่างกันของผู้มีภาวะสมองเสื่อม โดยเป็นการศึกษาปฏิสัมพันธ์การทำงานระหว่าง อมิกดาลา (Amygdala) และเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) ผลปรากฏว่า ผู้มีภาวะสมองเสื่อมที่มีอารมณ์แตกต่างกันจะส่งผลต่อการรับรู้ในด้านการตัดสินใจ การจดจำเรื่องราวโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์แต่เซลล์ประสาท การถ่ายทอดสัญญาณประสาทและการเชื่อมต่อของลิมบิก (Limbic Prefrontal) และโครงสร้างสมองโดยผู้มีภาวะสมองเสื่อมที่มีอารมณ์ในเชิงบวกหรือมีการปรับสภาพจิตใจในเชิงบวก ได้แก่ การผ่อนคลาย การทำจิตใจให้สงบซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของกระบวนการความคิดและการจำ ส่วนผู้มีภาวะสมองเสื่อมที่มีอารมณ์ในเชิงลบ ได้แก่ หงุดหงิด เครียด จะทำให้ความจำลดลง

Saczynski et al. (2010) ได้ศึกษาการซึมเศร้าต่อความเสี่ยงภาวะสมอง โดยศึกษาในคนที่มีอาการซึมเศร้าต่ออัตราอุบัติการณ์ภาวะสมองเสื่อม ในคนที่มีอายุ 17 ปี ขึ้นไป จำนวน 949 คน (เป็นหญิงร้อยละ 63.6 ค่าเฉลี่ยอายุ 79 ปี) ใช้แบบวัดอาการซึมเศร้าเพื่อประเมินอาการซึมเศร้า

หลังจากนั้นติดตามอุบัติการณ์ภาวะสมองเสื่อม ผลการวิจัยปรากฏว่า ในคนอายุ 17 ปี ที่มีอาการ ซึมเศร้าจะมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 มีอัตราอุบัติการณ์ของภาวะสมองเสื่อม ทั้งนี้อาการซึมเศร้า มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นความเสี่ยงภาวะสมองเสื่อม

Mary et al. (2010) ได้ศึกษาการทำงานของสมองผู้ป่วยหลังจากที่ได้รับการกระทบ กระเทือนในช่วงวัยรุ่น ผลปรากฏว่า ผู้ที่ได้รับการกระทบกระเทือนสมองในช่วงวัยรุ่นมีปัญหาความจำ ลดลง

ซึ่งการให้ผู้ป่วยมีกิจกรรมทางสังคม ได้แก่ การเข้ากลุ่มสนทนา การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การ ฝึกกิจกรรมร่วมกับเพื่อนทำให้สมองมีการทำงานได้ดีขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในสมอง มีการเชื่อมระหว่างเซลล์ประสาทในสมองทุกส่วนและมีการใช้ประสาทสัมผัสหลากหลายชนิด เพิ่ม การทำงานของเซลล์ประสาทในสมองและสามารถฟื้นฟูความจำได้มากขึ้น

Elisa et al. (2011) ได้ศึกษาการบำบัดผู้มีภาวะสมองเสื่อมโดยการกระตุ้นการรับรู้ ในผู้มีภาวะสมองเสื่อม จำนวน 58 คน โดยมีข้อมูลว่า การรับรสชาติที่แตกต่างกันจะช่วยกระตุ้นเซลล์ รับรสและเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และประสาทสมองคู่ที่ 9 เพื่อส่ง กระแสประสาทต่อไปยังบริเวณนิวเคลียสในก้านสมองแล้วจึงส่งต่อไปทบริเวณส่วนของทาลามัส และ สมองส่วนพูน (Parietal Cortex) ซึ่งจะทำให้ผู้มีภาวะสมองเสื่อมรับรสชาติอาหารได้ดีขึ้น โดย กำหนดกิจกรรมให้ผู้มีภาวะสมองเสื่อมรับรสชาติของอาหารที่แตกต่างกันในแต่ละมื้อ ได้แก่ รสเปรี้ยว รสหวาน รสขม และรสเค็ม ผลปรากฏว่า ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมสามารถรับรู้รสชาติอาหารที่แตกต่าง กันได้ดีขึ้นและสามารถจำรสชาติอาหารแต่ละชนิดได้

Fumiaki et al. (2011) ได้ศึกษาการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ดมกลิ่น ปรากฏว่า ขณะที่ได้รับกลิ่นจะมีการทำงานของสมองส่วนออลแฟคทอรี (Olfactory) ส่งผลให้มีการ หลั่งของสารสื่อประสาทในสมอง ได้แก่ ซีโรโทนิน (Serotonin) โดปามีน (Dopamine) โดยการรับกลิ่นที่แตกต่างกันจะทำให้สมองส่วนออลแฟคทอรี (Olfactory) แข็งแรงมีประสิทธิภาพ ในการทำงานเพิ่มมากขึ้น มีระบบรับสัมผัสทางกลิ่นที่ดีขึ้นและช่วยในการจำได้ดีขึ้น

Rohani et al. (2011) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสมองจากการได้ยินเสียงดนตรี ในผู้มีภาวะสมองเสื่อม 26 คน กำหนดกิจกรรมให้ผู้มีภาวะสมองเสื่อมให้ได้ยินเสียงดนตรีที่มีผลต่อ อารมณ์เชิงบวกและอารมณ์เชิงลบ ผลปรากฏว่า มีการเปลี่ยนแปลงของชีววิทยาระบบประสาทของ สมองจากการได้ยินเพลงที่มีผลต่ออารมณ์ที่ต่างกันโดยเสียงดนตรีที่ทำให้เกิดอารมณ์ ได้แก่ เสียงดนตรีที่ทำให้มีความสุข เสียงดนตรีที่ทำให้เศร้า เสียงดนตรีที่ทำให้โกรธและเสียงดนตรีที่ทำให้ มีความกลัวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของบริเวณรอบเปลือกสมองส่วนหน้า (Orbitofrontal Cortex) ด้านหน้าของสมองส่วนหน้า (Prefrontal) อมิกดาลา (Amygdala) และการใช้พลังงานในส่วนมีโซลิม บิก (Mesolimbic) ในสมองเพิ่มขึ้นโดยการได้ยินเพลงในเชิงบวกจะทำให้สมองมีการเปลี่ยนแปลง

ในทางที่ดีมีการหลั่งฮอร์โมนที่ทำให้มีความสุข ได้แก่ ซีโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟิน (Endorphine) ซึ่งจะผลต่อความจำที่ดีแต่การได้ยีนเพลงเชิงลบจะทำให้สมองหลั่งฮอร์โมนความเครียด (Cortisol) จะทำให้ความจำลดลง

Eleanor and Demis (2011, pp. 56-64) ได้ศึกษาหน้าที่ของสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ขณะที่ใช้ความคิด ผลปรากฏว่า ขณะที่ใช้ความคิดจะมีการทำงานของสมองหลายส่วนเชื่อมโยงกันช่วยสร้างเครือข่ายประสาทสามารถดึงเอาความจำในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ที่ช่วยระลึกถึงความจำอดีต นอกจากนี้สมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ยังช่วยเก็บความจำในขณะที่มีการใช้ความคิดซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาความจำและความคิด

Kimberly et al. (2011, pp. 779-789) ได้ศึกษาการปรับจิตวิญญาณทางอารมณ์ในทางบวกของผู้สูงอายุในชุมชน จำนวน 68 คน โดยประเมินจากระดับความจำในผู้สูงอายุที่มีการปรับจิตวิญญาณทางอารมณ์ทางบวกกับกลุ่มที่ไม่ได้ปรับจิตวิญญาณทางอารมณ์ ผลปรากฏว่า ผู้สูงอายุที่มีการปรับจิตวิญญาณทางอารมณ์ทางบวกได้แก่ การปรับอารมณ์ให้มีความสุขทุก ๆ วันจะเพิ่มความสามารถในการจำได้ดีขึ้น แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้ปรับจิตวิญญาณทางอารมณ์จะมีความจำและความคิดลดลง

Steve, David, and Peggy (2011) ได้ศึกษาความทรงจำในอดีตของวัยรุ่นและผู้ใหญ่ โดยการเปรียบเทียบความจำในผู้ใหญ่กับวัยรุ่นและเปรียบเทียบภาวะที่ร่างกายมีความผ่อนคลายกับร่างกายที่มีภาวะซึมเศร้า ผลปรากฏว่า วัยรุ่นจะนึกถึงความทรงจำได้ดีกว่าในผู้ใหญ่ การอยู่ในช่วงที่ร่างกายมีความผ่อนคลายจะทำให้นึกถึงความทรงจำในอดีตได้ดีกว่าช่วงที่มีร่างกายมีอาการซึมเศร้า โดยผู้ที่มีความเครียดหรืออาการซึมเศร้าจะมีผลต่อคอร์ติซอล (Cortisol) สารเคมีในสมองทำให้มีความจำและความคิดลดลงและเกิดภาวะสมองเสื่อม

Heather et al. (2011) ได้ศึกษาการดูแลผู้ป่วยแบบประคับประคองและสมาชิกครอบครัว ที่มีกิจกรรมการดูแลทางจิตวิญญาณและจิตใจในครอบครัวผู้ป่วย 36 ครอบครัว การศึกษาได้รวบรวมข้อมูลการดูแลทางจิตวิญญาณ แนวคิดของการดูแลด้านจิตสังคม การสร้างอารมณ์ การสร้างความนับถือตนเอง ภาวะสุขภาพและการปรับตัวจากการเจ็บป่วย ผลปรากฏว่า ครอบครัวมีผลการดูแลทางจิตวิญญาณ จิตใจ อารมณ์ของผู้คนที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง โดยบุคคลครอบครัวที่ช่วยสร้างอารมณ์ในเชิงบวกของผู้ป่วยแบบประคับประคอง มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต การรับรู้ การฟื้นฟูความจำระยะสั้นและการตัดสินใจของผู้ป่วย

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การพัฒนาความจำระยะสั้นและระยะยาวในผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมต้องมีกิจกรรมที่หลากหลายให้ร่างกายใช้ระบบประสาทสัมผัสทุกด้าน ได้แก่ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยิน การสัมผัสทางร่างกายซึ่งเป็นการกระตุ้นการทำงานของสมองทุกส่วนให้ทำงานส่งผลดีต่อการพัฒนาความจำระยะสั้นและระยะยาวซึ่งจะเป็นการนำมาในการพัฒนาความคิด

สร้างสรรค์ต่อไป เหตุผลที่จำเป็นเพราะความคิดสร้างสรรค์มิได้เกิดจากความรู้ ประสบการณ์และการกระตุ้นในส่วนต่าง ๆ ของสมองเพียงเท่านั้นจำเป็นที่จะต้องพัฒนาในทุกส่วนและการทำงานของสมองอย่างบูรณาการเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพโดยสรุปงานวิจัยในแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านการมองเห็น สรุปลงได้ว่า การให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยมองเห็นภาพหรืออ่านหนังสือที่ชอบสามารถพัฒนาความจำได้ สมองจะต้องอาศัยการมองเห็นภาพจะส่งสัญญาณไปที่สมองกลีบหลังหรือส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) ด้วยเส้นประสาทตาและหลังจากนั้นสมองส่วนของการมองเห็นซึ่งอยู่ทางด้านหลังของสมองจะพัฒนาโครงสร้างที่จะตอบรับภาพ โดยการแปลภาพที่เห็นออกมาให้มีความหมายอาศัยสมองในส่วนนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) และสมองส่วนหน้าของการมองเห็นต่อจากนั้นเซลล์ประสาทจะส่งข้อมูลไปยังสมองที่เกี่ยวกับการเห็นหรือสมองส่วนหลัง (Occipital Lobe) โดยการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนใช้การมองเห็นภาพที่ขาดความสมบูรณ์ และการอ่านหนังสือจากบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป โดยใช้หนังสือที่เกี่ยวกับการบริหารที่สำคัญ โดยดูภาพและอ่านจับใจความจากนั้นเล่าสู่ให้บุคคลอื่นฟัง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านความคิด

กลไกการส่งผลกระแสประสาทในการรับรู้การศึกษาปรากฏว่า การกระตุ้นเซลล์รับรสและเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และประสาทสมองคู่ที่ 9 เพื่อส่งกระแสประสาทไปยังบริเวณนิวเคลียสในก้านสมอง แล้วส่งต่อไปยังที่ทาลามัสและสมองส่วนส่วนบน (Parietal lobe ) วงจรนี้จะทำให้เกิดการทำงานของสมองหลายส่วนโดยเซลล์ประสาททำหน้าที่รับสัญญาณกระแสประสาทจากเซลล์สมองข้างเคียงที่เชื่อมติดต่อกับเซลล์สมองตัวอื่นเมื่อเซลล์สมองหลายส่วนมีการทำงาน ทำให้เกิดการรับรู้รสชาติอาหารได้ดีขึ้นเกิดการพัฒนาความจำ

กลไกการส่งผ่านกระแสประสาทด้านการรับกลิ่นมีการศึกษาปรากฏว่ากระตุ้นการรับกลิ่นที่แตกต่างกันจะมีการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในการรับกลิ่น (Olfactory Neurons) โดยส่งสัญญาณกระแสประสาทในสมองมีผลให้ของสมองทุกส่วน ให้มีการทำงานเชื่อมโยงกับประสาทสัมผัสทำให้มีผลต่อการงอกใหม่ของเซลล์ประสาทนำไปสู่การฟื้นฟูความจำระยะสั้น นอกจากนี้การให้กลิ่นบำบัดจะช่วยชะลออาการสมองเสื่อม

ด้านการได้ยิน สรุปลงได้ว่า การให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ยินเสียงที่ช่วยทำให้ผ่อนคลาย ได้แก่ เสียงเพลงเบา ๆ สามารถลดระดับความเครียดของผู้ร่วมกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้มีความจำดีขึ้น โดยจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของบริเวณรอบเปลือกสมองส่วนหน้า (Orbitofrontal Cortex) ด้านหน้าของสมองส่วนหน้า (Prefrontal) อมิกดาลา (Amygdala)

การรับกลิ่นที่พึงพอใจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับความสุขคือการเปลี่ยนแปลงสภาวะอารมณ์ ได้แก่ ซีโรโทนิน (Serotonin) โดปามีน (Dopamine) และเอนโดฟิน (Endorphine)

กิจกรรมด้านการสัมผัสทางร่างกาย โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้ารับการพัฒนาได้สัมผัสทางร่างกาย ได้แก่ การออกกำลังกายที่ใช้อวัยวะในร่างกายในการฝึกทำกิจกรรมจะช่วยให้ออกซิเจนไปสู่สมองกระตุ้นกล้ามเนื้อบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวและกล้ามเนื้อสมองทำให้เซลล์ประสาทมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างขึ้นเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่

กิจกรรมการคิด สามารถกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ใช้ความคิด ได้แก่ การเล่นเกมส์ การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำให้สมองทุกส่วนทำงานมีการเชื่อมโยงของเส้นใยประสาทเป็นเครือข่ายช่วยพัฒนาสมองให้สมบูรณ์แข็งแรง สามารถดึงเอาความจำในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ทำให้ระลึกถึงความจำอดีตส่งผลต่อการการทำงานด้านความจำ

กิจกรรมด้านจิตวิญญาณ ผู้ร่วมการวิจัยจะได้รับการพัฒนาด้านอารมณ์ให้อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย โดยการฝึกสมาธิทำจิตใจให้สงบและให้ระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาสามารถลดปัญหาด้านการรับรู้ สามารถตอบสนองการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีมีระดับความเครียดลดลงและทำให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความจำได้ดีขึ้น สามารถนึกถึงเรื่องราวในอดีตได้มากยิ่งขึ้นโดยมีกิจกรรมทางสังคม ได้แก่ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ในกลุ่มเพื่อน การทำกิจกรรมนันทนาการร่วมกับเพื่อนทำให้สมองทำงานได้ดีขึ้นมีการเชื่อมระหว่างเซลล์ประสาทในสมองทุกส่วนและใช้ประสาทสัมผัสหลากหลายชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในสมองทำให้ของเซลล์ประสาทในสมองทำงานเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประสาทในด้านการรับรู้เรื่องต่าง ๆ เกิดการเรียนรู้ได้เร็วและช่วยให้ความจำดี

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์เอ็กเซอร์ไซส์ ที่ทำให้สมองทุกส่วนมีการทำงานเชื่อมโยงกันประกอบด้วย กิจกรรมการมองภาพ กิจกรรมการลิ้มรส กิจกรรมการได้กลิ่น กิจกรรมการได้ยิน กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกสมองที่ประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ ยังอาจไม่ช่วยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ เนื่องจากการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรมีการปรับด้านจิตวิญญาณและด้านการคิด เพื่อให้เกิดการกระตุ้นระบบประสาทอย่างรอบด้านครบทุกมิติของสภาวะตามนิยามขององค์การอนามัยโลก ดังนั้น โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยกระตุ้นประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน จึงได้กำหนดกิจกรรมด้านการคิดและกิจกรรมทางจิตวิญญาณผนวกเพิ่มเติมขึ้นมาจะทำให้สามารถช่วยให้การทำงานของสมองได้รับการพัฒนาในส่วนการคิดสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### ตอนที่ 4 การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาระบบประสาทที่สัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ประสาท คลื่นที่บันทึกได้นำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ เช่น

การวินิจฉัยโรคทางระบบประสาท ความผิดปกติเกี่ยวกับการนอนหลับ การวินิจฉัยภาวะสมองตาย นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยโดยเฉพาะสาขาจิตวิทยาาระบบประสาท (Neuropsychology)

ความเป็นมาของการบันทึกคลื่นไฟฟ้าจากผิวหนังกะโหลกศีรษะของสัตว์เริ่มต้นโดย Richard (1992, p. 56) ระบุว่ามีความเป็นไปได้ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าอ่อน ๆ จากกะโหลกศีรษะ การศึกษาของเขานำไปใช้ได้เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่มนุษย์ จนกระทั่งการศึกษาของ Berger (1929, p. 84) ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่ง EEG ที่อธิบายโดยละเอียดในหลักการและคุณลักษณะของ EEG อธิบายถึง Alpha Wave Activity (8-13 รอบต่อวินาที) และระบุว่าคลื่นลดลงตามความสนใจ (Attention) จะดีขึ้น Berger เชื่อมโยงการวัด EEG กับความสนใจ ได้ระบุไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงการทำงานของคลื่นอัลฟา (Alpha Wave Activity) เนื่องมาจากการกระตุ้นศูนย์สมองของการทำงานเฉพาะที่ เช่น การตื่นตัวของพื้นที่สมองของการมองเห็น (Visual Cortex) เพื่อตอบสนองสิ่งกระตุ้นทางสายตาซึ่งทำให้เกิดการยับยั้งโดยทั่วไปในส่วนอื่น ๆ ของเปลือกสมองสามารถอธิบายเหตุผลว่าการเปลี่ยนแปลงการทำงานของคลื่นอัลฟา แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงการยับยั้งของสารคอร์ติซอล ที่เกิดพร้อมกับการตื่นตัวของศูนย์กลางการทำงานต่าง ๆ กัน และการเปลี่ยนแปลง การยับยั้ง การตื่นตัวเช่นนี้จำเป็นสำหรับการประมวลผลต่อสิ่งกระตุ้นภายนอกหรือภายใน (Ray, 1987, P.75) ความสนใจที่กระจายในวงกว้างความสัมพันธ์กับ การทำงานของคลื่นอัลฟา ในขณะที่ความสนใจเฉพาะจุดมีความสัมพันธ์กับการลดลงหรือการหายไปของ การทำงานของคลื่นอัลฟา จากการวิจัยเพิ่มเติมของ Berger พบว่า คลื่นที่มีความถี่สูงขึ้น (ซึ่งเขาเรียกว่า Beta Waves) มีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมองแบบเฉพาะจุด อธิบายว่าแหล่งกำเนิดไฟฟ้าของแบบแผน รูปคลื่นน่าจะเป็นทาลามัส เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการกระตุ้นโดยทั่วไปในขณะที่ข้อค้นพบเดิมส่วนใหญ่ของ Berger ยังใช้ได้แต่มีข้อสังเกตว่างานวิจัยไม่สามารถแสดงให้เห็นว่า Subcortical Activity เท่านั้นที่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าของแบบแผน EEG งานวิจัยในปัจจุบันสนับสนุนสมมติฐานที่เป็นโครงสร้าง Subcortical เช่น Thalamus ทำหน้าที่เป็น Presynaptic Inputs ไปยัง Cortical Neural Pathways โดยที่ Presynaptic Inputs ประสานการทำงานของเซลล์ประสาทของเปลือกสมองกลุ่มใหญ่ ซึ่งทำให้เกิดการกระตุ้น ดังนั้นจึงไม่ใช่การทำงานของเซลล์ประสาทในพื้นที่ล่างของเปลือกสมองที่ถูกบันทึกแต่เป็นการทำงานของเซลล์ประสาทเปลือกสมองที่มีโครงสร้าง นักวิจัยส่วนใหญ่เห็นด้วยที่ว่าแหล่งกำเนิดที่น่าจะเป็นไปได้ของแบบแผนคลื่นสมองซึ่งบันทึกที่กะโหลกศีรษะเป็นการ Depolarization ของเดนไดรต์ (Dendrite) ของเซลล์ประสาทพिरามิด (Pyramidal Neuron) ในเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) (Ray, 1987, P. 56)



### กลไกการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG)

ความสามารถทางปัญญาขึ้นกับการทำงานของเซลล์ประสาทที่เปลือกสมอง (Cerebral Cortex) ดังนั้นการจะเข้าใจกลไกและความแตกต่างของความสามารถทางปัญญาต้องอาศัยการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของสมองในส่วนนี้ ในสมองของคนเรานั้นจะมีเซลล์ประสาทและเซลล์ค้ำจุนบริเวณเนื้อเยื่อสมองที่มีการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบมาก ซึ่งแสดงให้เห็นโดยการสร้างศักย์ไฟฟ้าเองอย่างเป็นจังหวะต่อเนื่องกัน (Spontaneous Rhythm) Berger เป็นบุคคลแรกที่ทำให้มีการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองอย่างเป็นระบบและบัญญัติศัพท์คำว่าคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram , EEG) หมายถึงการบันทึกการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากส่วน ต่าง ๆ ของสมอง การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองนี้ทำได้โดยวางขั้วไฟฟ้า (Electrode) บนหนังศีรษะ EEG นี้ ให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ โดยบ่งชี้ถึงสภาพการทำงานของสมองในภาวะปกติและมีพยาธิสภาพและยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของสมองระหว่างทำกิจกรรมต่าง ๆ แต่มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ได้แก่ ปริมาตรของเนื้อเยื่อสมอง ความหนาของเปลือกสมอง (Cerebral Cortex Thickness) และปริมาตรของน้ำหล่อสมองและไขสันหลัง (Niedermeyer & Silva, 1999, P. 47)

สมองประกอบด้วยเซลล์ประสาท  $10^{11}$  เซลล์ แต่ละเซลล์จะมีการติดต่อถึงกันแต่ละเซลล์ประสาทที่ตำแหน่งจุดประสานประสาท (Synapse) โดยอาศัยสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ซึ่งเป็นการทำงานที่เกิดจากการกระตุ้นของไอออนจากภายนอกเซลล์เข้าไปในเซลล์ ส่งผลให้ศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์จากขณะพักซึ่งมีค่าเป็นลบเปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้าให้มีความเป็นบวกมากขึ้นจนเกิดศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน (Action Potential) ดังนั้นคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จึงเกิดจากผลรวมของศักย์ไฟฟ้าที่บริเวณจุดประสานประสาท (Synaptic Potential) เดนไดรต์จำนวนมากที่อยู่ใกล้ผิวของเปลือกสมองได้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า (Electrode Site) ที่บันทึกเซลล์ประสาทที่มีการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่บริเวณจุดประสานประสาท การส่งสัญญาณจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง เกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วสองขั้ว (Dipole) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์อยู่เสมอเนื่องจากการนำเข้า (Input) เกิดการเปลี่ยนแปลงไปขั้วไฟฟ้าสองขั้วที่กล่าวนี้ ขั้วหนึ่งอยู่ที่บริเวณเดนไดรต์ในเปลือกสมองชั้นต้น ส่วนอีกขั้วหนึ่งอยู่บริเวณตัวเซลล์ที่อยู่ลึกลงไป โดยเฉพาะเซลล์ประสาทแบบพिरามิด (Pyramidal Neuron) นอกจากนี้การเปลี่ยนของคลื่นไฟฟ้าสมองยังขึ้นอยู่กับการส่งสัญญาณประสาทระหว่างเปลือกสมองกับทาลามัสซึ่งบริเวณทั้งสองนี้สามารถให้กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นจังหวะได้โดยกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบริเวณทาลามัสจะส่งต่อมาที่เปลือกสมอง (Thalamocortical Network) ซึ่งเราสามารถบันทึกได้บริเวณหนังศีรษะ

กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่เซลล์ประสาทยิ่งมากและยิ่งใกล้ตำแหน่งที่เกิดไฟฟ้า สัญญาณที่บันทึกได้จะยังมีขนาดความแรงหรือได้คลื่นไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มาก แต่อิเล็กโทรดที่ใช้บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองค่อนข้างไกลจากต้นตอของสัญญาณไฟฟ้าในเปลือกสมองด้วยเหตุผลนี้ขนาดของ

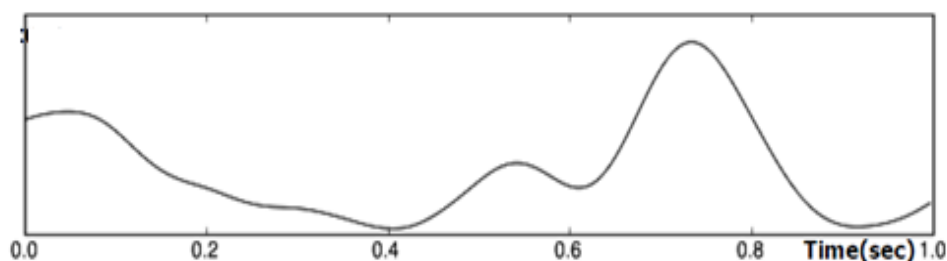
คลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จากหนังศีรษะภายนอกจะเล็กกว่าขนาดศักย์ไฟฟ้าที่ผนังเซลล์ที่บันทึกจากภายในประมาณ 100 – 1,000 เท่า ถ้าบันทึกจากผิวของเปลือกสมองโดยตรง (Electrocorticogram) ระหว่างการทดลองในสัตว์หรือระหว่างการผ่าตัดสมองคนจะได้คลื่นไฟฟ้าสมองขนาดใหญ่กว่าที่บันทึกจากหนังศีรษะประมาณ 10 เท่า อย่างไรก็ตามคลื่นไฟฟ้าสมองก็สะท้อนถึงศักย์ไฟฟ้าที่รวมเข้าพร้อมกันจากเซลล์ประสาทกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่ง ได้มีการประมาณไว้ว่าภายใต้ขั้วไฟฟ้า (Electrode) 1 ตารางมิลลิเมตรที่วางบนผิวของเปลือกสมองเกิดจากเซลล์ประสาท (Neuron) ประมาณ 10,000 ตัว และลงไปลึกประมาณ 0.5 มิลลิเมตร แต่ถ้าบันทึกโดยยังมีกะโหลกศีรษะไฟฟ้าที่ได้ขนาดเดียวกันนี้ต้องได้มาจากเซลล์ประสาทมากขึ้นถึง 10 เท่า ด้วยเหตุผลนี้เองขนาดของศักย์ไฟฟ้าที่บันทึกได้ขึ้นอยู่กับจำนวนเซลล์ประสาทที่ส่งกระแสประสาทออกมาพร้อมกัน และอยู่ในตำแหน่งที่มีทิศทางเดียวกันจึงสามารถรวมกระแสประสาทได้

#### จำแนกชนิดตามความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง

การจะศึกษาคลื่นสมองในย่านความถี่ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายมนุษย์ เมื่อวางขั้วไฟฟ้าบนหนังศีรษะได้อย่างเหมาะสมสามารถบันทึกศักย์ไฟฟ้าต่ำ ๆ ไม่สม่ำเสมอจากส่วนต่าง ๆ ของสมองได้ คลื่นไฟฟ้าปกติประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้าที่มีขนาดและความถี่ต่าง ๆ กัน อย่างไรก็ตามระหว่างสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งทางสรีรวิทยาคลื่นไฟฟ้าจะมีการแกว่งขึ้นลง แต่จะพบว่ามีความถี่หนึ่งเด่นขึ้นมา คุณสมบัตินี้สำคัญมากกว่าขนาดของคลื่นแต่ละคลื่นในการแปลผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังต่อไปนี้

1. คลื่นเดลต้า (Delta) ความถี่ต่ำกว่า 4 เฮิร์ตซ์ จะใช้ในการศึกษาการทำงานของสมองขณะนอนหลับลึกและการศึกษาความบกพร่องทางสมอง คลื่นนี้มีรูปคลื่นใหญ่ช้าและไม่สม่ำเสมอ พบในเด็กไม่พบในผู้ใหญ่ที่กำลังตื่นแต่เกิดขึ้นระหว่างระยะหลับลึก (Deep Sleep)

Amplitude

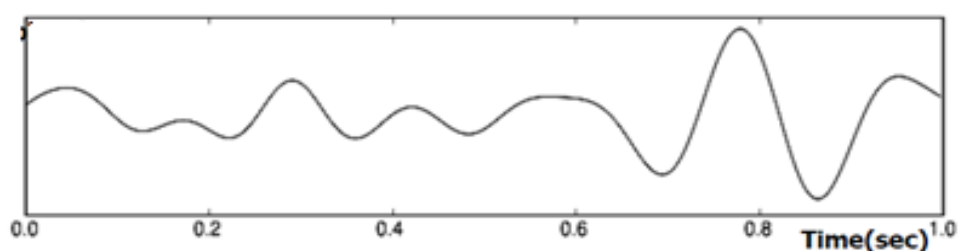


ภาพที่ 6 กราฟแสดงสัญญาณคลื่นสมองช่วงความถี่เดลต้า (Delta)

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

2. คลื่นเธต้า (Theta) ความถี่ประมาณ 4 - 8 เฮิร์ตซ์ จะสัมพันธ์กับร่างกายขณะหลับไม่ลึก หรือขณะสะลึมสะลือ มักเป็นคลื่นขนาดใหญ่สม่ำเสมอ พบในส่วนหน้ามากกว่าส่วนขมับ (Temporal) ของเด็กปกติ และอาจเกิดระหว่างความตึงเครียดทางอารมณ์ในผู้ใหญ่บางราย โดยเฉพาะระหว่าง ความรู้สึกผิดหวังและคับข้องใจ ในภาวะปกติคลื่นนี้จะมีลักษณะเหมือนกันทั้งในสมองซีกซ้ายและซีก ขวา

Amplitude

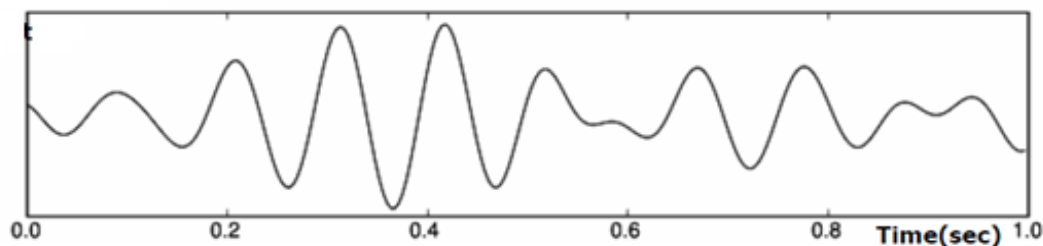


ภาพที่ 7 กราฟแสดงสัญญาณคลื่นสมองความถี่เธต้า (Theta)

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

3. คลื่นอัลฟา (Alpha) ความถี่ประมาณ 8 - 12 เฮิร์ตซ์ สัญญาณนี้จะวัดได้ง่ายเมื่อหลับตา และทำจิตใจให้ผ่อนคลาย สัญญาณในช่วงความถี่นี้จะคล้ายกับสัญญาณคลื่นสมอง (EEG) ประเภทหนึ่งที่เรียกว่ามิวริทึม (Mu,  $\mu$ -rhythm) ซึ่งเป็นสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการสั่งการเคลื่อนไหวของมือและแขนจากสมองส่วนที่เรียกว่ามอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เมื่อสมองคิดอยากเคลื่อนไหว อวัยวะจะทำให้สัญญาณนี้มีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น และแรงดันจะลดลงเมื่อเกิดเคลื่อนไหวไปแล้ว

Amplitude

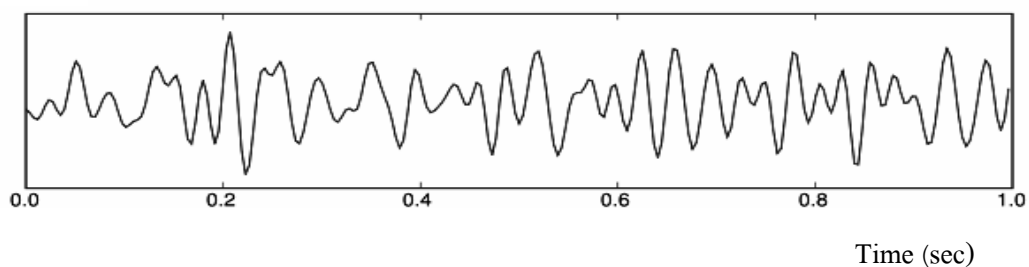


ภาพที่ 8 กราฟแสดงสัญญาณคลื่นสมองความถี่แอลฟา (Alpha)

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

4. คลื่นเบต้า (Beta) ความถี่ย่านที่สูงกว่า 12 เฮิร์ตซ์ขึ้นไปเป็นคลื่นที่สัมพันธ์กับกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้นในขณะที่รู้สึกตัว ปัจจัยหลายอย่างเช่นการวิตกกังวล การรับสารเคมีหรือยาสามารถมีผลทำให้คลื่นเบต้ามีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปได้

Amplitude

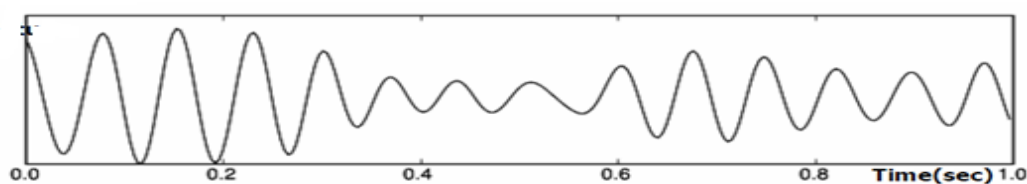


ภาพที่ 9 กราฟแสดงสัญญาณคลื่นสมองความถี่เบต้า

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

5. คลื่นเอสเอ็มอาร์ (Sensorimotor; SMR) ความถี่ประมาณ 12 - 16 เฮิร์ตซ์ เกี่ยวกับการรู้สึกตัว การมีสติ การรับรู้ของร่างกายในขณะนั้น

Amplitude

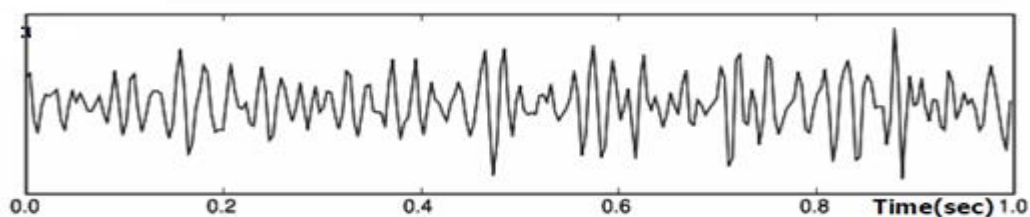


ภาพที่ 10 กราฟแสดงสัญญาณคลื่นสมอง เอสเอ็มอาร์

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

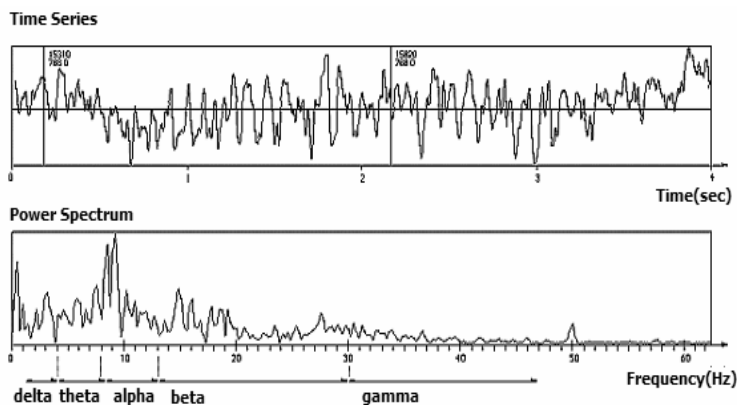
6. คลื่นแกมมา (Gamma) ความถี่ประมาณ 26 -100 เฮิร์ตซ์ จะเกี่ยวกับด้านความคิดและจิตใจ เช่น ความกลัว การแก้ไขปัญหา การเรียนรู้ การมีสติรู้จักคิด เป็นต้น

Amplitude



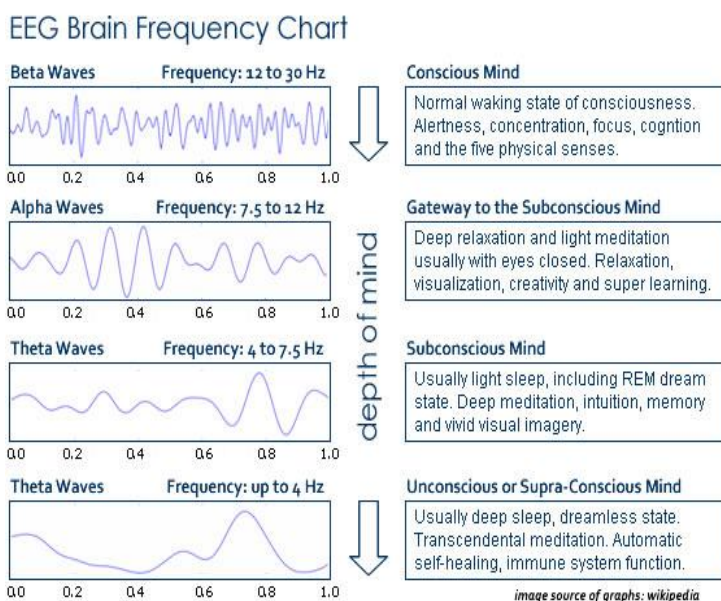
ภาพที่ 11 กราฟแสดงสัญญาณคลื่นสมองความถี่แกมมา

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



ภาพที่ 12 สเปกตรัม (Spectrum) ของสัญญาณ EEG ในแต่ละช่วงความถี่  
 ที่มา: <http://www.snipview.com/q/EEG/wave>

การเปลี่ยนแปลงของคลื่นที่วัดจาก EEG มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ระบบ EEG จะอธิบายใน 2 ส่วน ซึ่งในคลื่นความถี่ที่พบในระบบ EEG มี 4 คลื่นหลัก ๆ ด้วยกัน ดังภาพที่ 19 โดยทั่ว ๆ ไปคลื่นความถี่ต่ำแสดงการตอบรับทางพฤติกรรมที่ระดับต่ำ เช่น ขณะนอนหลับ และถ้าคลื่นความถี่สูงจะเกิดขึ้นขณะที่กำลังตื่น



ภาพที่ 13 คลื่นไฟฟ้าสมอง 4 ลักษณะ ที่มา: <http://www.mindbodyspirit.me/can-brainwave-audio-beats-increase-your-intelligence-and-gpa/>

## วิธีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองมีหน่วยขยายสัญญาณแยกจากกันต่างหาก เพื่อให้สามารถบันทึกจากหนังศีรษะหลาย ๆ จุดไปพร้อม ๆ กัน ขั้วไฟฟ้าที่ใช้มักเป็น Silver Chloride Disks ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร วางติดกับหนังศีรษะโดยไม่ต้องโกนผมหรือใช้หมวกสำเร็จรูป โดยทั่วไปมักใช้ขั้วไฟฟ้า จำนวน 64 ช่องสัญญาณหรือ 32 คู่ วางในรูปแบบซึ่งสามารถสุมตัวอย่าง สัญญาณไฟฟ้ารอบความโค้งของสมองได้ ตามมาตรฐานสากลใช้ระบบวางขั้วไฟฟ้าเรียกว่า ระบบ 10 - 20 (10-20 Electrode Placement System) โดยแบ่งหนังศีรษะออกเป็น 8 ส่วน คือ Frontal Pole (FP) Frontal (F) Central (C) Parietal (P) Temporal (T) และ Occipital (O) เป็นการบันทึกที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่สำหรับงานวิจัยต่าง ๆ เริ่มจากการวัดระยะจากตั้งจุดที่อยู่ระหว่างคิ้วทั้งสองข้างถึงปุ่มท้ายทอย (Inion) ถูกแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ คิดเป็นร้อยละ 10 และ 20 ของระยะทั้งหมด แล้ววางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าบนหนังศีรษะส่วนที่เส้นแบ่งนั้นมาตัดกัน แต่ปัจจุบันมีหมวกที่วางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสำเร็จรูปซึ่งนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยคลื่นไฟฟ้าสมองมากขึ้น ขั้วไฟฟ้าคู่หนึ่ง ๆ จะมีสัญลักษณ์ที่บ่งบอกว่าเป็นซีกซ้ายหรือซีกขวา ทางซ้ายมือจะมีชื่อเป็นเลขคู่ ส่วนทางขวามือจะมีชื่อเป็นเลขคี่ การเรียกชื่อขั้วไฟฟ้าในส่วนใดส่วนหนึ่งจะไม่เรียงกันทั้งนี้เพราะต้องการเพิ่มขั้วไฟฟ้าที่ต้องการจะบันทึกมากขึ้นกว่าเดิมจะได้สามารถเรียกชื่อขั้วไฟฟ้าใหม่ตามตัวเลขที่กระโดดข้ามไปนั้นได้

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองทำได้ 2 วิธี คือบันทึกแบบสองขั้ว (Bipolar Recording) และแบบขั้วเดียว (Monopolar หรือ Unipolar Recording) การบันทึกแบบสองขั้วเป็นการบันทึกความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งขั้วไฟฟ้า 2 อันบนหนังศีรษะ ส่วนการบันทึกแบบขั้วเดียวเป็นการบันทึกความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งบนหนังศีรษะกับตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference Electrode) ที่วางอยู่ไกลออกไปปกตินิยมวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่ตั้งหู (A<sub>1</sub> และ A<sub>2</sub>) และกลางกะหม่อม (Vertex) ของกะโหลกศีรษะ (Cz) การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าทำได้โดยการพิจารณาเกี่ยวกับแอมพลิจูด (Amplitude) และเฟรมความถี่ (Frequency) ระยะตั้งแต่เริ่มกระตุ้นจนเริ่มตอบสนองหรือระยะแฝง (Latency) การกระจายของคลื่นไฟฟ้าสมอง การวิเคราะห์ในปัจจุบันใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ทำให้มีความสะดวกมากขึ้น

### การกำหนดและการวิเคราะห์รูปแบบคลื่นตามช่วงความถี่

รูปแบบคลื่นที่อธิบายข้างต้นสามารถตรวจพบได้ในการบันทึก EEG โดยเฉพาะรูปแบบคลื่น Alpha และ Beta เพราะมีความถี่สูงกว่า จึงเป็นรูปแบบคลื่นที่เห็นได้ชัดแต่ในขณะที่รูปแบบคลื่นหนึ่งปรากฏชัดที่สุดในการบันทึก EEG ช่วงความถี่คลื่นอื่น ๆ ส่งผลให้คลื่นซับซ้อน เนื่องจากยากที่จะตรวจพบองค์ประกอบทั้งหมดของรูปแบบคลื่นที่ซับซ้อน จึงได้พัฒนาเทคนิคทางสถิติเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้านิยมใช้ Fast Fourier Transform (FFT) ซึ่งอาศัย Algorithm ที่พัฒนาโดย Cooley and Tukey (1965, p. 86) ซึ่ง Algorithm นี้อยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ต่าง

ๆ ที่ปรับให้เรียบแล้วเรียกว่า การค่าประมาณ (Spectral Density Estimate) การพล็อต Spectral Density แสดงแอมพลิจูดของแต่ละช่วงความถี่ในการบันทึกค่าซึ่งแอมพลิจูดเหล่านี้บางครั้งเรียกว่า กำลัง (Power) ของช่วงความถี่ ค่าประมาณกำลัง (Power) เหล่านี้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

### รูปแบบคลื่นตามศักย์ไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์

การวัด EEG เป็นที่นิยมกันมากขึ้นในยุค ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้เพื่อบันทึกรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นบางอย่างและการประมวลผลความคิดในรูปแบบเฉพาะ Vaughn (2006, p. 59) เสนอการเรียกรูปแบบคลื่นเหล่านี้ว่าศักย์ไฟฟ้าที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ (Event - Related Potentials: ERP) งานวิจัย ERP ได้มีการศึกษาต่อการศึกษาศรีวิทยาของสมองโดยการพัฒนาวิธีการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับเวลา ระหว่างสิ่งกระตุ้นที่ต้องอาศัยการประมวลผลบางรูปแบบกับการตอบสนองที่สัมพันธ์กัน ในขณะที่งานวิจัย EEG มีความสำคัญต่อการอธิบายสถานะทางประสาทศรีวิทยาที่สัมพันธ์กับรูปแบบต่าง ๆ กันของความคิดและพฤติกรรม เทคนิค ERP ให้ข้อพิสูจน์เกี่ยวกับการตอบสนองทางประสาทศรีวิทยาบางอย่างต่อสิ่งกระตุ้นและการทำงานของสมอง การวัดด้วยเทคนิค ERP เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการระบุว่าคุณคลตอบสนองอย่างไรต่อสิ่งกระตุ้นแต่ละชนิด

รูปแบบคลื่น ERP ส่วนใหญ่ระบุได้จากแกนความสูง (Amplitude) และระยะเวลา (Latency) โดยที่องค์ประกอบของความสูงคลื่น (Amplitude Components) ที่เป็นบวกแทนด้วยสัญลักษณ์ 'P' ในขณะที่ความสูงของคลื่น (Amplitude Components) เป็นลบแทนด้วยสัญลักษณ์ 'N' กำหนดระยะเวลาที่มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที ซึ่งหมายถึงเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มการกระตุ้นไปจนถึงการปรากฏของรูปแบบที่กำหนด ดังนั้นรูปแบบคลื่นที่ระบุเป็น N100 หมายความว่า Component ลบเกิดขึ้นเฉลี่ย 100 มิลลิวินาทีหลังเริ่มการกระตุ้น มีข้อสังเกตว่าการแปลความหมายรูปแบบคลื่นนั้นคือ Component (เช่น N100) แสดงด้วย Amplitude สูงสุดภายใน Predetermined Range เช่น N100 Amplitude Score จะเป็น Amplitude Point ลบสูงสุดระหว่าง 0 - 200 มิลลิวินาทีหลังเริ่มการกระตุ้น (Coles, Gratton, & Fabiani, 1990) คะแนน Latency สำหรับรูปแบบคลื่นเดียวกันจะเป็นจำนวนมิลลิวินาทีที่ผ่านไปเมื่อบันทึกค่า Amplitude เป็นลบสูงสุด มีข้อพิจารณาทางสถิติหลายอย่างที่เกี่ยวข้อกับการระบุคะแนน Amplitude และ Latency ซึ่งจะอภิปรายโดยละเอียดในส่วนของการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานบางประการของรูปแบบคลื่น ERP ที่สำคัญมีดังนี้

N100 เป็นรูปแบบคลื่นลบที่เกิดระหว่าง 0 - 200 มิลลิวินาทีหลังเริ่มการกระตุ้นเป็นรูปแบบคลื่นแรกที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ERPs สามารถใช้เพื่อศึกษาเรื่องความสนใจ (Coles, Gratton, & Fabiani, 1990, p. 57) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง N100 มีความสัมพันธ์กับความสนใจเชิงเลือกสรร เป็นกลไกสมมุติฐานของการควบคุมกระแสข้อมูลในการประมวลผลความคิด เช่น โมเดลกรอง

ของ Broadbent (1957, p. 56) และโมเดลทวิปัญญาของ Kahneman, (1973, p. 76) (Coles, Gratton, & Fabiani, 1990, p. 89 - 101) เช่นเดียวกับงานวิจัยคัดกรองแบบเดิม วิธีการ N100 ใช้ภารกิจจำแนกลักษณะ โดยให้กลุ่มตัวอย่างมุ่งความสนใจไปที่ลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยทั่วไป N100 Amplitude จะกว้างกว่าในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่สนใจ

P300 พบเป็นครั้งแรกโดย Sutton, Braren, Zubin, and John (1965, pp. 98-103) เป็นหนึ่งในรูปแบบคลื่นที่มีการศึกษามากที่สุดเกี่ยวกับการทำหน้าที่การคิด เป็นรูปแบบคลื่นบวกที่เกิดประมาณ 300 มิลลิวินาทีหลังเริ่มกระตุ้น ค่าความสูงของคลื่น (Amplitude) สูงสุดสำหรับ P300 โดยทั่วไปจะช้ากว่า 300 มิลลิวินาที เพราะเป็นรูปแบบคลื่นที่กว้าง P300 มีทิศทางที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 250 – 350 มิลลิวินาที แต่ความสูงของคลื่นสูงสุดที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ เกิดขึ้นสูงถึง 750 มิลลิวินาทีหลังเริ่มกระตุ้นโดยทั่วไป P300 ปรากฏระหว่างภารกิจที่ให้กลุ่มตัวอย่างมุ่งความสนใจไปที่สิ่งกระตุ้นที่ปรากฏที่ภาพ P300 ความสูงของคลื่นเพิ่มขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมองสิ่งกระตุ้นที่ปรากฏนาน ๆ ครั้งหรือสิ่งกระตุ้นที่เครียดมากขึ้น ซึ่งสามารถวัดได้จากกระจายกว้าง ๆ หัวกระโหลกศีรษะ แต่ความสูงของคลื่นสูงสุด โดยทั่วไปจะพบเหนือบริเวณ Parietotemporal Region (Andreassi, 2000, pp. 67-69)

ภารกิจที่มักใช้เพื่อหา P300 คือ การใช้สิ่งแปลกใหม่ รูปแบบภารกิจประกอบด้วยสิ่งกระตุ้นอย่างน้อย 2 หรือมักเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ เป้า สิ่งรบกวนและสิ่งแปลกใหม่ สิ่งกระตุ้นที่ตามเป้าหมาย เป็นสิ่งที่กลุ่มตัวอย่างรู้จักและคาดคะเนได้และให้ตรวจสอบ โดยการนับจำนวนครั้งที่สิ่งกระตุ้นปรากฏในชุดหนึ่ง ๆ สิ่งกระตุ้นที่เป็นสิ่งรบกวนที่คาดคะเนได้ แต่กลุ่มตัวอย่างไม่ต้องตรวจสอบ สิ่งกระตุ้นที่แปลกใหม่คาดคะเนไม่ได้จึงไม่กำหนดให้ตรวจสอบ สิ่งกระตุ้นเป้าหมายและแปลกใหม่ ปรากฏด้วยความถี่ต่ำกว่าสิ่งกระตุ้นรบกวน สิ่งกระตุ้นทั้งหมดปรากฏเรียงลำดับแบบสุ่ม โดยทั่วไป P300 Amplitude เพิ่มขึ้นสำหรับสิ่งกระตุ้นเป้าหมายและสิ่งกระตุ้นแปลกใหม่ ในขณะที่การนำเสนอ มีความถี่ลดลง P300 Latency อธิบายได้ด้วยเวลาการประเมินสิ่งกระตุ้น การใช้เวลามากขึ้นเพื่อประเมินสิ่งกระตุ้น ก็ยิ่งใช้เวลานานขึ้นกว่าจะได้ค่า P300 amplitude สูงสุด (Coles, Gratton, and Fabiani, 1990)

N400 เป็นรูปแบบคลื่นลบที่เกิดระหว่าง 400 – 700 มิลลิวินาทีในการตอบสนองภารกิจจำแนกความหมาย มีข้อสังเกตว่า P300 ซึ่งเป็นรูปแบบคลื่นที่มี Latency ยาวกว่า มีความสัมพันธ์กับการประมวลผลความคิดช้ากว่า ในขณะที่ P300 มีความสัมพันธ์กับการจำแนกความแตกต่างทางกายภาพระหว่างสิ่งกระตุ้น แต่ N400 มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างด้านความหมายยังไม่ชัดเจนว่า P300 จะพบได้หรือไม่พร้อมกับการตอบสนอง N400 เนื่องจากความแตกต่างด้านความหมายเป็นความแตกต่างทางกายภาพเช่นกัน แต่เป็นที่ชัดเจนว่า N400 ไม่ปรากฏเฉพาะ



ความแตกต่างทางกายภาพ (Coles, Gratton, & Fabiani, 1990) รูปแบบการทดลองที่นิยมใช้สำหรับ N400 สร้างขึ้นโดย Kutas and Hillyard (1980) โดยให้กลุ่มตัวอย่างอ่านประโยคที่ขาดคำสุดท้าย หลังจากลบประโยคออกจากจอภาพจึงแสดงคำสุดท้าย พบว่า N400 เพิ่มขึ้นซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับคำสุดท้ายที่มีความเหมาะสมเพียงใด เช่น ถ้าประโยคคือ "ฉันต้องการไปว่ายน้ำใน" คำสุดท้ายอาจเป็น "สระว่ายน้ำ" (เหมาะสม), "บ่อน้ำ" (ไม่เหมาะสม), "บ่อน้ำพุร้อน" (ไม่เหมาะสม) N400 Amplitude เพิ่มขึ้นถ้าคำสุดท้ายเหมาะสมในขณะที่มีรูปแบบคลื่นอีกมากที่ระบุได้จากการวิจัย ERP แต่รูปแบบคลื่นที่น่าเสนอข้างต้นมีการวิเคราะห์มากที่สุด และเกี่ยวข้องที่สุดกับการศึกษาครั้งนี้ รูปแบบคลื่นเหล่านี้เกิดขึ้นในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่แปลกใหม่หรือไม่คาดคิด ดังนั้นรูปแบบคลื่นเหล่านี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคลในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่แปลกใหม่หรือไม่คาดคิด

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง

Arce, Ramos, Guevara, and Corsi - Cabrera (1995) ศึกษาผลของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และเพศที่มีต่อพลังงาน EEG ในนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีอายุระหว่าง 17 ถึง 21 ปี วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบทดสอบและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะลี้มตาและหลับตา วิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองเป็น Absolute Power (AP) และ Relative Power (RP) ของช่วงคลื่นความถี่ 5 ช่วงคลื่นความถี่ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงคลื่นความถี่แอลฟา 1 มี RP ต่ำกว่ากลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำและผู้หญิงมี AP ของช่วงความถี่ Beta1 และ Beta 2 สูงกว่าผู้หญิงแสดงว่ามีความเครียดมากกว่าผู้ชาย

Klingberg, Forsberg, and Westerberg (2002) ใช้โปรแกรมการฝึกที่อาศัยกระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดประกอบด้วยกิจกรรม 4 กิจกรรมได้แก่ Visual Span Task, Backward Span Task, Letter-Span Task และ Go/ Nogo Task ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีปัญหาสมาธิสั้น (Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder: ADHD) โดยฝึกทางหน้าจอตีต่อกันทุกวันครั้งละ 25 นาที เป็นเวลา 5-6 สัปดาห์ คณะผู้วิจัยได้มีการวัดเชาวน์ปัญญา เชิงเลื่อนไหลโดยใช้แบบสอบ Advanced Progressive Matrices (APM) ก่อนและหลังฝึกผลการวิจัยพบว่าคะแนนจากการทำแบบสอบ APM หลังการฝึกสูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Dehaene et al. (2004) ได้ศึกษาเรื่องคณิตศาสตร์กับสมองการศึกษาโดยการถ่ายภาพเซลล์ประสาทของมนุษย์ ซึ่งให้เห็นว่าความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของมนุษย์มีต้นกำเนิดจากสมองอย่างเห็นได้ชัดบริเวณร่องอินทราพาไรทัล (Intraparietal Sulcus) ของมนุษย์ที่ได้รับการกระตุ้นอย่างเป็นระบบในภารกิจตัวเลขและอาจเป็นส่วนที่สร้างสัญลักษณ์แทนจำนวน ส่วนบริเวณสมองส่วนพรีเซ็นทรัล (Precentral) และส่วนพรีฟรอนทัลทางด้านหลัง (Inferior Prefrontal Cortex)

มีการกระตุ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างคำนวณเลขในใจพบลักษณะที่คล้ายกันนี้บริเวณสมองกลีบข้าง และสมองกลีบหน้าในลิงและการจำแนกตามลักษณะข้อมูลที่เซลล์ประสาทได้รับจากตัวเลข

Jaeggi, buschkuehl, Jonides, and Perrig (2008) เสนอรายงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้วิธีฝึกสมองทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วยปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไปในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุเฉลี่ย 19 ปี แบ่งกลุ่มอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งฝึกทางคอมพิวเตอร์ 25 นาทีต่อวัน โปรแกรมการฝึกนั้นมีการฟังเสียงอ่านเป็นชุด ๆ แล้วให้ฟันความจำ ว่าเป็นชุดเดียวกับที่เคยฟังในขั้นตอนก่อน ๆ มาแล้วหรือไม่ ขณะเดียวกันก็มีการจับคู่ชุดสี่เหลี่ยมจัตุรัสในรูปแบบต่าง ๆ ให้เข้ากับชุดก่อน ๆ ที่เคยดูผ่านมาแต่อีกกลุ่มไม่ได้ฝึกอะไรเลยการฝึกนั้นทำซ้ำ ทุกวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มทำแบบสอบ 2 ชุด คือแบบสอบการใช้เหตุผลและแบบสอบ APM เปรียบเทียบผลการทดสอบปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกทำคะแนนจากแบบสอบการใช้เหตุผล และแบบสอบ APM ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก Davis et al. (2009) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเซลล์ประสาทของความสามารถในการคำนวณของเด็ก โดยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่อง fMRI การศึกษาเป็นการวิเคราะห์การประมวลผลด้านคณิตศาสตร์ในกลุ่มผู้ใหญ่ เพื่อวิเคราะห์กลุ่มเซลล์ประสาทของทักษะในการคำนวณและอิทธิพลของอายุที่มีต่อความสัมพันธ์ดังกล่าวในกลุ่มผู้ใหญ่และกลุ่มเด็กระดับเกรด 3 ที่มีค่าเฉลี่ยเกินกว่าค่าเฉลี่ยความสามารถทางคณิตศาสตร์ ให้กลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรมการคำนวณตัวเลขที่แน่นอนและโดยประมาณทั้งแบบง่ายและยากในขณะที่อยู่ในเครื่อง fMRI ปรากฏว่าเด็กและผู้ใหญ่มีการกระตุ้นโครงข่ายประสาทบริเวณสมองกลีบหน้า (Frontal) และสมองกลีบข้าง (Parietal Lobes) ระหว่างการคำนวณตัวเลขและพื้นที่สมองเพิ่มกิจกรรมที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบโดยตรงระหว่างเด็กกับผู้ใหญ่แสดงให้เห็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญใน ระดับการกระตุ้นของกิจกรรมทั้งหมดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง แบบแผนการกระตุ้นในส่วนสมองกลีบข้าง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเนื่องมาจากอายุ

Karbach and Kray (2009) ศึกษาผลของการฝึกด้วยกิจกรรมที่ต้องอาศัยการปรับเปลี่ยนการทำงานของสมองตามสถานการณ์หรือสิ่งกระตุ้นที่เปลี่ยนไป (Task-switch Training) ซึ่งความสามารถทางด้านนี้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในหน้าที่บริหารจัดการของสมอง (Executive Function) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 126 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่อยู่ในช่วงวัยเด็ก (อายุเฉลี่ย 9 ปี) กลุ่มที่อยู่ในช่วงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น (อายุเฉลี่ย 22 ปี) และกลุ่มที่อยู่ในช่วงวัยผู้ใหญ่ตอนปลาย (อายุเฉลี่ย 69 ปี) ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นประกอบด้วยทั้งสามช่วงวัย กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มยกเว้นกลุ่มควบคุมจะได้รับการฝึก Task Switch Training ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 30 – 40 นาที กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการทดสอบเขาวนปัญญาเชิงเลื่อนไหลด้วยแบบสอบ Standard Progressive Matrices (SPM) ของราเวน ก่อนฝึกและ

หลังฝึก ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึก Task Switch Training ได้คะแนนจากแบบสอบ SPM เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและก่อนได้รับการฝึก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่อง Nueroscan® ประเทศออสเตรเลีย และหมวกอิเล็กทรอนิกส์ที่อ้างอิงระบบมาตรฐานสากล 64 จุด ในการทดลองเพื่อใช้การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์และนำคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้มาทำการวิเคราะห์และแปลผลวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Stim<sup>2</sup> ต่อไป

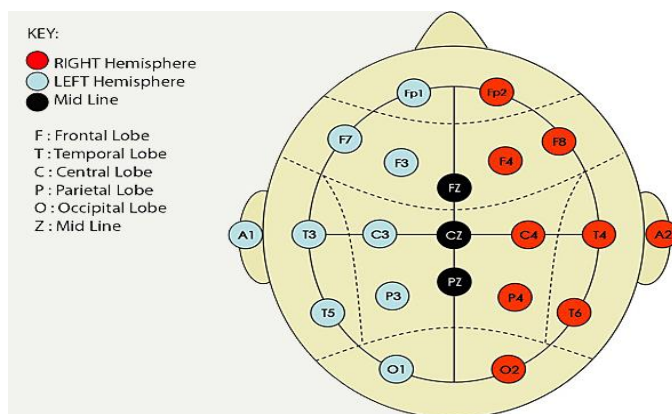
### การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง

การตรวจวัดกระบวนการทำงานทางสมองเกี่ยวกับการรับรู้ทางการมองเห็น ต้องอาศัยการบันทึกด้วยคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electro Encephalographic Recording) ตรวจการทำงานของสมองในส่วน Cerebral Cortex คลื่นที่บันทึกได้เกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดในสมองส่วนแหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในทางการแพทย์จะทำการวัดที่หนังศีรษะ คลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้เกิดจากการรวมกันของประจุที่บริเวณ Dendrite ซึ่งก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือการยับยั้งของเซลล์ประสาท (EPSP & IPSP) ที่อยู่ติดผิวนอกของสมอง (Cortex) ในคลื่นไฟฟ้าสมองปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะ (Rhythmic) เกิดจากประจุที่บริเวณ Dendrite ได้รับสัญญาณจากตัวกำเนิดจังหวะที่อยู่ใน Thalamus ผ่าน Projecting Fiber เข้ามาก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือการยับยั้งของเซลล์ประสาทที่ Dendrite ของเซลล์ประสาทบริเวณผิวสมองเป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจึงเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ในระบบประสาท (สมชาย รัตนทองคำ, 2555 หน้า 3-4)

การจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ขั้นตอนแรกคือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าขั้ววัดสัญญาณตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ถูกทดลอง ขั้ววัดดังกล่าวจะมีหลายแบบ ทั้งแบบที่เป็นแผ่นแปะ (Plate) และแบบหมวกครอบศีรษะ (Cap) แต่การศึกษานี้ใช้แบบหมวก ซึ่งมีขั้ววัดหลาย ๆ อันอยู่ภายในหมวกทำให้ขั้ววัดสัญญาณได้พร้อมกันหลายจุด สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันต่ำมากในระดับมิลลิโวลต์ จึงต้องขยายสัญญาณก่อนด้วยเครื่องขยายเฉพาะที่เรียกว่า ไบโอมพลิฟายเออร์ (Bio Amplifier) ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการป้องกัน กำจัดสัญญาณรบกวน และขยายสัญญาณในย่านความถี่ต่าง ๆ เช่น คลื่นไฟฟ้าสมองได้ดี จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยเครื่องดิจิตาไลเซอร์ (Digitizer) และสัญญาณดิจิตอลจะถูกบันทึกไว้โดยคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การส่งสัญญาณดิจิตอลระหว่างดิจิตาไลเซอร์และคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องมีวงจรไฟฟ้าแยกจากกัน เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ไหลย้อนกลับมายังขั้ววัด

ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ ซึ่งหลักการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและตำแหน่งต่าง ๆ ในสมองแสดงได้ดัง ภาพที่ 14



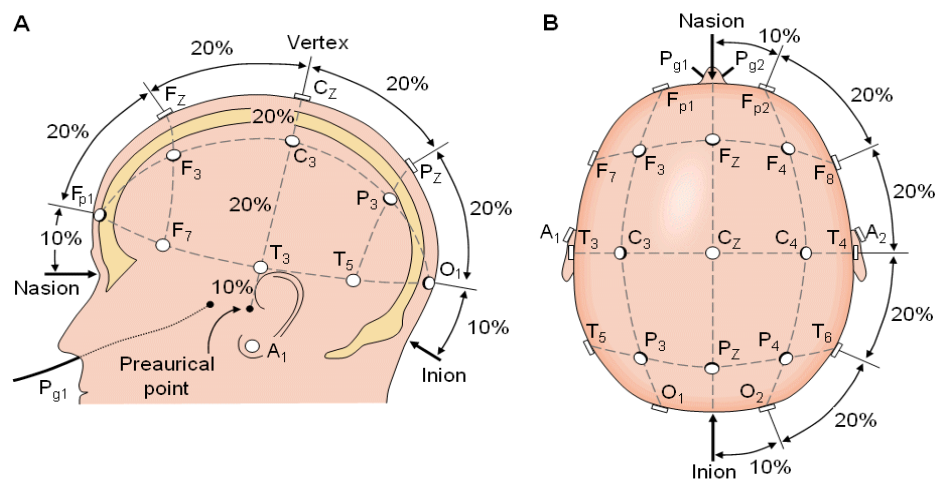
ภาพที่ 14 ตำแหน่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่มา: (Jenkins, Brown, & Rutterford, 2009, p. 157)

2. รูปแบบของการวัดด้วยขั้ววัด โดยทั่วไปการใช้ขั้ววัด (Electrode Plate) เพื่อตรวจจับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง แบ่งได้สองวิธีคือ ก) แบบฝังภายใน (Invasive) ใช้ในทางการแพทย์เป็นหลัก เพื่อใช้ตรวจสอบหาอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานของสมอง ข) แบบแปะภายนอก (Non Invasive) สามารถทำได้ง่ายและไม่อันตราย ปัจจุบันขั้ววัดมีแบบที่เป็นหมวกครอบศีรษะซึ่งใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น การวิจัยนี้ใช้แบบหมวกครอบศีรษะเนื่องจากปลอดภัยและลดภาวะเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บจากการผ่าตัดแก่ผู้ทดสอบ (Subject) ได้มากกว่า

3. การตำแหน่งของจุดที่วัดสัญญาณบนศีรษะ เนื่องจากสมองแต่ละส่วนจะมีหน้าที่หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายแตกต่างกัน ดังนั้น หากเลือกตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สัญญาณที่ได้อาจประกอบที่ไม่ต้องการเยอะกว่าองค์ประกอบที่ต้องการ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทที่ 3

4. ช่วงความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถวัดได้ เนื่องจากสัญญาณที่ตรวจวัดได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำมากก่อนที่จะนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลจะต้องผ่านการขยายโดยเครื่องขยายสัญญาณก่อน ถ้าเครื่องขยายออกแบบมาไม่ดีจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของความถี่บางความถี่ได้ รวมทั้งอาจมีสัญญาณรบกวนแปลกปลอมแทรกเข้ามาในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

5. สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และชั่วคราววัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการไม่ได้ทำความสะอาดหนังศีรษะก่อนแปะขั้ววัด ในกรณีที่ใช้ขั้ววัดแบบพาสซีฟ (Passive) ซึ่งเป็นขั้ววัดที่ไม่มีวงจรขยายสัญญาณในตัวเองสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวบั่นทอนคุณภาพสัญญาณ การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10-20 เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้าตามมาตรฐานของอเมริกัน อีอีจี โซไซตี้ (American EEG Society) หลักการวาง คือ ใช้ระยะระหว่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตารางที่มีการตัดกันที่ร้อยละ 10-20 ของระยะแต่ละเส้นที่วัดเพื่อวาง ขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น ๆ มาตรฐานในการกำหนดตำแหน่งการวัดสัญญาณ (The Ten-Twenty System, The International 10-20 System of Electrode Placement) เป็นวิธีปฏิบัติการเพื่อหา ตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้าตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ แล้วแบ่งส่วนออกเป็นร้อยละ 10 และ ร้อยละ 20 (ระยะที่วัดได้แต่ละเส้นคิดเป็นร้อยละ 100) ตัวเลข 10-20 หมายถึง ตำแหน่งวางขั้ววัด แต่ละจุดถูกกำหนดให้วางอยู่บนจุดแบ่งตัดกันที่ร้อยละ 10 หรือร้อยละ 20 ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ ดังแสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ระบบ 10-20 System (DIY tDCS, 2012)

จากภาพที่ 15 ระบบ 10-20 System ขั้ววัดจะวางอยู่ตำแหน่งตัดกันที่ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 20 ของระยะทางที่แบ่งบนเส้นวัดศีรษะแต่ละเส้น

6. อัตราความถี่สุ่ม (Sampling Rate) ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากสัญญาณ อนุาล็อกไปเป็นดิจิทัล (Digitize) ถ้าหากใช้ความถี่สุ่มต่ำไปจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของ สัญญาณที่ความถี่สูง ๆ ได้เนื่องจากย่านความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้ จะอยู่ในช่วง 0-100 เฮิรตซ์เท่านั้น

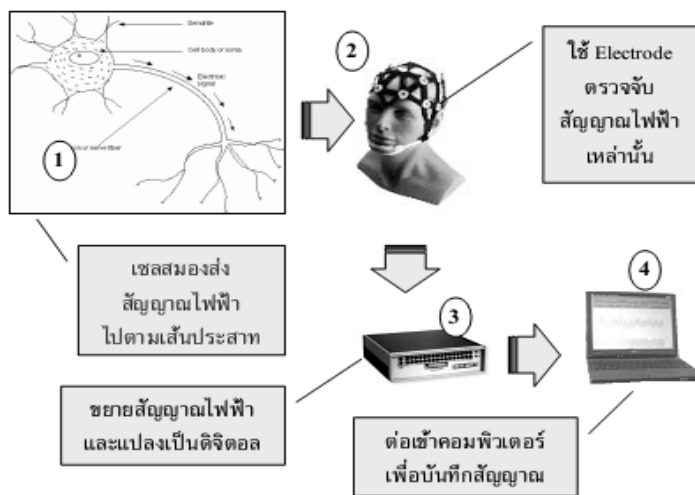
โดยปกติสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายจะต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าเพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างเซลล์ในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เซลล์ของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและระบบประสาทจะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำงาน ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างบริเวณที่ทำงานและบริเวณที่ทำงาน ในขณะที่มีชีวิตรู้อยู่สมองจะต้องทำงานอยู่เสมอโดยที่เราอาจจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวดังนั้นคนที่มีชีวิตจึงมีกระแสไฟฟ้าจากสมองจำนวนน้อย ๆ ที่วัดได้ตลอดเวลา การวัดกระแสไฟฟ้าในสมองของคนจะวัดได้จากการวางขั้วไฟฟ้าไปบนหนังศีรษะ เรียกว่า อีอีจี (Electroencephalograph: EEG) ถ้าใช้ขั้วไฟฟ้าเสียบไปที่ผิวของโดยตรงเรียก อีซีโอจี (Electrocorticograph: ECOG) ทั้งอีอีจี (EEG) และอีซีโอจี (ECOG) จะมีความถี่เหมือนกัน แต่ความแรงของอีอีจีจะน้อยกว่าอีซีโอจี เนื่องจากกระแสลดน้อยลงเมื่อผ่านกะโหลกศีรษะและหนังศีรษะ การเกิดกระแสไฟฟ้าในเซลล์ประสาท เริ่มต้นจากการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านผนังเซลล์ เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้นโซเดียม (Sodium) จะเข้าสู่เซลล์ประสาทและโพแทสเซียม (Potassium) จะถูกขับออกนอกเซลล์ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ที่สามารถวัดได้ ต่อมาจะกลับคืนสู่ปกติดังเดิม การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ต้องอาศัยพลังงานจากสารเคมีกลุ่มที่มีฟอสเฟตพลังงานสูงเรียกว่า อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate: ATP) ช่วยในการทำงานของสารสื่อประสาท เมื่อเซลล์ประสาทส่วนหนึ่งได้รับการกระตุ้นจะปลดปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้เดินไปตามใยประสาท (Nerve Fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาท กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ ที่เกิดขึ้นจะไปกระตุ้นเซลล์ประสาทเซลล์ต่อไปให้ปล่อยประจุหรืออาจตรวจพบเป็นคลื่นไฟฟ้าผิดปกติ พบได้ในบริเวณที่มีไฟฟ้าต่อไปเป็นทอด ๆ สัญญาณ ไฟฟ้านี้เรียกว่า คลื่นไฟฟ้าสมอง มีลักษณะเคลื่อนไหวขึ้นและลงเหมือนคลื่นทั่วไป ใช้หน่วยการวัดเป็นรอบต่อวินาที ความถี่และความแรงของคลื่นไฟฟ้าของระบบประสาทที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับผลรวมของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางประสาท สรีรวิทยาของคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีความแตกต่างในแต่ละบุคคลแล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ การนอน ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง (มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549 หน้า 78)

### หลักการและวิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

คลื่นสมอง เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งได้มาจากการส่ง สัญญาณเคมีทางชีวภาพในร่างกายมนุษย์ การวัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณสมองด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เอนฟาโลแกรม (Electroencephalogram: EEG) ทำให้นักวิจัยทางประสาทวิทยาศาสตร์ พบว่ามนุษย์สามารถควบคุมคลื่นสมองและสารที่หลังจากสมองได้ หากมีการฝึกฝนทางจิตให้ควบคุมสภาวะอารมณ์และจิตใจได้ ทำให้พบความจริงว่าการเลือกตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกมีผล โดยตรงต่อสภาวะภายในที่เป็นคลื่นไฟฟ้าสมอง หลักการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าของสมองและตำแหน่งต่าง ๆ ในสมองไว้ดังต่อไปนี้

### การบันทึกด้วยกระแสไฟฟ้า (Electrical Recording)

ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณอีอีจีขั้นตอนแรก คือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าขั้ววัดสัญญาณ (Electrode) ตรวจสอบจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ใช้ทดลองขั้ววัดดังกล่าวจะมีหลายแบบทั้งแบบที่เป็นแผ่นแปะ (Plate) และแบบหมวกครอบศีรษะ (Cap) ที่แสดงในภาพที่ 16 จะเป็นแบบหมวกซึ่งมีขั้ววัดหลาย ๆ อันอยู่ภายในหมวกทำให้วัดสัญญาณได้พร้อมกันหลายจุดสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันต่ำมากในระดับมิลลิโวลต์ (mV) จึงต้องขยายสัญญาณก่อนด้วยเครื่องขยายเฉพาะที่เรียกว่าไบโอแอมพลิฟายเออร์ (Bio Amplifier) ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการป้องกันและกำจัดสัญญาณรบกวนที่ดีที่สุดและขยายสัญญาณในย่านความถี่ต่าง ๆ เช่น คลื่นสมองได้ดี จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยเครื่อง ดิจิไทเซอร์ (Digitizer) และสัญญาณดิจิตอลจะถูกบันทึกไว้โดยคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การส่งสัญญาณดิจิตอลระหว่างดิจิไทเซอร์และคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องทำให้มีวงจรไฟฟ้าแยกจากกัน เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ไหลย้อนกลับมายังขั้ววัดซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ ซึ่งการแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกันอาจทำได้โดยใช้สื่อำนำแสงแทนสื่อำนำไฟฟ้า โดยทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นแสงก่อนส่งและแสงจะถูกแปลงกลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าทางด้านตัวรับ ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ลำดับขั้นตอนในการจัดเก็บสัญญาณ EEG (อนุพันธ์ การศิลป์, 2549, หน้า 10)

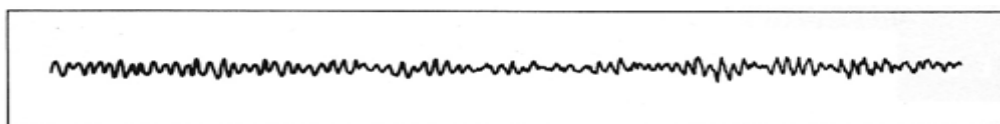
### การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography)

คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram) มักเรียกย่อว่า คลื่นสมองหรือ EEG คือ การบันทึกผลรวมของศักย์ไฟฟ้านอกเซลล์ของกลุ่มเซลล์ประสาทในสมองที่อยู่ใต้บริเวณอิเล็กโทรด

(ชั่วไฟฟ้า) บันทึกสัญญาณที่บันทึกได้คือสัญญาณเดียวกับของ Electrocorticogram (ECOG) เพียงแต่ EEG ขนาดเล็กกว่าและมีความถี่ต่ำกว่า เพราะเป็นการบันทึกที่ไกลออกจากแหล่งกำเนิด และเป็นการบันทึกผ่านชั้นกะโหลกศีรษะและหนังศีรษะ เป็นผลรวมการทำงานของกลุ่มเซลล์ประสาท ปกติจะวางชั่วไฟฟ้าเป็นคู่ที่บริเวณ Frontal, Parietal, Occipital และ Temporal Lobe ทั้งสองซีกสมอง ความถี่ที่บันทึกได้จะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-50 Hz (ปกติ 1-30 Hz) มีความสูงคลื่นขนาด 10-100  $\mu\text{V}$  ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 10-50  $\mu\text{V}$  แม้ว่าความถี่ค่อนข้างซับซ้อนและขนาดเปลี่ยนแปลงมาก ในเวลาช่วงสั้น ๆ (สุพรพิมพ์ เจียสกุล, 2548, หน้า 47) สภาวะของการรับรู้ในความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ ความฝันและการมีเหตุมีผล ซึ่งสภาวะการมีสติของแต่ละบุคคลนั้นไม่ว่าจะอยู่ในช่วงระหว่างที่รู้สึกตัว หลับหรือครึ่งหลับครึ่งตื่นสามารถวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การสังเกตที่พฤติกรรม การควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่การใช้สมาธิในการควบคุม ได้สูงสุดไปจนถึงสภาวะที่ไม่รู้สึกตัว
2. การวัดด้วยเครื่อง Electroencephalogram (EEG) เป็นการบันทึกระบบการเคลื่อนไหวของสมองโดยการใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นการแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 2 จุดบริเวณหนังศีรษะ มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อประสาทตื่นตัวมีการเคลื่อนไหว ซึ่งจะแสดงออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า การเคลื่อนไหวทางไฟฟ้านั้นต่อมาจากเส้นประสาทในสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถทำการบันทึกได้ในบริเวณที่ใกล้กับผิวด้านนอกของศีรษะ ชั่วไฟฟ้าที่มีสายไฟต่อเป็นวงจรไฟฟ้าติดอยู่ที่ศีรษะ โดยมีแก้วผสมตะกั่วกับเกลือที่เป็นสื่อทางไฟฟ้า การทำงานจะเริ่มขึ้นเมื่อได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากศีรษะแล้วส่งคลื่นไปยังตัวเครื่อง ซึ่ง EEG จะทำการเปลี่ยนสภาพคลื่นทันที ด้วยเหตุนี้ระบบ EEG จะแสดงผลการผันแปรกระแสไฟฟ้าของประสาทไว้ล่วงหน้าก่อนทำการบันทึกตัวอย่างการทำงานของระบบ EEG ที่แสดงเป็นลักษณะคลื่น ดังภาพที่ 17 ถึงแม้ว่าจะแสดงเพียง 1 คลื่นแต่สามารถอธิบายได้ 2 ทางด้วยกัน คือ

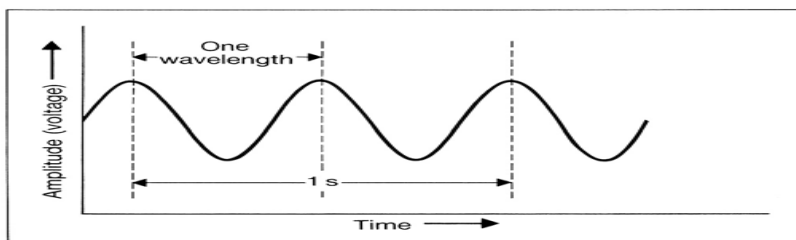


ภาพที่ 17 ระบบ EEG ที่เป็นลักษณะคลื่น ที่มา: <http://www.snipview.com/q/EEG/wave>

1. ความกว้างของคลื่น (Amplitude) หมายความว่า มีการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าในขณะนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำของแรงดันไฟฟ้า เพราะฉะนั้นการขยายกว้างของคลื่นจึงแคบมากเทียบเป็น Microvolts ดังภาพที่ 18 เป็นแนวขยายกว้างออกของคลื่นตั้งแต่ 0.5 จนถึง 100 mV. ซึ่ง EEG



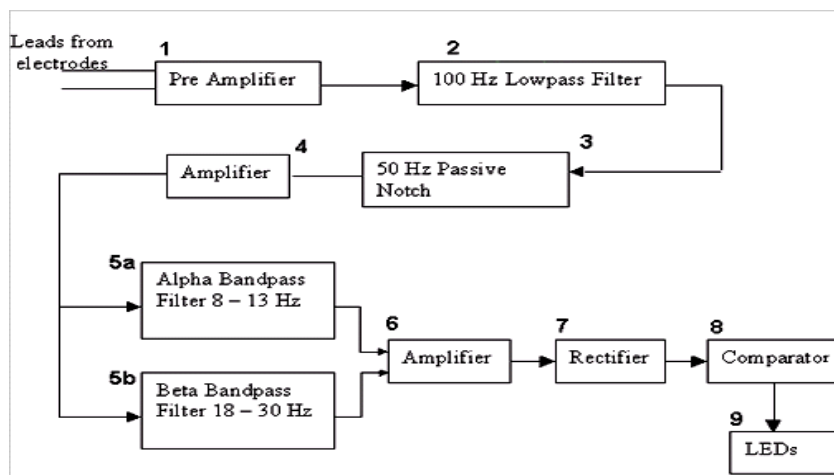
สามารถบันทึกความกว้างของคลื่นได้ประมาณ 100 ครั้ง น้อยกว่า Electrocardiogram (EKG) ที่บันทึกได้ประมาณ 1,000 ครั้ง



ภาพที่ 18 แรงดันไฟฟ้า และความถี่ของคลื่น ที่มา: <http://www.snipview.com/q/EEG/wave>

2. ความถี่ของคลื่น (Frequency) หมายความว่า รอบการหมุนของคลื่นตั้งแต่เริ่มขยายกว้างออกจนเคลื่อนกลับ อยู่ในระดับสูงสุดจนถึงน้อยที่สุด ซึ่งความถี่จะวัดเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) โดยรอบการหมุนในครั้งที่ 2 อาจผันแปรจาก 1 ถึง 30 เฮิรตซ์

เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG Apparatus)



ภาพที่ 19 การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่มา: <http://www.eng.monash.edu.au/non-cms/ecse/ieee/ieeebio1999/p80.htm>

เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ปัจจุบันมีสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองแบบดั้งเดิม (Conventional EEG) ที่ใช้ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองลงบนกระดาษบันทึกต่อเนื่องและเครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บบันทึก

สัญญาณและแสดงผล (Digital EEG) ซึ่งมีองค์ประกอบตั้งนี้้องค์ประกอบหลักของเครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง ได้แก่

1. กล่องต่อขั้ววัดไฟฟ้า (Input Box, Electrode Board หรือ Head Box) เป็นกล่องที่ใช้ต่อเชื่อมขั้ววัดไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง เดิมออกแบบขั้วไฟฟ้าเป็นตัวเมีย ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นขั้วชนิดปลอดภัยมีชื่อในระบบ 10 - 20 ในกล่องอาจมีเครื่องวัดความต้านทาน (Impedance) อยู่ด้วย สำหรับเครื่องดิจิทัล อีอีจี มักจะรวมตัวขยายสัญญาณและตัวแปลงสัญญาณ Analog to Digital ไว้ในกล่องนี้

2. ตัวเลือกช่องสัญญาณ (Input Selector Switches) เป็นสวิตช์ที่ใช้เชื่อมสัญญาณจากกล่องต่อขั้ววัดเข้ากับเครื่องขยายสัญญาณแต่ละช่อง (Channel) โดยแต่ละช่องขยายสัญญาณจะมีขั้วสองขั้ว เรียกว่า กริด1 (Grid 1) และ กริด2 (Grid 2) ตัวช่องสัญญาณจะช่วยให้เราสามารถเลือกที่จะใช้ขั้ววัดใดต่อเชื่อมเข้ากับ (Grid 1) หรือ (2) ของช่องสัญญาณใด ๆ ได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ยังมีตัวเลือกสัญญาณกลาง (Master Switch) ใช้เป็นตัวเชื่อมขั้วไฟฟ้าตามรูปแบบการแสดงผล Montage ที่ต้องการ โดยหมุนหรือกดเพียงครั้งเดียว ส่วนในเครื่อง Digital ไม่มีตัวเลือกช่องสัญญาณ ใช้การเชื่อมสัญญาณแต่ละขั้ววัดเข้ากับ (Grid 1) ของเครื่องขยายสัญญาณแต่ละช่องแล้วใช้การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ในการเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลแทน

3. เครื่องกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน (Calibration) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณเพื่อใช้ทดสอบการทำงานของเครื่องขยายสัญญาณ เครื่องกรองสัญญาณและการแสดงผล โดยมีสัญญาณต่างชนิดต่างขนาดในการทดสอบ

4. เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifiers) ทำหน้าที่สองอย่าง คือ คัดเลือกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองออกจากสัญญาณรบกวนและขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

5. เครื่องกรองสัญญาณ (Filters) ทำหน้าที่ลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ตรงกับที่ระบุไว้ลงเนื่องจากคลื่นไฟฟ้าสมองโดยเฉลี่ยมีความถี่อยู่ในช่วง 1-30 เฮิรซ์ ยกเว้น Spike หรือ Sharp Wave จะมีความถี่สูงกว่า ความเข้าใจในเรื่องนี้จะช่วยอธิบายการเลือกใช้เครื่องกรองสัญญาณที่เหมาะสมเครื่องกรองสัญญาณสามารถสร้างด้วยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อกรองสัญญาณจริง เรียกว่า ตัวกรองอะนาล็อก (Analog Filter) ส่วนการสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อกรองสัญญาณที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณ Digital แล้ว เรียกว่า (Digital Filter)

6. เครื่องแสดงผล (Pen Writing Unit) คือ เครื่องมือที่บันทึกสัญญาณลงบนกระดาษบันทึกต่อเนื่อง ที่นิยมใช้กัน คือ Oscillographic Pen ซึ่งประกอบด้วยปากกาที่ยึดติดอยู่บนขดลวดที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก (Galvanometer) ปากกาดังกล่าวมีขดลวดสปริงดึงปากกาให้กลับมาสู่จุดกึ่งกลาง เมื่อสัญญาณไฟฟ้าผ่านขดลวด ปากกาจะขยับขึ้นลงตามสัญญาณ ทำให้ปากกาที่มักมีหมึกอยู่ที่ปลายปากกาเขียนคลื่นลงบนกระดาษบันทึกต่อเนื่องได้ นอกจาก Oscillographic Pen

แล้วยังมีการใช้เครื่องอื่น เช่น กระดาษไวความร้อน (Thermal Paper), Injet Printer และแสดงผลเป็นแผ่นกระดาษพิมพ์ครั้งละแผ่นโดย Laser Printer เป็นต้น

7. การแปลงสัญญาณและการแสดงผลในเครื่อง Digital EEG (Analog to Digital Conversion) เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในปัจจุบันได้พัฒนาจากระบบดั้งเดิมมาเป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการบันทึกและแสดงผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ข้อแตกต่างที่สำคัญของ Digital EEG และ เครื่อง EEG ดั้งเดิม (Analog EEG) คือ Digital EEG ใช้การบันทึกสัญญาณจากทุก ๆ ขั้ววัดไฟฟ้าพร้อมกันโดยเทียบกับจุดอ้างอิงเดียวกัน แล้วจึงนำสัญญาณไปจัดรูปแบบการแสดงผล (Montage) ที่ต้องการในภายหลัง ดังนั้นจึงสามารถปรับขนาดการแสดงผล (Sensitivity), Montage, Filters และนำไปวิเคราะห์ภายหลังได้สะดวก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการแปลงสัญญาณจาก Analog ไปเป็น Digital คือ

7.1 อัตราการวัดสัญญาณ (Sampling Rate) ต้องทำได้อย่างน้อยเป็นสองเท่าของความถี่สูงสุด จึงจะสามารถทำให้การแสดงผลคงสภาพรูปสัญญาณดั้งเดิมได้อย่างถูกต้อง ถ้าสัญญาณที่แสดงผลผิดเพี้ยนไป เช่น เป็นคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความเป็นจริง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่า Aliasing ในทำนองเดียวกันเมื่อ Sampling Rate สูงพอทำให้ได้สัญญาณที่ถูกต้อง ค่า dwelltime ตามปกติ EEG จะถูกสุ่มที่ 200 Hz. จะมี dwell time = 5 ms.

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

7.3 ช่วงที่เหมาะสมของสัญญาณ เป็นช่วงของสัญญาณที่ขยายแล้วกับเรื่องแปลงสัญญาณ (Input Voltage Range) จะต้องไม่มีการสูญหายของสัญญาณการแสดงผลของสัญญาณในเครื่อง Digital EEG ใช้การคำนวณเพื่อสร้างรูปคลื่นตามรูปแบบของการแสดงผลที่เราต้องการ (Montage Reformatting) เนื่องจาก Digital EEG เก็บสัญญาณในรูปแบบที่ให้ Grid ของทุกช่องขยายต่อเชื่อมกับขั้ววัดไฟฟ้าตำแหน่งเดียวกัน (Common Electrode Reference) ดังนั้น เราจึงสามารถแสดงผลตามรูปแบบที่ต้องการได้โดยไม่จำกัด

### รูปแบบการแสดงผล (Montage)

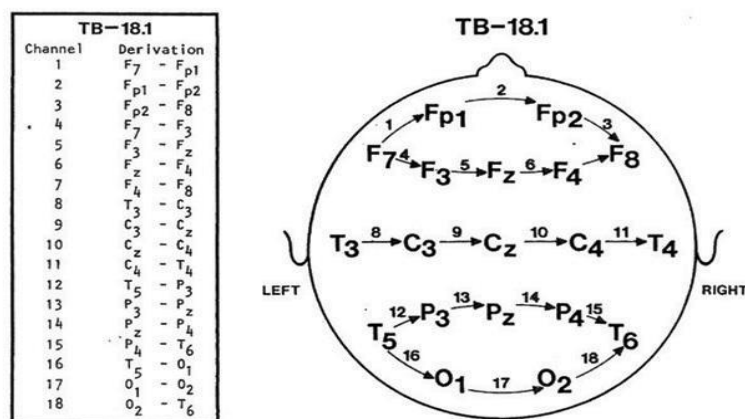
การอ่านคลื่นไฟฟ้าสมองมีหลักการสำคัญ คือ การสร้างการแผ่กระจายของสัญญาณบนหนังศีรษะ (Distribution of The Electrical Signal Over The Scalp) เนื่องจากวิธีการวัด EEG นั้นเป็นการเปรียบเทียบ Grid 1 และ Grid 2 สัญญาณอาจเข้ามาได้ทั้งสองขั้ว ดังนั้น เราจึงอาศัยการจัดรูปแบบแสดงผลเพื่อนำข้อมูลจากคลื่นไฟฟ้าสมองหลาย ๆ ช่องมาพิจารณาร่วมกันเพื่อประมาณการแผ่กระจายของสัญญาณบนหนังศีรษะ 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 จึงสามารถแสดงสัญญาณจากค่าผลต่างของขั้ววัดไฟฟ้า ทำให้เห็นสัญญาณที่มีขนาดไม่ใหญ่มากกระจายออกมาเฉพาะที่ได้ดี เราจำเป็นต้องอ่านข้อมูลจากสองแนวเป็นอย่างน้อย เพื่อให้ได้ตำแหน่งแผ่กระจายคลื่นไฟฟ้าสมองที่แน่นอน

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

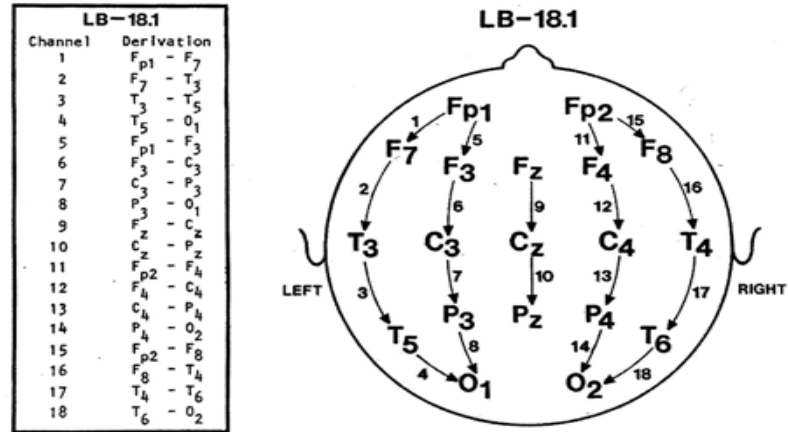
### การจัดวางรูปแบบแสดงผล (Montage Design)

1. การจัดวางรูปแบบแสดงผล แบบการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา



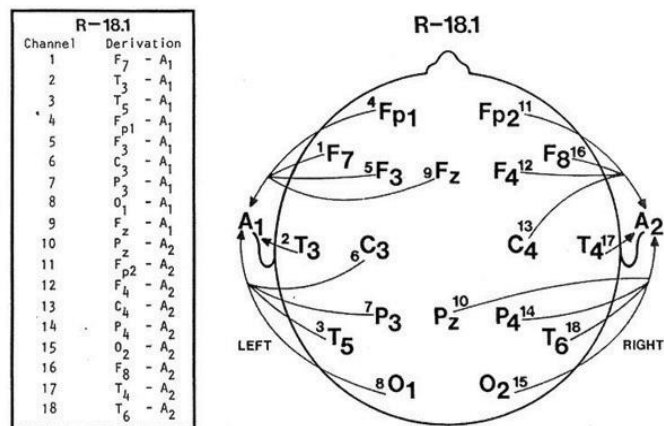
ภาพที่ 20 การจัดวางรูปแบบแสดงผลแบบการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา (อุบล ปาละมี, 2544)

3. การจัดวางรูปแบบแสดงผล แบบการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง



ภาพที่ 21 การจัดวางรูปแบบแสดงผลการจัดวางขั้ววัดไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง (อุบล ปาระมี, 2544)

4. การจัดวางรูปแบบแสดงผล แบบการจัดเรียงขั้ววัดไฟฟ้าให้เป็นไปตามกายวิภาค



ภาพที่ 22 การจัดวางรูปแบบแสดงผลการจัดเรียงขั้ววัดไฟฟ้าให้เป็นไปตามกายวิภาค (อุบล ปาระมี, 2544)

4. การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10-20

เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้าตามมาตรฐานของ American Clinical Neurophysiology Society หลักการวาง คือ ใช้ระยะระหว่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตารางที่มีการตัดกันที่ร้อยละ 10-20 ของระยะแต่ละเส้นที่วัด เพื่อวางขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น ๆ The Ten-Twenty System หรือ The International 10-20 System of Electrode Placement

เป็นวิธีปฏิบัติการเพื่อหาตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้าตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ แล้วแบ่งส่วน  
ออกเป็นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 (ระยะที่วัดได้แต่ละเส้นคิดเป็นร้อยละ 100) ตัวเลข 10-20  
หมายถึงตำแหน่งวางขั้ววัดแต่ละจุดถูกกำหนดให้วางอยู่บนจุดแบ่งตัดกันที่ร้อยละ 10 หรือร้อยละ 20  
ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยการประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) ซึ่งเป็นวิธีออกกำลังกายที่ใช้ประสาทสัมผัสไปกระตุ้นการทำงานของสมองที่ทำหน้าที่จำเพาะให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นการบูรณาการประสาทสัมผัสของร่างกายทั้งประสาทสัมผัสทั่วไป และประสาทสัมผัสพิเศษ ได้แก่ การมองเห็น การลิ้มรส การได้กลิ่น การได้ยินและการสัมผัส รวมถึงการคิดและการปรับอารมณ์ให้มีการทำงานเชื่อมโยงกับศูนย์ควบคุมจะอยู่ที่บริเวณต่าง ๆ ของสมองและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบด้านความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีวิธีดำเนินการสร้างและพัฒนา ดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 สังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดวิธีพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม

สำหรับผู้บริหารโรงเรียน

#### ขั้นตอนที่ 2 การสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ

ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
2. ออกแบบโปรแกรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

3. ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ และทดลองนำไปใช้กับผู้บริหารโรงเรียน

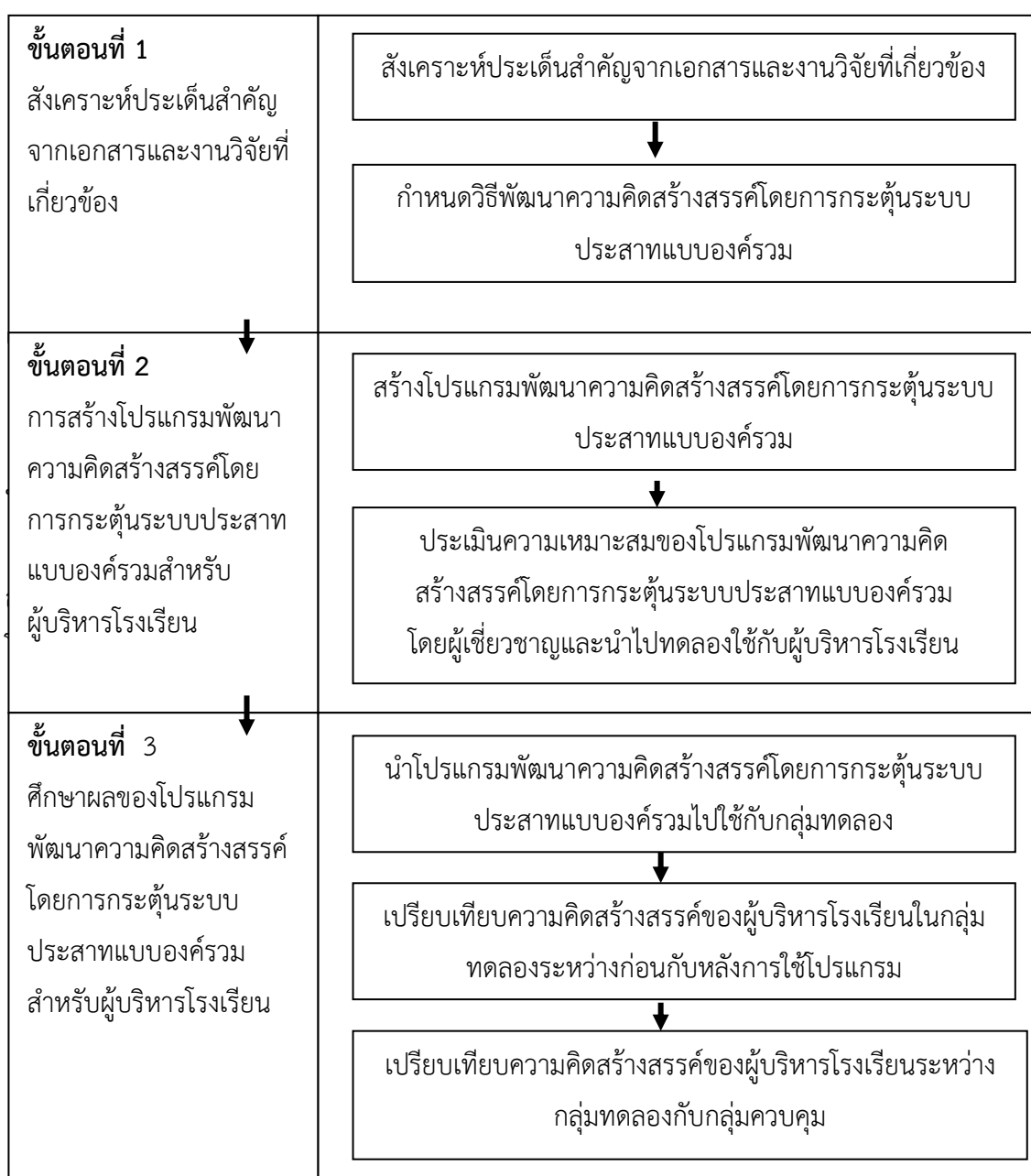
#### ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ

ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

1. นำโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ไปใช้กับกลุ่มทดลอง
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรม
3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

## การสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

การดำเนินการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ผู้วิจัยศึกษาเอกสารแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางในการสังเคราะห์ ได้แสดงเป็นแผนภาพ ดังตารางภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์



## ขั้นตอนที่ 1 สังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. สังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 แนวคิดเกี่ยวกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดคุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างและการพัฒนาโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง

1.2 แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน และการพัฒนาเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ร่วมกับเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

1.3 ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ ในการพัฒนาโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ที่ทำให้สมองทุกส่วนมีการทำงานเชื่อมโยงกัน ประกอบด้วย กิจกรรมการมองภาพ กิจกรรมการลิ้มรส กิจกรรมการไต่กลิ้ง กิจกรรมการไต่ยีน กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย มีการเพิ่มเติมในส่วนการทำกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) โดยปรับอารมณ์ให้อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย (Relaxation Condition) มีผลต่อการทำงานของสมองส่วนลิมบิก (Limbic) จากแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

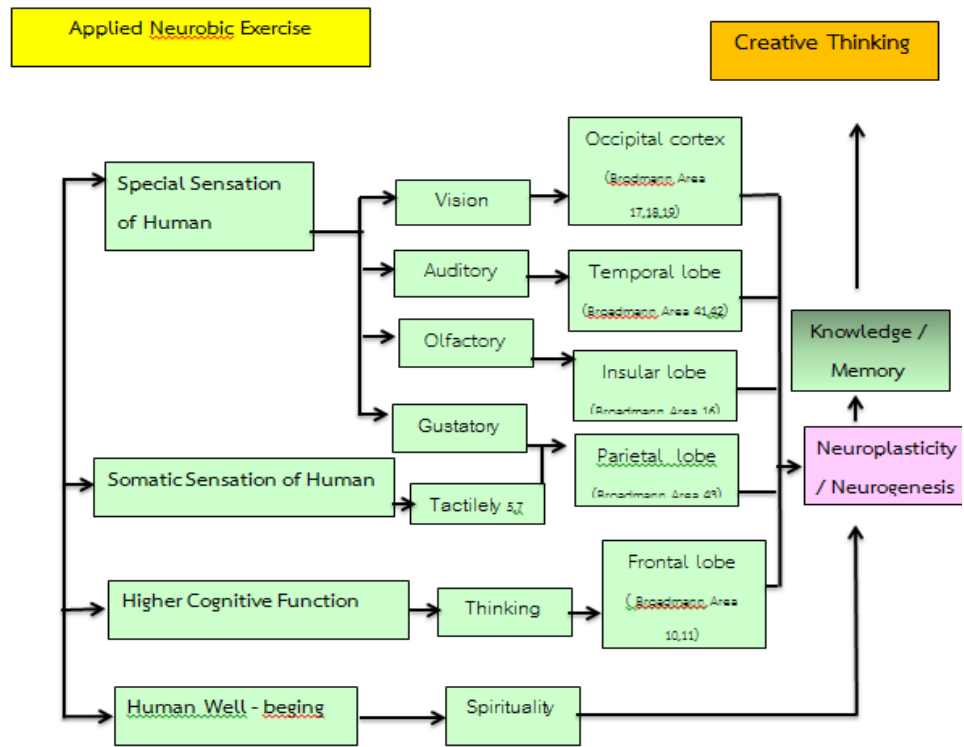
2. กำหนดวิธีพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน สารสำคัญที่ได้จากการสังเคราะห์ผลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปเป็นประเด็นสำคัญที่จะนำมาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนได้ 2 ประเด็นคือ

ประเด็นที่ 1. การพัฒนาด้านกายภาพ ต้องมีการกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสพิเศษและประสาทสัมผัสทางกาย ให้ทำงานสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างสมดุลหรือเรียกว่าการกระตุ้นแบบองค์รวม

ประเด็นที่ 2. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันในการทำกิจกรรมใหม่โดยไม่เพิ่มเป็นภาระสำหรับผู้ปฏิบัติ

ประเด็นสำคัญครอบคลุมทั้งมิติกายและจิตซึ่งถูกนำมาเป็นประเด็นตั้งต้นในการสร้างโปรแกรมเพื่อกำหนดวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยการบูรณาการการทำงานของระบบประสาทสัมผัส ได้แก่ การมองภาพ การรับรส การไต่กลิ้ง การไต่ยีน การสัมผัส มีความสำคัญต่อการทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำ ทำให้สมองหลั่งสารซีโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟินส์ (Endorphins) ทำให้ความจำดีขึ้น มีผลต่อเส้นใยประสาททำให้แขนงเซลล์ประสาทแตกกิ่งก้านสาขา

เซลล์สมองสื่อสารกันมากขึ้นช่วยในการกระตุ้นระบบประสาทของสมอง ให้เกิดการหลั่งสารสื่อประสาท โดยใช้กิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อประสาทสัมผัสทั้งห้า เพิ่มการส่งผ่านของกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 การทำงานของระบบประสาทสัมผัสทางกายและระบบประสาทสัมผัสพิเศษที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระบบของเซลล์ประสาทในส่วนต่างๆของร่างกายโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม

การสังเคราะห์กิจกรรมในโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมโดยการวิเคราะห์หลักการของนิวโรบิกส์เอ็กเซอร์ไซส์ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์กิจกรรมตามหลักการทำหน้าที่และบทบาทของระบบประสาทสัมผัส

ประสาทสัมผัส	หลักการ	กิจกรรม
การมองเห็น (Visual Activity)	การมองเห็นภาพจะส่งสัญญาณไปที่สมองกลีบหลังหรือส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) ด้วยเส้นประสาทคู่ที่ 2 และหลังจากนั้นสมองส่วนของการมองเห็นนี้อยู่ทางด้านหลังของสมองจะพัฒนาโครงสร้างที่จะตอบรับภาพ โดยการแปลภาพที่เห็นออกมาให้มีความหมายอาศัยสมองในส่วนนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) และสมองส่วนหน้าของการมองเห็นต่อจากนั้นเซลล์ประสาทจะส่งข้อมูลไปยังสมองที่เกี่ยวกับการเห็นหรือสมองส่วนหลัง สามารถพัฒนาความจำได้	การมองเห็นที่ขาดความสมบูรณ์และการอ่านหนังสือจากบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป
การรับรส (Gustatory Activity)	การรับรสชาติที่แตกต่างกันจะช่วยกระตุ้นเซลล์และเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 และประสาทสมองคู่ที่ 9 เพื่อส่งกระแสประสาทไปยังบริเวณนิวเคลียสในก้านสมอง แล้วส่งต่อไปที่ทาลามัสและส่วนซีรีบรัมพู่ด้านข้างกระหม่อม (Parietal Cortex) วงจรนี้จะทำให้เกิดการทำงานของสมองหลายส่วนโดยเซลล์ประสาททำหน้าที่รับสัญญาณกระแสประสาทจากเซลล์สมองข้างเคียงที่เชื่อมติดต่อกับเซลล์สมองตัวอื่น เมื่อเซลล์สมองหลายส่วนมีการทำงาน ทำให้เกิดการการพัฒนาความจำ	การรับรสชาติที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทาน
การรับกลิ่น (Olfactory Neurons)	ได้รับกลิ่นที่แตกต่างกันจะมีการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในการรับกลิ่น (Olfactory Neurons) โดยส่งสัญญาณกระแสประสาทในสมอง มีผลให้ของสมองทุกส่วน ให้มีการทำงานเชื่อมโยงกับประสาทสัมผัส ทำให้มีผลต่อการงอกใหม่ของเซลล์ประสาทนำไปสู่การฟื้นฟูความจำ	การได้รับกลิ่นที่แตกต่างจากที่เคยชิน
การได้ยินเสียง (Auditory)	เซลล์ประสาทที่ตอบสนองต่อเสียงอยู่ในบริเวณเปลือกสมองบริเวณขมับ (Temporal Cortex) การได้ยินเสียงดนตรีทำให้รู้สึกผ่อนคลายสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์สมอง ช่วยกระตุ้นสมองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินให้มีการพัฒนาโดยเชื่อมโยงกับการทำหน้าที่ของสมองในส่วนต่างๆ ส่งผลให้เกิดการหลั่งสารเอ็นโดฟินส์ (Endorphins) ที่มีผลทำให้สมองปลอดโปร่ง การคิดดี มีความสุข สุขภาพดี ความจำระยะสั้นดีและส่งผลต่อการคิด	การให้ได้รับเสียงดนตรีที่ทำให้ผ่อนคลาย

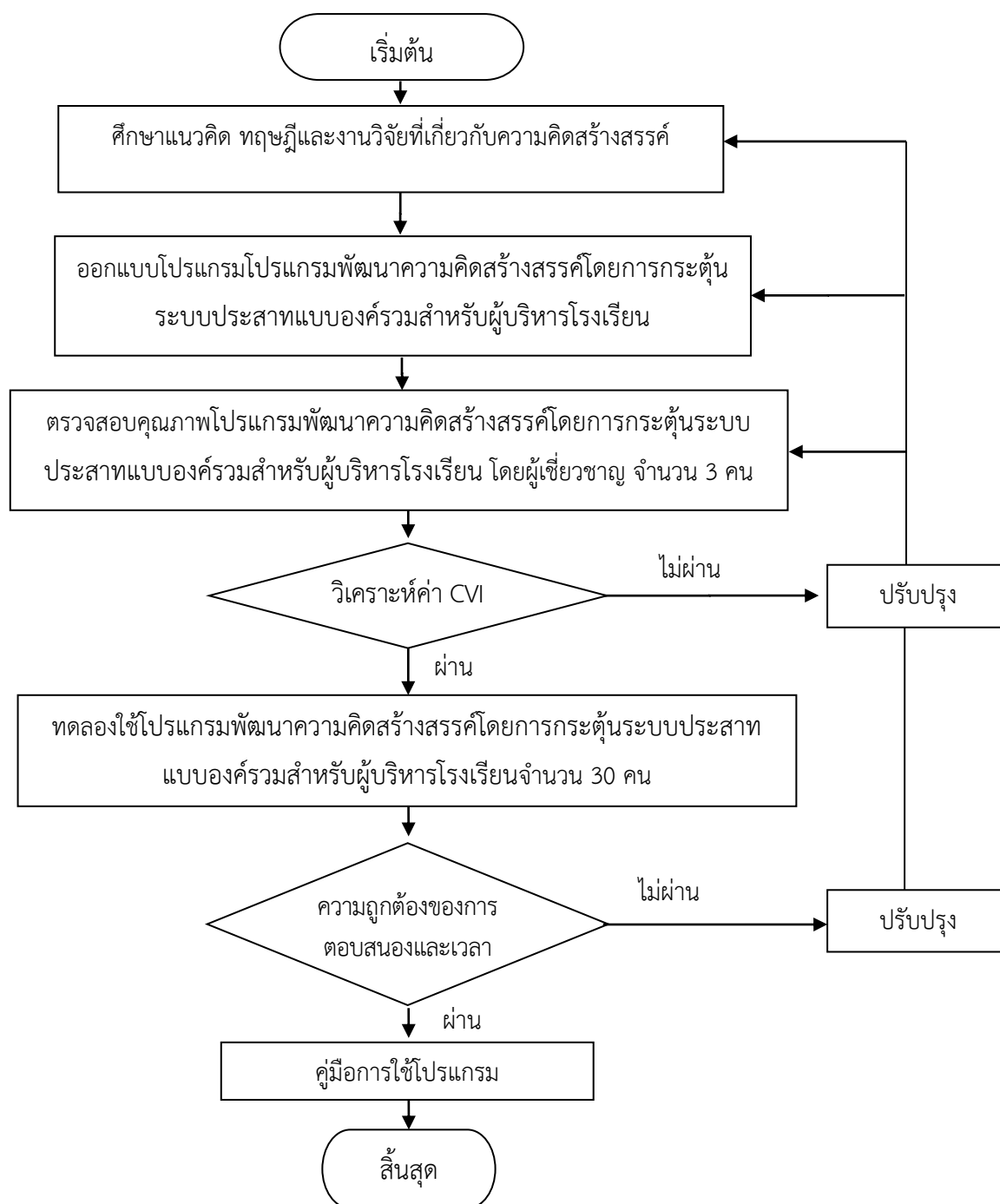
## ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประสาทสัมผัส	หลักการ	กิจกรรม
การสัมผัส ทางร่างกาย (Tactilely Activity)	มีผลกระตุ้นเปลือกสมองใหญ่ (Cerebral Cortex) ทำให้เซลล์สมอง แตกตัวมากขึ้นเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ การส่งสารสื่อเซลล์ประสาท รวดเร็ว มีการหลั่งของสารซีโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟินส์ (Endorphins) ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นมีความจำที่ดีขึ้น	การเปลี่ยน พฤติกรรมใน การสัมผัส ด้วยการ หลับตาเพื่อ คลำหาวัตถุ
การคิด (Thinking Activity)	สมองใช้ความคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจะกระตุ้นการทำงานของ สมองส่วนหน้า (Frontal lobe) ทำให้เกิดการงอกใหม่ของเซลล์ ประสาท (Neurogenesis) มีการสร้างใยประสาทเพิ่มขึ้น ทำให้เกิด การเชื่อมโยงวงจรแห่งความรู้ในสมองหลายทาง เพื่อสร้างจุด เชื่อมต่อของเซลล์ประสาท (Synapse) ที่จำเป็นในสมองช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพความจำและการคิด	การระดม สมองและ การวางแผน การทำงาน การแก้ไข ปัญหาใน ภารกิจที่ ปฏิบัติงาน
กิจกรรมทาง จิตวิญญาณ (Spiritual Activity)	ปรับอารมณ์ให้อยู่ในสภาพผ่อนคลายมีผลต่อการทำงานของสมอง ส่วนอะมิกดาลา (Amygdala) ทำให้สมองหลั่งสารเซโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟินส์ (Endorphins) ส่งผลให้เกิดการรู้ การคิดได้รวดเร็วขึ้นรวมทั้งมีความจำดีขึ้นส่งผลต่อความคิด	การพบปะ พูดคุยกับ เพื่อน ร่วมงานและ การฝึกสมาธิ การฟังบท สวดมนต์

## ขั้นตอนที่ 2 การสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ

ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน (Flow Chart) แสดงได้ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

## 1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

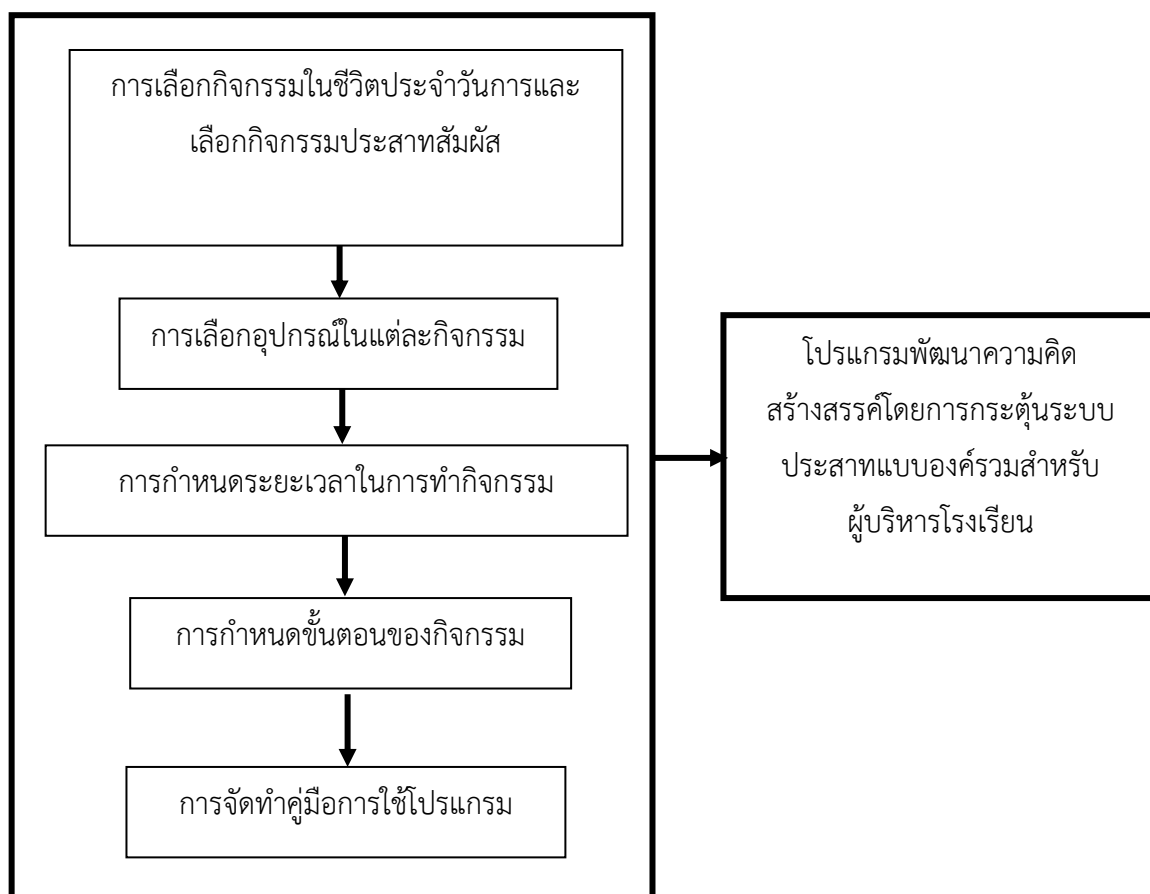
นำหลักการหลักการของนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ ประกอบด้วย

1.1 การเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวัน การทำกิจกรรมซ้ำแบบเดิมทุกวันทำให้สมองไม่ได้รับการกระตุ้น นานเข้าจะทำให้โดยจิตใต้สำนึก (Subconscious) สมองจะทำงานลดลงเซลล์สมองถูกกระตุ้นลดลงนำไปสู่การฝ่อของเซลล์ นิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) จึงเริ่มจากเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวันง่าย ๆ เช่น เคยรับประทานข้าวหลังอาบน้ำ ให้เปลี่ยนแปลงเป็นรับประทานข้าวก่อนอาบน้ำ เพิ่มกิจกรรมใหม่ให้ตัวเองออกไปวิ่งตอนเช้า ปรุงอาหารเข้าด้วยตนเอง เปลี่ยนวิธีปฏิบัติ เช่น การใช้มือข้างที่ไม่ถนัดแปรงฟันหรือกดรีโมท ฟังวิทยุจากสถานีใหม่ที่ไม่เคยฟังบ้าง

1.2 การใช้ประสาทสัมผัสมากขึ้น ดึงความสามารถของประสาทสัมผัสทั้ง รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัสและอารมณ์มาใช้ให้มากที่สุด ใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไปโดยการ งดใช้ประสาทสัมผัสที่ใช้อยู่ เช่น ใช้มือคลำหาของแทนการมองหา สื่อสารด้วยท่าทางแทนคำพูด ผสมผสานประสาทสัมผัสทั้งห้า เช่น ดมกลิ่นหอมของดอกไม้ขณะฟังเพลง ลิ้มลองรสชาติไปพร้อมสุด ดมกลิ่นของอาหาร กระตุ้นประสาทสัมผัส เช่น ใช้กลิ่นบำบัด จุดน้ำมันหอมระเหยขณะนวดตัว เล่นเกมฝึกสมอง เช่น เล่นไพ่ เล่นหมากรุก หมากล้อม

1.3 การท้าทายประสบการณ์ใหม่ การทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อนเป็นการกระตุ้นสมองอย่างดีและได้ใช้ประสาทสัมผัสทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอารมณ์เมื่อรู้สึกสนุกมีความสุขกับกิจกรรมใหม่ร่างกายจะหลั่งสารแห่งความสุข นอกจากนี้ผลดีต่อสมองและต่อร่างกายทุกส่วน ซึ่งอาจทำได้โดยเดินทางท่องเที่ยวหรือการไปสถานที่ใหม่ ๆ เจอคนใหม่ ๆ และการแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าทำให้สมองได้คิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ทำงานอดิเรกใหม่ เช่น เล่นกีฬา งานฝีมือ เย็บปักถักร้อยหรือเลือกซื้อสินค้าในตลาดสดทำให้ได้พบปะผู้คนมากขึ้น พบปะสังสรรค์ การเข้าสังคมทำให้สมองได้แก้ปัญหาเพิ่มขึ้นมีการสื่อสารระหว่างเซลล์สมองมากขึ้น เช่น เข้าร่วมกิจกรรมในครอบครัว เป็นสมาชิกชมรมหรือเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะประโยชน์ โดยนำมาสร้างเป็นโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน แสดงขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังภาพที่ 26

2. ออกแบบโปรแกรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีขั้นตอนย่อยดังนี้



ภาพที่ 26 การออกแบบโปรแกรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. การเลือกกิจกรรมในชีวิตประจำวันและเลือกกิจกรรมประสาทสัมผัส

กิจกรรมที่ใช้ในโปรแกรมประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 มองภาพ (Visual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนโดยใช้การมองภาพที่ขาดความสมบูรณ์และการอ่านหนังสือจากบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับรสอาหารหลากหลายรสชาติ การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ ผู้บริหารโรงเรียนได้ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารโดยการใช้ช้อนและส้อมด้วยการเปลี่ยนการจับถืออุปกรณ์จากมือข้างที่ถนัดไปเป็นมือที่ไม่ถนัดพร้อมกับการเปลี่ยนรสชาติของอาหารที่รับประทานให้มีรสชาติที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทานกัน ให้ได้ครบทุกรสในมือเช้าและมือเย็น คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม เพื่อกระตุ้นการทำงานของต่อมรับรสโดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity)

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับกลิ่นที่แตกต่างกันไปจากเดิมที่เคยได้สัมผัส การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำในปัจจุบัน กลิ่นของน้ำหอมสำหรับผิวกายหรือน้ำหอมปรับอากาศและบอกกลิ่นที่ได้รับพร้อมกับระบุกลิ่นว่ามีลักษณะอย่างไรและเป็นกลิ่นของอะไร โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity)

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนได้ยินเสียงที่ทำให้ผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ ซึ่งจะทำให้เกิดการผ่อนคลายในขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวันและเย็นหรือช่วงเวลาเข้านอน ดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity)

กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการสัมผัสทางกาย (Tactilely Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนโดยการใช้มือสัมผัสคลำหาทุยแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือการใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนด โดยการหลับตาใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การฝึกการสัมผัสทางร่างกายดังต่อไปนี้ สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนดประกอบด้วยปากกาสีแดง ปากกาสีน้ำเงิน ดินสอยางลบ แล้วระบุว่าป็นวัสดุชนิดใด การใส่ถุงเท้าแบบหลับตา การใส่เสื้อผ้าแบบหลับตาแล้วลืมหาคำตรวจสอบว่าการปฏิบัติถูกต้องหรือไม่

กิจกรรมที่ 6 กิจกรรมการคิด (Thinking Activity) หมายถึง การจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้การคิดวิเคราะห์ ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกสมองการใช้ความคิด กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 7 กิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนโดยการปรับอารมณ์ให้อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย กิจกรรมประกอบด้วย การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกสมาธิด้วยการนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน และการร่วมกิจกรรมทางสังคมโดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนโรงเรียนเลิก ณ ที่โรงเรียนปฏิบัติงานอยู่ โดยมีกิจกรรมการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์



## 2. การเลือกอุปกรณ์ในแต่ละกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 มองภาพ (Visual Activity) อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ ภาพที่ขาดความสมบูรณ์และบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป (ปรากฏในภาคผนวก)

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ อาหารที่มีรสชาติที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทานกัน ในมือเช้า กลางวันและมือเย็น คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม

กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ กลิ่นของน้ำหอมสำหรับผิวกายหรือน้ำหอมปรับอากาศ

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ แผ่นเทปเพลง ประเภทเพลงลูกทุ่ง ลูกกรุง เพลงสากล เพลงในอดีต

กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการสัมผัสทางกาย (Tactilely Activity) อุปกรณ์ได้แก่ กุญแจ รถยนต์ ปากกาสีแดง ปากกาสีน้ำเงิน ดินสอ ยางลบ ถุงเท้า เสื้อผ้า

กิจกรรมที่ 6 กิจกรรมการคิด (Thinking Activity) อุปกรณ์ได้แก่ แบบฝึกกิจกรรมการคิด กิจกรรมการวางแผน กิจกรรมการระดมสมอง

กิจกรรมที่ 7 กิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) อุปกรณ์ได้แก่ พื้นที่นั่งการทำกิจกรรมการนั่งสมาธิ

## 3. การกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรม

โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในช่วงเวลาของการดำเนินการทดลองใช้เวลา 8 สัปดาห์

กิจกรรมมองภาพ (Visual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมเป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยใช้การมองภาพที่ขาดความสมบูรณ์และการอ่านหนังสือจากบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป โดยใช้หนังสือที่เกี่ยวกับการบริหารที่สำคัญ รูปภาพและอ่านจับใจความ จากนั้นเล่าหรือสรุปให้บุคคลอื่นฟังในระยะเวลา 30 นาที กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 09.00–09.30 น.

กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนได้รับรสชาติของอาหารที่หลากหลายรสชาติ โดยในกิจกรรมให้ผู้บริหารโรงเรียน ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารด้วยการใช้ช้อนและส้อม เปลี่ยนมือการจับถืออุปกรณ์การใช้จากเดิม พร้อมกับการเปลี่ยนรสชาติของอาหารที่รับประทานด้วยการรับประทานอาหารที่มีรสชาติที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทานให้ครบทุกรสในมือเช้าและมือเย็น คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม เพื่อกระตุ้นการทำงานของต่อมรับรส โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง เวลา 07.00–08.00 น. และในช่วง

เวลา 17.00-18.00 น. โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรม การได้กลิ่น (Olfactory Activity) และ การสัมผัส (Tactilely Activity)

กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ได้กลิ่นที่แตกต่างกัน การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้ อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอมหรือน้ำหอมปรับอากาศ และบอกกลิ่นพร้อมกับระบุกลิ่น ว่ามีลักษณะอย่างไร และเป็นกลิ่นของอะไร โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 06.00-06.30 น. และในช่วงเวลา 17.00 - 17.30 น. โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) และกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity)

กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับ เสียงที่ทำให้ผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรมประกอบด้วยกิจกรรม การให้ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรี จากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ ซึ่งจะทำให้เมื่อได้รับฟังแล้วเกิดการผ่อนคลายของ อารมณ์ในช่วงขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวัน ช่วงเย็นและช่วงเวลาพักผ่อนให้ฟัง บทสวดมนต์ โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) กำหนดการ ปฏิบัติกิจกรรมก่อนนอนทุกคืน ครั้งละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 20.00 - 21.00 น.

กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย (Tactilely Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยการใช้มือสัมผัสสัญญาณเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือการใช้มือคลำอุปกรณ์ ที่กำหนด โดยการหลับตาใช้นิ้วมือสัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนดการดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การฝึกการสัมผัส ทางร่างกายช่วงเวลาเช้าและเย็น ดังต่อไปนี้

1. ทำกิจกรรมบริหารสมอง ประกอบด้วย คลำกุญแจที่ใช้รถก่อนเริ่มติดเครื่องยนต์ ช่วงเวลาเดินทางไปทำงานตอนเช้าและเดินทางกลับตอนหลังเลิกงานตอนเย็น
2. บริหารสมอง ประกอบด้วย สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด ประกอบด้วยปากกาสีแดง สีน้ำเงิน ดินสอ ยางลบ การใส่ถุงเท้าแบบหลับตา ใส่เสื้อผ้าแบบหลับตา แล้วลืมนิ้ว ตรวจสอบดูว่าปฏิบัติ ได้ถูกต้องหรือไม่ช่วงเวลาแต่งตัวก่อนเดินทางไปทำงานตอนเช้าและหลังเลิกงานตอนเย็น

กิจกรรมการคิด (Thinking Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้ การคิดวิเคราะห์ ได้แก่

1. กิจกรรมระดมสมอง โดยการกำหนดประเด็นปัญหาขึ้นจากนั้นร่วมกันคิดกับบุคลากรใน โรงเรียนเพื่อหาข้อสรุป
2. กิจกรรมการวางแผน เป็นกิจกรรมที่จะดำเนินการกับบุคลากรในโรงเรียนตามฝ่าย งานอย่างน้อย 2 ฝ่ายงานต่อวัน กำหนดการปฏิบัติกิจกรรม สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 14.00 - 15.00 น. โดยการทำกิจกรรม ทุกวันจันทร์ ถึง วันศุกร์

กิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ให้ได้ปรับอารมณ์อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกการนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบและระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน รวมถึงการร่วมกิจกรรมทางสังคม โดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนโรงเรียนเลิกที่โรงเรียนปฏิบัติงานอยู่โดยมีกิจกรรมการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ ครั้งละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 15.00-16.00 น. โดยกำหนดกิจกรรมตามวันและเวลา แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กำหนดวันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

วัน	วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม
จันทร์ ถึง อาทิตย์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	09.00 -10.00 น.	การมอง	การมองที่ขาดหายไปบางส่วน และอ่านหนังสือที่ขาดหายไปบางส่วน
จันทร์ ถึง อาทิตย์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	06.00 -06.30 น. 17.00 -17.30 น.	การได้กลิ่น	ปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ
จันทร์ ถึง อาทิตย์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	06.30 - 7.00 น. 17.30 -18.00 น.	การรับรส	ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารรสชาติที่เคยรับประทาน
จันทร์ ถึง อาทิตย์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	20.00 -21.00 น.	การได้ยิน	ฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ
จันทร์ ถึง อาทิตย์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	08.00- 9.00 น.	การสัมผัส	ใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด
จันทร์ ถึง ศุกร์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	09.00 -10.00 น.	การคิด	กิจกรรมระดมสมอง กิจกรรมการวางแผนการกิจกรรม
จันทร์ ถึง อาทิตย์	1 มิ.ย. 2558 - 1 ส.ค. 2558	15.00- 16.00 น.	ทางจิต วิญญาณ	การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน

#### 4. การกำหนดขั้นตอนของกิจกรรม

ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) ที่มีผลต่อการทำงานของสมองด้วยหลักการของการปรับเปลี่ยนกิจกรรมในการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน 3 กิจกรรม ประกอบด้วย

4.1 การเปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวัน เปลี่ยนแปลงชีวิตประจำวันง่าย ๆ เช่น เคยรับประทานข้าวหลังอาบน้ำ ให้เปลี่ยนแปลงเป็นรับประทานข้าวก่อนอาบน้ำ เพิ่มกิจกรรมใหม่ให้ตัวเองออกไปวิ่งตอนเช้า ปรุงอาหารเข้าด้วยตนเอง เปลี่ยนวิธีปฏิบัติ เช่น การใช้มือข้างที่ไม่ถนัดแปรงฟันหรือกดรีโมท ฟังวิทยุจากสถานีใหม่ที่ไม่เคยฟังบ้าง

4.2 การใช้ประสาทสัมผัสมากขึ้น ดึงความสามารถของประสาทสัมผัสทั้ง รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัสและอารมณ์มาใช้ให้มากที่สุด ใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไปโดยการงัดใช้ประสาทสัมผัสที่ใช้อยู่ เช่น ใช้มือคลำหาของแทนการมองหา สื่อสารด้วยท่าทางแทนคำพูด ผสมผสานประสาทสัมผัสทั้งห้า เช่น ดมกลิ่นหอมของดอกไม้ขณะฟังเพลง ลิ้มลองรสชาติไปพร้อมสูดดมกลิ่นของอาหาร กระตุ้นประสาทสัมผัส เช่น ใช้กลิ่นบำบัด จุดน้ำมันหอมระเหยขณะนวดตัว เล่นเกมฝึกสมอง เช่น เล่นไพ่ เล่นหมากรุก หมากกล่อม

4.3 การท้าทายประสบการณ์ใหม่ด้วยการทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อนเป็นการกระตุ้นสมองอย่างดีและได้ใช้ประสาทสัมผัสทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอารมณ์เมื่อรู้สึกสนุกมีความสุขกับกิจกรรมใหม่ร่างกายจะหลั่งสารแห่งความสุข นอกจากนี้ผลดีต่อสมองและต่อร่างกายทุกส่วน ซึ่งอาจทำได้โดยเดินทางท่องเที่ยวหรือการไปสถานที่ใหม่ ๆ เจอคนใหม่ ๆ และการแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าทำให้สมองได้คิดวิเคราะห์แก้ปัญหามากขึ้น ทำงานอดิเรกใหม่ เช่น เล่นกีฬา งานฝีมือ เย็บปักถักร้อยหรือเลือกซื้อสินค้าในตลาดสดทำให้ได้พบปะผู้คนมากขึ้น พบปะสังสรรค์ การเข้าสังคมทำให้สมองได้แก้ปัญหามากขึ้นมีการสื่อสารระหว่างเซลล์สมองมากขึ้น เช่น เข้าร่วมกิจกรรมในครอบครัว เป็นสมาชิกชมรมหรือเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะประโยชน์

## 5. การกำหนดชั้นจัดทำคู่มือการใช้

คู่มือการใช้เป็นเอกสารประกอบคำอธิบายสำหรับผู้บริหารโรงเรียนนำไปปฏิบัติ ประกอบด้วยสาระสำคัญดังนี้

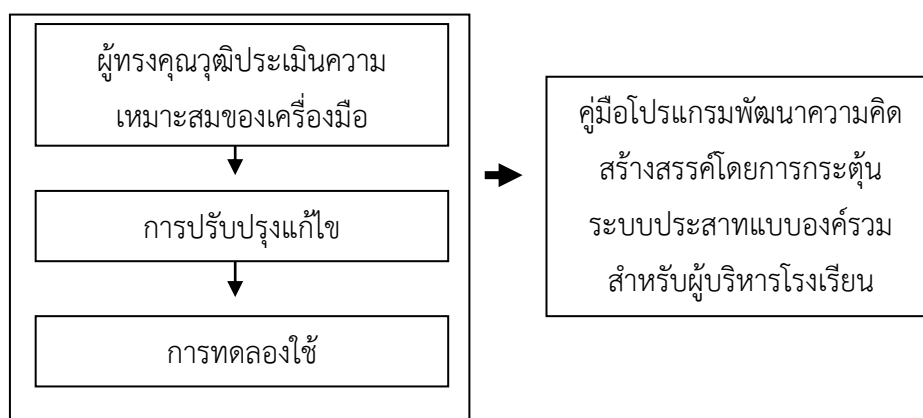
5.1 ส่วนนำแสดงสาระสำคัญและวัตถุประสงค์ในการฝึกของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

5.2 การฝึกกิจกรรมกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมทั้ง 7 กิจกรรม

5.3 แบบบันทึกการปฏิบัติของกิจกรรม

### 3. ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้กับผู้บริหารโรงเรียน

การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดลองใช้กับผู้บริหารโรงเรียน แสดงดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 ขั้นตอนการประเมินความเหมาะสมของคู่มือโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

รายละเอียดของการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

1. ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยดำเนินการดังนี้

1.1 นำคู่มือการใช้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.2 ด้านความเหมาะสมของคู่มือการใช้ประกอบด้วย คำอธิบายวัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ อุปกรณ์ที่จะใช้กับโปรแกรม มีลำดับขั้นตอนของการใช้คู่มือ ความชัดเจน เข้าใจง่ายของภาษา ภาพประกอบ และคำอธิบาย ความสอดคล้องกันของคำบรรยายกับภาพและความครบถ้วนของกิจกรรม

1.3 ความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ประกอบด้วยความชัดเจนของภาพ ตัวอักษร คำบรรยาย วิธีการปฏิบัติ และขั้นตอนการดำเนินการของคู่มือ

1.4 ด้านความเหมาะสมของคู่มือต่อการนำไปใช้ประกอบด้วย ความน่าสนใจของกิจกรรม ความง่ายของการปฏิบัติของกิจกรรม ความเหมาะสมของระยะเวลา ความเหมาะสมของกิจกรรมต่อการปฏิบัติของผู้บริหาร

1.5 ความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ประกอบด้วย ความง่ายและความสะดวกต่อการใช้งาน ความเหมาะสมต่อการใช้งาน และความน่าสนใจ

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณราย ทรัพย์ประเสริฐ ข้าราชการบำนาญ  
อดีตอาจารย์คณะจิตวิทยา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นายแพทย์สมรักษ์ สันติเบ็ญจกุล อาจารย์ประจำ  
คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.สมพร สุทัศน์ีย์ อาจารย์ประจำวิทยาลัย  
วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา  
มหาวิทยาลัยบูรพา

1.6 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนโดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนโดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ผลการประเมินเป็นรายข้อ คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยโดยนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ประเมิน ดังนี้ (Christensen, Johnson, and Turner, 2011, pp. 241-242)

คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมของผู้บริหารโรงเรียน การคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) (สุจิตรา เทียนสวัสดิ์, 2550, หน้า 8)

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

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความคิดเห็นในระดับ 4 และ 5 มีจำนวน 21 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 21 ข้อ (CVI = 21/ 21) ได้ค่า CVI เท่ากับ 1.00 ซึ่งค่า CVI ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า .80 (Strickland, Lenz, & Waltz, 2010, p. 271) ดังนั้น จึงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมของผู้บริหารโรงเรียน

#### 1.7 การปรับปรุงแก้ไขและการทดลองใช้

คู่มือโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมของผู้บริหารโรงเรียนได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ และนำกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งก่อนถูกนำไปใช้กับผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 2 จากการนำไปทดลองใช้ปรากฏว่าผู้บริหารโรงเรียนมีความเข้าใจสามารถปฏิบัติได้และให้ความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี

### ขั้นตอนที่ 3. ศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

1. การนำโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนไปใช้

### 1.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นอาสาสมัครผู้ที่จะเข้าสู่ตำแหน่งผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียนหรือผู้ที่จะเข้าสู่ตำแหน่งผู้บริหารโรงเรียน ที่ปฏิบัติหน้าที่ในโรงเรียน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 60 แบ่งเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการสุ่มเข้ากลุ่มใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion Criteria) โดยพิจารณาจากการสัมภาษณ์ และการประเมิน ดังนี้

1. สัญชาติไทย
2. มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว หรือรับประทานยารักษาโรคเป็นประจำ ไม่เคยมีประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะ ไม่มีภาวะซึมเศร้า
3. มีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ สื่อสารได้เข้าใจ สามารถอ่านออกเขียนได้
4. ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ประเมินโดยแบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน ดัชนีบาร์ธเอลดีแอล (Barthel ADL Index) ซึ่งแปลเป็นภาษาไทยและนำมาใช้โดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (รายละเอียดแสดงใน ภาคผนวก)

5. การมองเห็นเป็นปกติ ประเมินโดย Jaeger's Chart

6. ไม่เป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา สามารถกลอกตาซ้ายขวาทั้งสองข้างได้อย่างปกติ

7. สม่ครใจและยินดีให้ความร่วมมือในการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusions Criteria) ได้แก่

1. มีข้อบ่งห้ามในการใช้สายตา ระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย
2. ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ต่อเนื่อง
3. มีปัญหาสุขภาพ หรืออาการเจ็บป่วย ที่ต้องรับการรักษา ระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย

### 1.2 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ดำเนินการวิจัยแบบสองกลุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง (Pretest – posttest Control Group Design) (Christensen, Johnson and Turner, 2011, pp. 241-242) มีแบบแผนการทดลอง แสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 แบบแผนการทดลองแบบสองกลุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง

	วัดก่อนทดลอง	สิ่งทดลอง	วัดหลังทดลอง
R → กลุ่มทดลอง (E)	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
→ กลุ่มควบคุม (C)	O <sub>1</sub>	-	O <sub>2</sub>

- R แทน การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง (E) และกลุ่มควบคุม (C)
- O<sub>1</sub> แทน การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง
- X แทน การใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม
- O<sub>2</sub> แทน การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

### 1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 1) แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง
- 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Torrance Tests of Creative Thinking, TTCT)

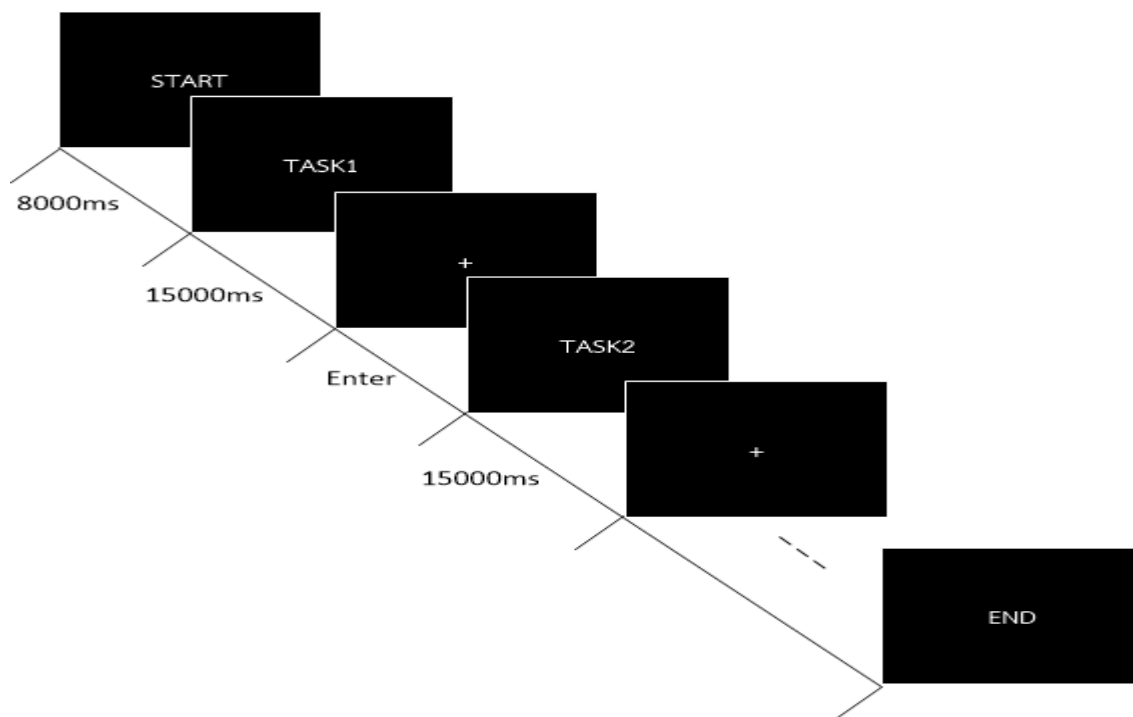
ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยนำ

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาบรรจุในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม STIM<sup>2</sup> และโปรแกรม Neuroscan และวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) สำหรับแบบทดสอบมีจำนวน 1 ชุด แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย 41 กิจกรรม เพื่อให้การทดสอบแต่ละชุดใช้เวลาไม่นานเกินไป ถ้าใช้เวลาในการทดสอบนานจะส่งผลต่อการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มตัวอย่างทำให้เกิดคลื่นรบกวนจากความเหนื่อยล้า โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ออกแบบลำดับขั้นตอนในการทดสอบแต่ละข้อเพื่อบรรจุแบบทดสอบที่เป็นกระดาษมาทำเป็นแบบทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม STIM<sup>2</sup> สำหรับทดสอบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ได้ลำดับขั้นตอน ดังภาพที่ 23

2. นำผู้ทดลองวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง วัดก่อนและหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

### 3. ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม Curry Neuroimaging Suite 7.0



ภาพที่ 28 ขั้นตอนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ Torrance. (2000) มีรูปแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ (Figural): แบบทดสอบรูปภาพแบบ A

เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. คะแนนคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของผู้บริหารแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน
3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของผู้บริหารทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลก ๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน  
 จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน  
 จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบ ก แบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction) โดยให้ผู้บริหารโรงเรียนต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด

กิจกรรมชุดที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) โดยให้ผู้บริหารโรงเรียนต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดเป็นเส้นในลักษณะต่าง ๆ

กิจกรรมชุดที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Line) โดยให้ผู้บริหารโรงเรียนต่อเติมภาพจากเส้นคู่ขนานจำนวน 10 คู่ เน้นการประกอบภาพโดยใช้เส้นคู่ขนานเป็นส่วนสำคัญของภาพ และต่อเติมภาพให้แปลก แตกต่าง ไม่ซ้ำกัน ในแต่ละภาพและตั้งชื่อภาพที่ต่อเติม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง  
 คะแนนความคิดยืดหยุ่น คะแนนความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ สำหรับคะแนนความคิด  
 สร้างสรรค์ของผู้บริหาร คำนวณจากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดย  
 วิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมของผู้บริหารโรงเรียน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ  
 และเห็นพ้องต้องกันว่ามีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ข้างต้น)

#### 1.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดำเนินการดังนี้

##### 1.4.1.. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยนำไปใช้  
 ทดลองกับผู้บริหารโรงเรียนจำนวน 30 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดความคิด  
 สร้างสรรค์ โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ของข้อคำถามด้วยการหา  
 ค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการตรวจสอบได้ค่า  
 ความเที่ยงเท่ากับ .86 แสดงว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ มีความเที่ยงสูง

##### 1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ในรูปคู่มือการใช้  
 โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมของผู้บริหาร  
 โรงเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจน  
 ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นพ้องต้องกันว่ามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ โดยพิจารณาจากค่า CVI ความ

สอดคล้องระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่า CVI = 1.00 แสดงว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นพ้องต้องกันว่ามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

	โปรแกรมการฝึกสมอง	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1.	การออกแบบโปรแกรมการฝึกสมอง		
	1.1 ตัวอักษร	5	เหมาะสมมากที่สุด
	1.2 ภาพ		
	1.2.1 การสื่อความหมายของภาพ	4	เหมาะสมมาก
	1.2.2 ขนาดของภาพที่แสดง	4	เหมาะสมมาก
	1.3 สี		
	1.3.1 ความแตกต่างของสีพื้นกับตัวอักษรและภาพ	4	เหมาะสมมาก
	1.3.2 ความสวยงาม ไม่ดูฉูดฉาด สบายตา	4	เหมาะสมมาก
	1.3.3 ความแตกต่างของสีข้อความ	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.	การดำเนินการตามขั้นตอนของโปรแกรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์		
	2.1 มีการกำหนดเป้าหมาย จุดมุ่งหมาย เนื้อหาและเกณฑ์การประเมิน	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.2 มีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับเนื้อหา	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.3 กิจกรรมมีความน่าสนใจ ส่งเสริมให้ผู้บริหารโรงเรียนมีความกระตือรือร้นในการฝึก	5	
	2.4 กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้ง่าย	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระยะเวลา	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.6 กิจกรรมมีกระบวนการเรียนรู้เรียงลำดับจากง่ายสู่ยาก	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.7 มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติกิจกรรม	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.8 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	5	เหมาะสมมากที่สุด
	2.9 มีความเหมาะสมของขนาดรูปเล่ม	4	เหมาะสมมาก
	2.10 มีความสัมพันธ์ของภาพประกอบเนื้อหา	4	เหมาะสมมาก
3.	ภาพรวมโปรแกรมการ		
	3.1 โปรแกรมการฝึกอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติ กิจกรรมได้อย่างมีลำดับขั้นตอน	5	เหมาะสมมากที่สุด
	3.2 ภาษาที่ใช้ในโปรแกรมอ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	เหมาะสมมากที่สุด
	3.3 โปรแกรมมีภาพประกอบที่ชัดเจน	5	เหมาะสมมากที่สุด
	3.4 โปรแกรมการมีภาพประกอบที่เหมาะสม	5	เหมาะสมมากที่สุด

สรุปได้ว่า โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม มีความเหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผู้บริหารโรงเรียนได้

### 1.5 วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมของผู้บริหารโรงเรียน ผู้ทดลองปฏิบัติทุกวัน ๆ ตามคู่มือการใช้โปรแกรม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยผู้ช่วยวิจัยคอยให้คำแนะนำ

มีการดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1. ระยะเตรียมการทดลอง ดำเนินการ ดังนี้

1.1 วันที่ 16 พฤษภาคม 2558 สํารวจข้อมูลผู้บริหารโรงเรียนที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดและสมัครใจเข้าร่วมการทดลองมีที่อยู่อาศัยในเขตจังหวัดสระบุรี กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงกับข้อกำหนด จำนวน 60 คน

1.2 นำอาสาสมัครมาทำการสุ่มเพื่อจัดเข้าเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลากเข้าเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน

1.3 วันที่ 25 พฤษภาคม 2558 นัดประชุมกลุ่มตัวอย่างเพื่อนัดหมายวันเวลาก่อนดำเนินการทดลองรวมถึงการแจ้งรายละเอียดถึงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนในการวิจัย การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้ร่วมการวิจัย และลงชื่อในเอกสารแสดงความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

1.4 วันที่ 26 พฤษภาคม 2558 นัดหมายผู้ช่วยวิจัยในการวิจัยจำนวน 15 คน อบรมให้ความรู้ในการจัดกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน 1 ครั้ง โดยเน้นย้ำกิจกรรมที่ปฏิบัติตามคู่มือการใช้ ระยะเวลาที่ต้องใช้เวลา 8 สัปดาห์ ผู้ช่วยผู้วิจัย 1 คน ดูแลการจัดกิจกรรมของผู้บริหาร 2 คน ด้วยการบรรยายให้ความรู้และการฝึกปฏิบัติก่อนเป็นผู้ช่วยผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วันที่ 29 พฤษภาคม 2558 จัดอบรมผู้ช่วยผู้วิจัยใช้ระยะเวลา 1 วัน ณ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 1 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเรื่องความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การจัดกิจกรรมการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนและวิธีการจดบันทึกการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 วันที่ 30 พฤษภาคม 2558 ผู้ช่วยวิจัยทดลองฝึกจัดกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 2 อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี ตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์การกระตุ้นระบบ

ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนทั้งหมด 7 กิจกรรม โดยใช้ระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อให้ผู้ช่วยวิจัยเกิดทักษะและความเกิดความชำนาญในจัดกิจกรรมต่อการฝึกการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการตรวจสอบความยากง่ายต่อการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

## 2. ระยะเวลาทดลอง ผู้ช่วยวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ช่วงที่ 1 สัปดาห์ก่อนการทดลอง วันที่ 1 - 15 มิถุนายน 2558 ผู้ช่วยวิจัยเข้าพบผู้บริหารโรงเรียนที่บ้านพักเป็นรายบุคคล โดยดำเนินการสร้างสัมพันธภาพแนะนำตนเองชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ชี้แจงสิทธิของผู้ร่วมดำเนินกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย และให้ลงนามยินยอมในใบพิทักษ์สิทธิของผู้เข้าร่วมการวิจัย ผู้ช่วยวิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ทดสอบความความคิดสร้างสรรค์ก่อนการทดลองโดยการวัดความคิดสร้างสรรค์ผ่านเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองบันทึกข้อมูลด้านพฤติกรรมด้วยโปรแกรม STIM<sup>2</sup> ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan และหมวกอิเล็กทรอนิกส์ (Electro-Cap) ชนิด 64 ช่องสัญญาณ (Channel) วิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม Curry Neuroimaging Suite 7.0 ในกลุ่มทดลอง จำนวนทั้งสิ้น 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน ในวันที่ 1 สิงหาคม 2559 ถึงวันที่ 6 สิงหาคม 2559 ณ ห้องปฏิบัติการ "ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา" วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา โดยผู้ช่วยวิจัยและผู้ร่วมวิจัยจะไม่ทราบว่าเป็นผู้บริหารรายใด เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Double Blind) เพื่อเป็นการป้องกันความลำเอียง (Bias) ที่อาจเกิดขึ้น (ศุภกิจ วงศ์วิวัฒนกิจ, 2550, หน้า : 63) หลังจากนั้นแจ้งให้ผู้บริหารโรงเรียนทราบว่า จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอีก 1 ครั้ง คือ หลังทำการทดลองเสร็จสิ้นทันทีพร้อมนัดหมายผู้บริหารในกลุ่มทดลอง เพื่อเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในสัปดาห์ที่ 1 ของการดำเนินการทดลอง

ตารางที่ 5 กำหนดวันเวลาการทดลองในห้องปฏิบัติการ "ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา"  
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ดำเนินการทดลองกับ  
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ครั้งที่	วัน	วันเดือนปี	เวลา	กิจกรรม
1	เสาร์	1 ส.ค. 2558	8.00-17.00 น.	กิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง กับกลุ่มควบคุม 10 คน
2	อาทิตย์	2 ส.ค. 2558	8.00-17.00 น.	กิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง กับกลุ่มควบคุม 10 คน
3	จันทร์	3 ส.ค. 2558	8.00-17.00 น.	กิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง กับกลุ่มควบคุม 10 คน
4	อังคาร	4 ส.ค. 2558	8.00-17.00 น.	กิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง กับกลุ่มทดลอง 10 คน
5	พุธ	5 ส.ค. 2558	8.00-17.00 น.	กิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง กับกลุ่มทดลอง 10 คน
6	พฤหัสบดี	6 ส.ค.2558	8.00-17.00 น.	กิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง กับกลุ่มทดลอง 10 คน

จากตารางที่ 5 นำกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบวัดคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนได้รับโปรแกรม  
พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในห้องปฏิบัติการ "ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา" วิทยาลัย  
วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ช่วงที่ 2 ดำเนินกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ  
ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ในกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 ถึง 8 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยดำเนินกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิด  
สร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ที่บ้านพักและ  
ที่ทำงานระยะเวลา 8 สัปดาห์ เป็นรายบุคคลประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมมองภาพ (Visual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมเป็นการจัดกิจกรรมสำหรับ  
ผู้บริหารโรงเรียน โดยใช้การมองภาพที่ขาดความสมบูรณ์และการอ่านหนังสือจากบทความ  
ที่มีบางส่วนขาดหายไป โดยใช้หนังสือที่เกี่ยวกับการบริหารที่สำคัญ ดูภาพและอ่านจับใจความ  
จากนั้นเล่าหรือสรุปให้บุคคลอื่นฟังในระยะเวลา 30 นาที กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 1 ครั้ง  
ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 09.00 – 09.30 น.

2. กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนได้รับรสชาติของอาหารที่หลากหลายรสชาติ โดยในกิจกรรมให้ผู้บริหารโรงเรียน ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารด้วยการใช้ช้อนและส้อม เปลี่ยนมือการจับถืออุปกรณ์การใช้จากเดิม พร้อมกับการเปลี่ยนรสชาติของอาหารที่รับประทานด้วยการรับประทานอาหารที่มีรสชาติที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทานให้ครบทุกรสในมือเช้าและมือเย็น คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม เพื่อกระตุ้นการทำงานของต่อมรับรส โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง เวลา 07.00 – 08.00 น. และในช่วงเวลา 17.00 - 18.00 น. โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรม การได้กลิ่น (Olfactory Activity) และการสัมผัส (Tactilely Activity)

3. กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนได้กลิ่นที่แตกต่างกัน การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอมหรือน้ำหอมปรับอากาศ และบอกกลิ่นพร้อมกับระบุกลิ่นว่ามีลักษณะอย่างไร และเป็นกลิ่นของอะไร โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 06.00–06.30น. และในช่วงเวลา 17.00 -17.30 น. โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) และกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity)

4. กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับเสียงที่ทำให้ผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรมประกอบด้วยกิจกรรม การให้ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ ซึ่งจะทำให้เมื่อได้รับฟังแล้วเกิดการผ่อนคลายของอารมณ์ในช่วงขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวัน ช่วงเย็นและช่วงเวลาเข้านอนให้ฟังบทสวดมนต์ โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมก่อนนอนทุกคืน ครั้งละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 20.00–21.00 น.

5. กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย (Tactilely Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนโดยการใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือการใช้มือคลำอุปกรณ์ ที่กำหนดโดยการหลับตาใช้นิ้วมือสัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนดการดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การฝึกการสัมผัสทางร่างกายดังต่อไปนี้

5.1 ออกกำลังกายสมองก่อนการทำกิจกรรมบริหารสมอง ประกอบด้วย คลำกุญแจที่ใช้รถก่อนเริ่มติดเครื่องยนต์

5.2 บริหารสมอง ประกอบด้วย สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด ประกอบด้วยปากกา สีแดง สีน้ำเงิน ดินสอ ยางลบ การใส่ถุงเท้าแบบหลับตา ใส่เสื้อผ้าแบบหลับตา แล้วลืมตาตรวจสอบดูว่าปฏิบัติได้ถูกต้องหรือไม่



6. กิจกรรมการคิด (Thinking Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ที่ใช้การคิดวิเคราะห์ ได้แก่

6.1 กิจกรรมระดมสมอง โดยการกำหนดประเด็นปัญหาขึ้นจากนั้นร่วมกันคิดกับ บุคลากรในโรงเรียนเพื่อหาข้อสรุป

6.2 กิจกรรมการวางแผน เป็นกิจกรรมที่จะดำเนินการกับบุคลากรในโรงเรียน ตามฝ่ายงานอย่างน้อย 2 ฝ่ายงานต่อวัน กำหนดการปฏิบัติกิจกรรม สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 14.00 - 15.00 น. โดยการทำกิจกรรม ทุกวันจันทร์ ถึง วันศุกร์

7. กิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหาร โรงเรียนให้ได้ปรับอารมณ์อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียน ฝึกการนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบและระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน รวมถึงการร่วมกิจกรรม ทางสังคม โดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนโรงเรียนเลิกที่โรงเรียนปฏิบัติงานอยู่ โดยมี กิจกรรมการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ ครั้งละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 15.00-16.00 น. โดยกำหนดกิจกรรมตามวันและเวลา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 6 กำหนดวันและเวลาปฏิบัติกิจกรรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้น ระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

วัน	วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม
จันทร์ ถึง อาทิตย์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	09.00 -10.00 น.	การมอง	การมองที่ขาดหายไปบางส่วน และอ่านหนังสือที่ขาดหายไปบางส่วน
จันทร์ ถึง อาทิตย์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	06.00 -06.30 น. 17.00 -17.30 น.	การได้กลิ่น	ปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ
จันทร์ ถึง อาทิตย์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	06.30 - 7.00 น. 17.30 -18.00 น.	การรับรส	ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารรสชาติที่เคยรับประทาน
จันทร์ ถึง อาทิตย์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	20.00 -21.00 น.	การได้ยิน	ฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ
จันทร์ ถึง อาทิตย์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	08.00- 9.00 น.	การสัมผัส	ใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด
จันทร์ ถึง ศุกร์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	09.00 -10.00 น.	การคิด	กิจกรรมระดมสมอง กิจกรรมการวางแผนการกิจกรรม
จันทร์ ถึง อาทิตย์	16 พ.ค. 2558 -16 ก.ค. 2558	15.00- 16.00 น.	ทางจิตวิญญาณ	การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน

### ช่วงที่ 3 ระยะเวลาหลังการทดลอง

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบความความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น

หลังการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป การวิจัยกำหนดให้กลุ่มทดลองได้ปฏิบัติตามกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เป็นรายบุคคลที่บ้านพักและที่ปฏิบัติงาน อาจทำให้มีสภาวะแวดล้อมในการทดลองของผู้บริหารโรงเรียนแต่ละรายแตกต่างกัน ซึ่งอาจมีตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรภายนอก (Extraneous Variable) ที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ดังนั้นผู้วิจัยควบคุมสภาพการณ์การทดลองให้มีความเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนี้

1. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ควบคุมบรรยากาศภายในบ้านพักของผู้บริหารโรงเรียน ให้เงียบสงบปราศจากเสียงรบกวนและไม่มีสิ่งรบกวนจากภายนอกเข้ามาเบี่ยงเบนความสนใจของผู้บริหารโรงเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม ตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน
2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จัดสิ่งแวดล้อมภายในบ้านพักและที่ปฏิบัติงานของผู้บริหารโรงเรียนทุกรายให้มีลักษณะใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้องนอน ห้องทำงาน จัดให้เป็นที่เงียบสงบปราศจากเสียงรบกวน ห้องอาหารจัดให้มีความสะอาดถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร สถานที่ปฏิบัติกิจกรรม โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนมีบรรยากาศที่เงียบสงบไม่มีสิ่งรบกวน
3. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ทุกกิจกรรมอย่างใกล้ชิด
4. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เป็นรายบุคคลโดยให้มีช่วงเวลาการฝึกกิจกรรมเดียวกันหรือใกล้เคียงกันทุกวันกับผู้บริหารโรงเรียนทุกราย

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองทั้งก่อนและหลังการทดลอง ดำเนินการจัดทำ คู่มือ ลงรหัส สร้างแฟ้มข้อมูลและกรอกข้อมูล บันทึกข้อมูลด้านพฤติกรรมด้วยโปรแกรม STIM<sup>2</sup> ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan และหมวกอิเล็กโทรด (Electro-Cap) ชนิด 64 ช่องสัญญาณ (Channel) วิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม Curry Neuroimaging Suite 7.0 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที (t-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

## 1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมวิจัย ด้วยการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

1.6.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในระยะก่อนการทดลองหลังการทดลองเสร็จในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.6.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองเสร็จสิ้น โดยใช้สถิติสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent  $t$ -test)

1.6.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลองเสร็จสิ้นโดยใช้สถิติสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent  $t$ -test)

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยการประยุกต์ทฤษฎี นิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) ซึ่งเป็นวิธีออกกำลังกายสมองโดยใช้ประสาทสัมผัสไปกระตุ้นสมองทุก ๆ ส่วนให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป็นการบูรณาการประสาทสัมผัสของร่างกายทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การลิ้มรส การได้กลิ่น การได้ยิน และการสัมผัส ร่วมกับการคิดและการปรับอารมณ์ให้มีการทำงานเชื่อมโยงกัน และวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking) ผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

ตอนที่ 2 ผลของการนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้

1 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น โดยการวัดด้วยแบบทดสอบและคลื่นไฟฟ้าสมอง

1.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

1.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น พิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

2 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม โดยการวัดด้วยแบบทดสอบและคลื่นไฟฟ้าสมอง

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

2.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม พิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) และความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

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 ผลการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

จากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ที่สร้างขึ้นหลังจากผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน วิเคราะห์หาค่าความตรงได้ค่า CVI เท่ากับ 1.00 และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองในการวิจัยจำนวน 30 คน ปรากฏว่าโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนใช้เวลาฝึกตามโปรแกรมทุกวัน ต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ ประกอบด้วย 7 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 มองภาพ (Visual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยให้การมองภาพที่ขาดความสมบูรณ์และการอ่านหนังสือจากบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับรสอาหารหลากหลายรสชาติ การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ ผู้บริหารโรงเรียนได้ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารโดยการใช้นิ้วและสัมผัสด้วยการเปลี่ยนการจับถืออุปกรณ์จากมือข้างที่ถนัดไปเป็นมือที่ไม่ถนัดพร้อมกับการเปลี่ยนรสชาติของอาหารที่รับประทานให้มีรสชาติที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทานกัน ให้ได้ครบทุกรสในมือเช้าและมือเย็น คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม เพื่อกระตุ้นการทำงานของต่อมรับรสโดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity)

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับกลิ่นที่แตกต่างกันไปจากเดิมที่เคยได้สัมผัส การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำในปัจจุบัน กลิ่นของน้ำหอมสำหรับผิวกายหรือน้ำหอมปรับอากาศและบอกกลิ่นที่ได้รับพร้อมกับระบุกลิ่นว่ามีลักษณะอย่างไรและเป็นกลิ่นของอะไร โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity)

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนได้ยินเสียงที่ทำให้ผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ ซึ่งจะทำให้เกิดการผ่อนคลายในขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวันและเย็นหรือช่วงเวลาเข้านอน ดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity)

กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการสัมผัสทางกาย (Tactilely Activity) เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนโดยการใช้มือสัมผัสคำหาบุญแฉะเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือการใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนด โดยการหลับตาใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การฝึกการสัมผัสทางร่างกายดังต่อไปนี้ สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนดประกอบด้วยปากกาสีแดง ปากกาสีน้ำเงิน ดินสอ ยางลบ แล้วระบุว่าป็นวัสดุชนิดใด การใส่ถุงเท้าแบบหลับตา การใส่เสื้อผ้าแบบหลับตาแล้วสัมผัสตรวจสอบว่าการปฏิบัติถูกต้องหรือไม่

กิจกรรมที่ 6 กิจกรรมการคิด (Thinking Activity) หมายถึง การจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้การคิดวิเคราะห์ ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกสมองการใช้ความคิด กิจกรรมประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 7 กิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนโดยการปรับอารมณ์ให้อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย กิจกรรมประกอบด้วย การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกสมาธิด้วยการนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน และการร่วมกิจกรรมทางสังคมโดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนโรงเรียนเลิก ณ ที่โรงเรียน ปฏิบัติงานอยู่ โดยมีกิจกรรมการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์

ตารางที่ 7 กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

กิจกรรม	ช่วงเวลาการปฏิบัติ
1. การมองภาพที่ขาดหายไปบางส่วน และอ่านหนังสือ บทความที่ขาดหายไปบางส่วน	จันทร์ ถึง อาทิตย์
2. การได้กลิ่นโดยปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ	จันทร์ ถึง อาทิตย์
3. การรับรสโดยปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทานหรือชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคยรับประทาน	จันทร์ ถึง อาทิตย์
4. การได้ยินโดยการฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ	จันทร์ ถึง อาทิตย์
5. การสัมผัสโดยการใช้มือสัมผัสสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือการใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด	จันทร์ ถึง อาทิตย์
6. กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิด กิจกรรมการวางแผนการทำกิจกรรม	จันทร์ ถึง ศุกร์
7. การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน	จันทร์ ถึง อาทิตย์

ผลการศึกษาสรุปได้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ค่า CVI ของข้อมูลเท่ากับ 1.00 มีความเหมาะสมมาก และนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มผู้บริหารที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองในการวิจัยจำนวน 30 คน ใช้เวลาฝึกตามโปรแกรมทุกวัน ต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ ปรากฏว่าสามารถปฏิบัติได้ครบถ้วน ไม่มีปัญหาอุปสรรคใดๆ แสดงว่าโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน สามารถนำไปใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผู้บริหารโรงเรียนได้

## ตอนที่ 2 ผลการนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้

การศึกษาลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไป	n = 60	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	44	73.3
หญิง	16	26.7
อายุ		
48 ปี	16	26.7
49 ปี	31	51.7
50 ปีขึ้นไป	13	21.7
การเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา		
ไม่มี	60	100.0
การมองเห็นและการได้ยิน		
ปกติ	60	100.0
ความถนัดในการใช้มือ		
มือขวา	60	100.0
การใช้คอมพิวเตอร์เป็น	60	100.0
ประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์		
ไม่มี	60	100.0

จากตารางที่ 8 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 73.3 เพศหญิง ร้อยละ 26.7 ส่วนใหญ่อายุ 49 ปี ร้อยละ 51.7 กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 100 ไม่มีประวัติการเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตาและการได้ยินเสียง มีการมองเห็นปกติ ถนัดในการใช้มือขวา สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ และไม่มีประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์

1. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ผลปรากฏดังนี้



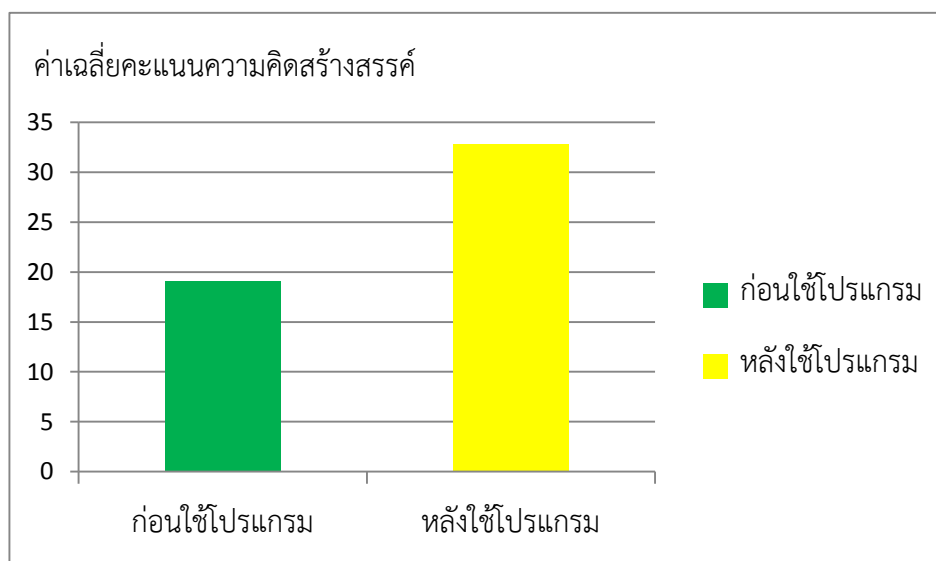
1.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

	ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์กลุ่มทดลอง					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนใช้โปรแกรม	30	19.10	1.517	29	-37.16*	.00
หลังใช้โปรแกรม	30	32.87	1.252			

หมายเหตุ \* $p < .05$

จากตารางที่ 9 ผลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้นแสดงให้เห็นว่า ผู้บริหารที่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนการได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -37.16 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบเป็นกราฟแท่ง ได้ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม

1.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นโดยพิจารณาจากค่าความสูง (Amplitude) และค่าความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 แสดงในตารางที่ 10, 11

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยพิจารณาจากค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม		Mean Difference	df	t	p
	M	SD	M	SD				
FP1	4.31	2.73	3.21	1.86	1.10	29	2.08*	.04
FPZ	4.47	2.48	3.06	1.56	1.41	29	2.55*	.01
FP2	4.74	2.15	2.04	1.62	2.70	29	5.33*	.00

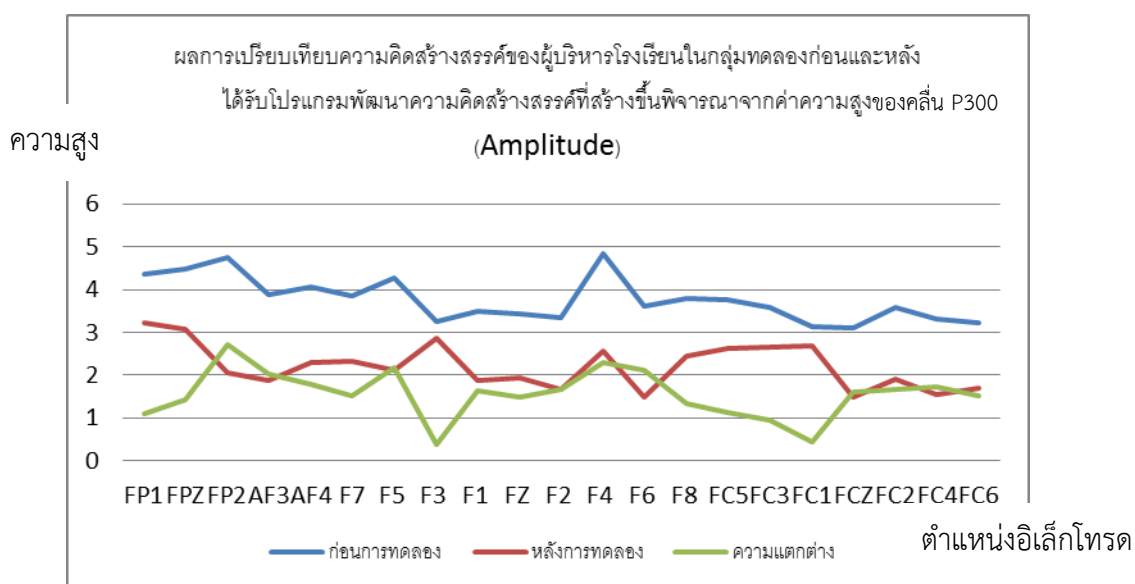
ตารางที่ 10 (ต่อ)

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม		Mean Difference	df	t	p
	M	SD	M	SD				
F7	3.85	2.55	2.32	2.87	1.53	29	1.99	.05
F5	4.28	3.41	2.10	2.26	2.18	29	2.64*	.01
F3	3.26	2.39	2.87	2.91	0.39	29	.64	.52
F1	3.50	2.46	1.87	1.52	1.63	29	3.13*	.00
FZ	3.43	2.38	1.92	1.58	1.51	29	2.76*	.01
F2	3.35	2.53	1.68	1.35	1.67	29	3.10*	.00
F4	4.84	2.74	2.55	2.12	2.29	29	3.69*	.00
F6	3.62	2.57	1.50	1.39	2.12	29	3.88*	.00
F8	3.80	2.7	2.44	1.65	1.36	29	2.44*	.02
FC5	3.75	2.7	2.61	2.36	1.14	29	1.72	.09
FC3	3.59	2.7	2.65	1.95	0.94	29	1.42	.16
FC1	3.12	2.28	2.68	3.00	0.44	29	.57	.57
FCZ	3.11	2.14	1.50	.928	1.61	29	3.8*	.00
FC2	3.59	2.60	1.90	1.80	1.69	29	2.63*	.01
FC4	3.31	2.48	1.56	1.67	1.75	29	3.19*	.00
FC6	3.22	2.45	1.69	1.80	1.53	29	2.71*	.01

\* $p < .05$ 

จากตารางที่ 10 ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลองหลังการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าน้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นอย่างมีค่านัยสำคัญที่ .05 เมื่อพิจารณาที่ค่าความสูงของคลื่น (Amplitude) ของ P300 ที่ตำแหน่ง

อิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ดังนี้ FP1 ( $t = 2.08, df=29, p=.04$ )  
 FPZ ( $t = 2.55, df=29, p=.01$ ) FP2 ( $t = 5.33, df=29, p=.00$ ) AF3 ( $t = 3.76, df=29, p=.00$ )  
 AF4 ( $t = 2.79, df=29, p=.00$ ) F5 ( $t = 2.64, df=29, p=.01$ ) F3 ( $t = .648, df=29, p=.522$ )  
 F1 ( $t = 3.13, df=29, p=.00$ ) FZ ( $t = 2.76, df=29, p=.01$ ) F2 ( $t = 3.10, df=29, p=.00$ )  
 F4 ( $t = 3.69, df=29, p=.00$ ) F6 ( $t = 3.88, df=29, p=.00$ ) F8 ( $t = 2.44, df=29, p=.02$ )  
 FCZ ( $t = 3.8, df=29, p=.00$ ) FC2 ( $t = 2.63, df=29, p=.01$ ) FC4 ( $t = 3.19, df=29, p=.00$ )  
 FC6 ( $t = 2.71, df=29, p=.01$ ) แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ลดลง  
 หมายความว่าประสิทธิภาพของการทำงานของสมองของสมองส่วนหน้าดีขึ้น มีผลต่อกระบวนการ  
 ทำงานของสมองในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการส่งผ่านสัญญาณประสาทที่รวดเร็ว  
 (Sensitivity) ต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า สามารถนำเสนอเป็นกราฟ ได้ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลัง  
 ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากค่าความสูง (Amplitude) ของ  
 คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 พบว่าค่าหลังได้รับโปรแกรมมีค่าความสูงลดลงแสดงให้เห็นว่า  
 ประสิทธิภาพของการทำงานของสมองสามารถเชื่อมโยงการทำงานได้ดีขึ้น ในการส่งสาร  
 สื่อประสาท มีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้การตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วและมี  
 ประสิทธิภาพดีขึ้น สอดคล้องกับการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ที่มี  
 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงขึ้น

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนและหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นพิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

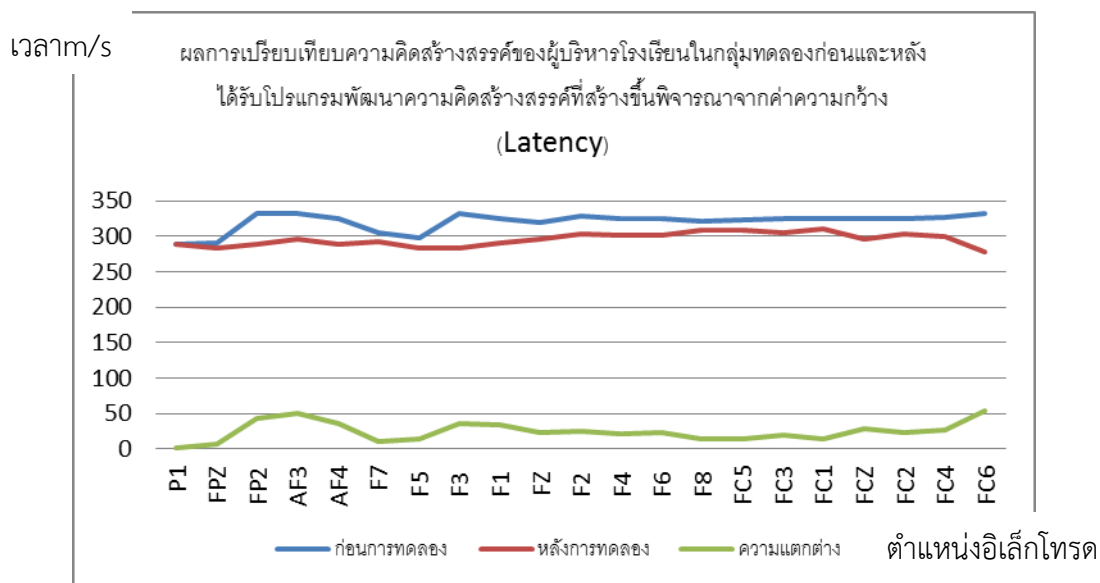
ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)				Mean Difference	df	t	p
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม					
	M	SD	M	SD				
P1	289.50	34.70	288.03	28.70	1.46	29	1.84	.85
FPZ	289.93	27.50	282.63	27.64	7.30	29	1.35	.18
FP2	331.50	27.28	288.50	27.28	43.30	29	6.68*	.00
AF3	332.06	30.81	295.77	28.57	50.73	29	7.24*	.00
AF4	324.86	35.36	289.27	32.15	35.60	29	4.33*	.00
F7	304.50	41.46	293.13	29.38	11.36	29	1.28	.20
F5	298.76	38.18	284.13	31.13	14.63	29	1.66	.10
F3	332.06	38.81	284.13	32.72	36.30	29	4.83*	.00
F1	325.13	27.66	290.53	30.92	34.60	29	4.66*	.00
FZ	318.86	35.07	295.73	26.26	23.13	29	3.65*	.00
F2	327.88	29.31	302.90	38.52	24.93	29	3.06*	.00
F4	324.53	30.19	302.40	41.35	22.13	29	2.35*	.02
F6	324.90	31.44	301.53	40.12	23.36	29	3.60*	.00
F8	322.13	32.99	308.33	43.47	13.80	29	1.64	.11
FC5	322.83	36.95	308.37	40.52	14.46	29	2.22*	.03
FC3	324.20	37.00	305.30	41.13	18.90	29	2.16*	.03
FC1	325.00	36.89	309.93	38.65	15.10	29	1.63	.11

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)				Mean Difference	df	t	p
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม					
	M	SD	M	SD				
FCZ	325.30	34.49	297.03	24.21	28.26	29	3.92*	.00
FC2	325.43	33.06	302.67	27.32	22.76	29	4.01*	.00
FC4	326.23	32.06	300.13	29.44	26.10	29	3.31*	.00
FC6	331.66	27.69	278.40	28.18	53.26	29	9.53*	.00

หมายเหตุ \*  $p < .05$

จากตารางที่ 11 ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลองหลังการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนมีค่าความกว้าง และความสูงของคลื่นไฟฟ้าน้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น อย่างมีค่านัยสำคัญที่ .05 พิจารณาที่ค่าความกว้าง (Latency) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ดังนี้ FP2 ( $t = .6.68, df=29, p=.00$ ) AF3 ( $t = 7.24, df=29, p=.00$ ) AF4 ( $t = 4.33, df=29, p=.00$ ) F3 ( $t = 4.83, df=29, p=.00$ ) F1 ( $t = 4.66, df=29, p=.00$ ) FZ ( $t = 3.65, df=29, p=.00$ ) F2 ( $t = 3.06, df=29, p=.00$ ) F4 ( $t = 2.35, df=29, p=.02$ ) F6 ( $t = 3.60, df=29, p=.00$ ) FC5 ( $t = 2.22, df=29, p=0.03$ ) FC3 ( $t = 2.16, df=29, p=.03$ ) FC2 ( $t = .4.01, df=29, p=.00$ ) FC4 ( $t = .3.31, df=29, p=.00$ ) FC6 ( $t = .9.53, df=29, p=.00$ ) แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ลดลงหมายความว่าประสิทธิภาพของการทำงานของสมองของสมองส่วนหน้าดีขึ้น มีผลต่อกระบวนการทำงานของสมองในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการส่งผ่านสัญญาณประสาทที่รวดเร็ว (Sensitivity) ต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า สามารถนำเสนอเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นพิจารณาจากค่าความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการทำงานของสมองสามารถเชื่อมโยงการทำงาน ประสิทธิภาพในการส่งสารสื่อประสาทมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้เวลาของการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม ดังตารางที่ 12

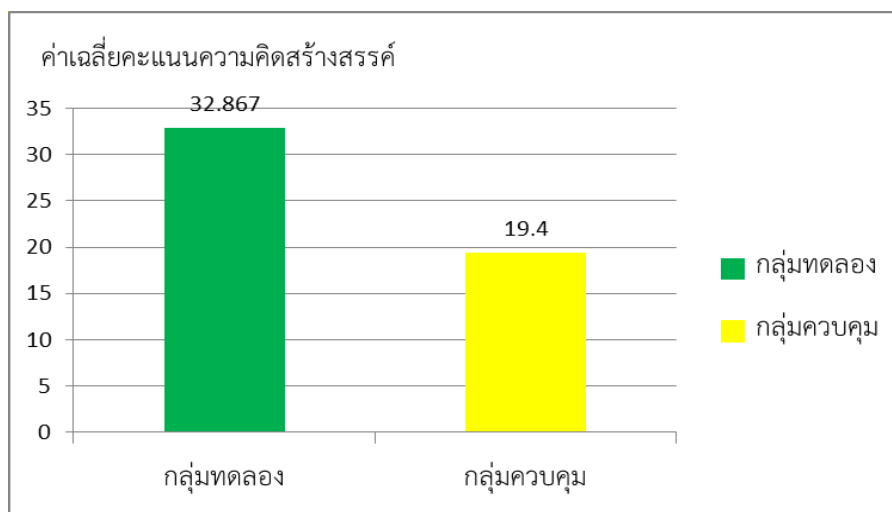
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม

	ความคิดสร้างสรรค์					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มทดลอง	30	32.867	1.252	58	-40.4*	.00
กลุ่มควบคุม	30	19.4	1.328			

หมายเหตุ \*  $p < .05$

จากตารางที่ 12 ปรากฏว่า ผลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้น ผู้บริหารที่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม มีความคิดสร้างสรรค์จากการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียน ที่สร้างขึ้นโดยพิจารณาที่ค่า  $t$  เท่ากับ -40.4 มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 สามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 32





ภาพที่ 32 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม ผลปรากฏว่า ในกลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ค่าเฉลี่ยที่ 32.867 และในกลุ่มควบคุมค่าเฉลี่ยที่ 19.4 หมายถึงว่าโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้บริหารโรงเรียนที่ได้รับโปรแกรมได้

2.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม พิจารณาจากความกว้างและความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง ที่ได้รับ  
โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับ  
ผู้บริหารโรงเรียน กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม จากคลื่นไฟฟ้า  
สมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากค่าความกว้างและ  
ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 พิจารณาจากความสูงของคลื่น (Amplitude)

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)		กลุ่มไม่ใช้ โปรแกรม (n=30)		Mean Differene	df	t	p	ES
	M	SD	M	SD					
P1	3.21	1.86	4.36	2.07	-1.15	57.32	-2.27*	.02	0.29
FPZ	3.05	1.56	4.56	1.65	-1.51	57.82	-3.63*	.00	0.43
FP2	2.03	1.62	4.96	1.40	-2.92	56.74	-7.46*	.00	0.70
AF3	1.86	1.81	3.90	2.09	-2.03	56.87	-4.02*	.00	0.47
AF4	2.28	1.77	4.20	1.80	-1.91	57.98	-4.14*	.00	0.48
F7	2.31	2.87	4.23	2.04	-1.91	52.40	-2.97*	.00	0.36
F5	2.10	2.26	3.90	2.15	-1.79	57.86	-3.14*	.00	0.38
F3	2.86	2.91	4.20	1.90	-1.33	49.92	-2.09*	.04	0.27
F1	1.86	1.51	4.13	2.20	-2.26	51.43	-4.62*	.00	0.52
FZ	1.92	1.58	4.10	2.09	-1.15	54.02	-4.55*	.00	0.51
F2	1.67	2.12	4.20	2.12	-1.51	49.33	-5.47*	.00	0.58
F4	2.55	2.12	4.36	1.80	-2.17	56.56	-3.56*	.00	0.42

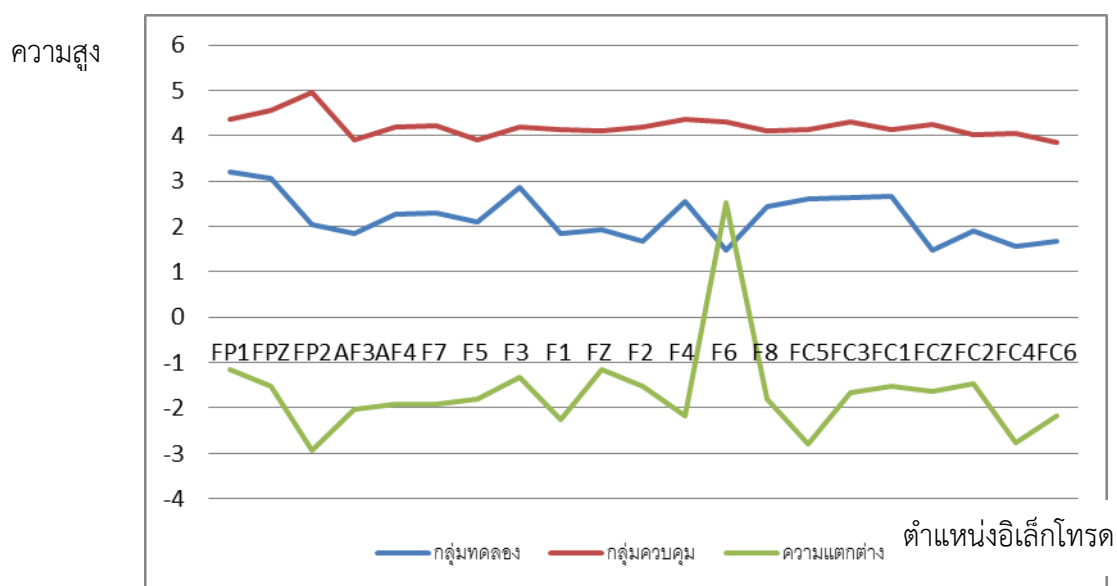
ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)		กลุ่มไม่ใช้ โปรแกรม (n=30)		Mean Differene	df	t	p	ES
	M	SD	M	SD					
F6	1.49	2.11	4.30	1.65	2.52	58.00	-6.04*	.00	0.62
F8	2.43	1.65	4.10	2.02	-1.81	55.78	-3.48*	.00	0.42
FC5	2.61	2.35	4.13	2.06	-2.80	56.98	-2.65*	.01	0.33
FC3	2.65	1.95	4.30	1.80	-1.66	57.62	-3.39*	.00	0.41
FC1	2.68	3.00	4.13	2.04	-1.51	51.14	-2.18*	.03	0.28
FCZ	1.49	.92	4.26	1.98	-1.64	41.14	-6.93*	.00	0.67
FC2	1.90	1.80	4.03	2.34	-1.45	54.53	-3.94*	.00	0.46
FC4	1.56	1.67	4.06	2.08	-2.76	55.48	-5.12*	.00	0.56
FC6	1.69	1.80	3.86	2.06	-2.17	56.95	-4.35*	.00	0.50

หมายเหตุ \*  $p < .05$

จากตารางที่ 13 พบว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าน้อยกว่ากลุ่มไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนอย่างมีค่านัยสำคัญที่ .05 พิจารณาที่ค่าความสูงของคลื่น (Amplitude) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ดังนี้ FP1 ( $t = -2.27, df=29, p=0.29$ ) FPZ ( $t = -3.63, df=29, p=.00$ ) FP2 ( $t = -7.46, df=29, p=.00$ ) AF3 ( $t = -4.02, df=29, p=.00$ ) AF4 ( $t = -4.14, df=29, p=.00$ ) F7 ( $t = -2.97, df=29, p=.00$ ) F5 ( $t = -3.14, df=29, p=.00$ ) F3 ( $t = -2.09, df=29, p=.04$ ) F1 ( $t = -4.62, df=29, p=.00$ ) FZ ( $t = -4.55, df=29, p=.00$ ) F2 ( $t = -5.47, df=29, p=.00$ ) F4 ( $t = -3.56, df=29, p=.00$ ) F6 ( $t = -6.04, df=29, p=.00$ ) F8 ( $t = -3.48, df=29, p=.00$ )

FC5 ( $t = -2.65$ ,  $df=29$ ,  $p=.01$ ) FC3 ( $t = -3.39$   $df=29$ ,  $p=.00$ ) FC1 ( $t = -2.18$ ,  $df=29$ ,  $p=.03$ )  
 FC2 ( $t = -3.94$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) FC4 ( $t = -5.12$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) FC6 ( $t = -4.35$   $df=29$ ,  $p=.00$ )  
 แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานของคลื่นไฟฟ้าสมองลดลงหมายความว่าประสิทธิภาพของการทำงานของสมองสามารถเชื่อมโยงการทำงาน ประสิทธิภาพในการส่งสารสื่อประสาทมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้การตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพดีขึ้น สามารถนำเสนอเป็นกราฟ ได้ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ผลการเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรม จากความกว้างคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากค่าความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 พิจารณาจากความสูงของคลื่น (Amplitude)

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรมช่วงเวลาที่ใช้ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบ พิจารณาจากความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (n=30)		Mean Difference	df	t	p	ES
	M	SD	M	SD					
FP1	288.03	28.72	310.60	27.72	-22.56	58	-2.27*	.02	0.29
FPZ	282.63	27.64	314.56	25.58	-31.93	58	-3.63*	.00	0.43
FP2	288.50	27.11	305.23	27.32	-16.73	58	-7.46*	.00	0.70
AF3	281.33	28.57	316.50	28.35	-35.16	58	-4.02*	.00	0.47
AF4	289.26	32.15	311.30	27.00	-22.03	58	-4.14*	.00	0.48
F7	293.13	29.38	316.90	22.83	-23.76	58	-2.97*	.00	0.36
F5	284.13	31.13	325.96	28.14	-41.83	58	-3.14*	.00	0.38
F3	295.76	32.72	324.33	29.80	-28.56	58	-2.09*	.04	0.27
F1	290.53	30.92	324.60	29.75	-34.06	58	-4.62*	.00	0.52
FZ	295.73	26.26	331.90	24.34	-37.15	58	-4.55*	.00	0.51
F2	302.90	38.52	334.13	22.91	37.15	58	-5.47*	.00	0.58
F4	302.40	41.35	331.70	24.57	45.69	58	-3.56*	.00	0.42
F6	301.53	40.12	334.80	23.81	-45.70	58	-6.04*	.00	0.62

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (n=30)		Mean Difference	df	t	p	ES
	M	SD	M	SD					
ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=30)		กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (n=30)						
F8	308.33	43.47	328.40	21.53	-37.79	58	-3.48*	.00	0.42
FC5	308.36	40.52	332.73	24.25	-41.62	58	-2.65*	.01	0.33
FC3	305.30	41.13	329.16	26.65	41.78	58	-3.39*	.00	0.41
FC1	309.93	38.64	334.78	23.83	-41.62	58	-2.18*	.03	0.28
FCZ	297.03	24.21	319.26	22.62	-41.78	58	-6.93*	.00	0.67
FC2	302.66	27.31	324.30	25.67	-41.44	58	-3.94*	.00	0.46
FC4	300.13	29.44	321.367	28.64	-41.51	58	-5.12*	.00	0.56
FC6	278.49	28.18	300.1	25.83	-34.34	58	-4.35*	.00	0.50

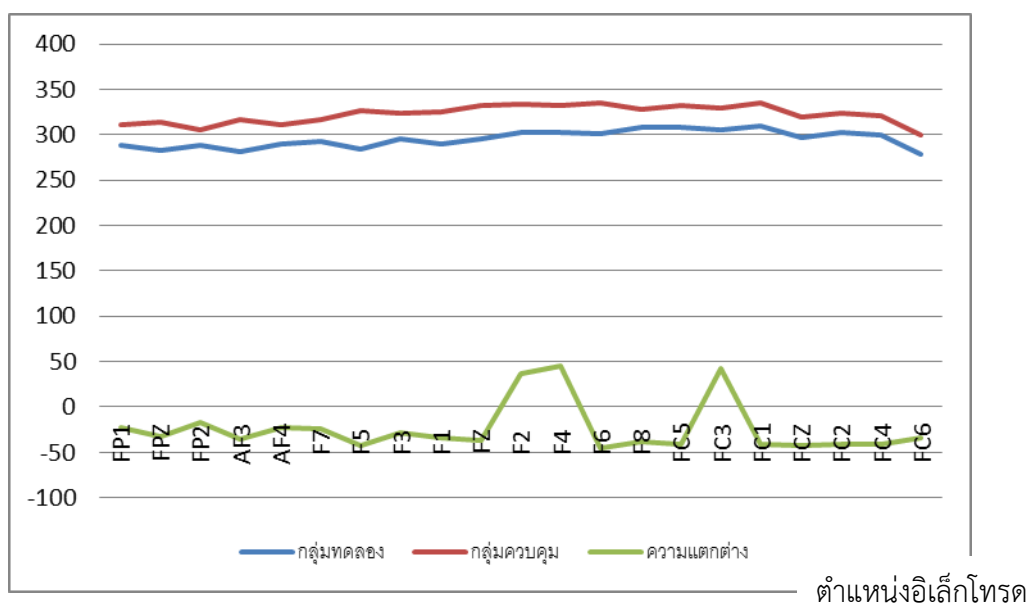
หมายเหตุ \*  $p < .05$

จากตารางที่ 14 ปรากฏว่า หลังการใช้โปรแกรมผลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของ  
ผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์  
โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้น มีค่าความกว้าง  
ของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Latency) น้อยกว่ากลุ่มไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการ  
กระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนอย่างมีค่านัยสำคัญที่ 0.05 พิจารณา  
ที่ค่าความกว้างของคลื่น ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง  
อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ดังนี้ FP1 ( $t = -2.27, df=29, p=.02$ )  
FPZ ( $t = -3.63, df=29, p=.00$ ) FP2 ( $t = -7.46, df=29, p=.00$ ) AF3 ( $t = -4.02, df=29, p=.00$ )

AF4 ( $t = -4.14$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) F7 ( $t = -2.97$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) F5 ( $t = -3.14$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ )  
 FPZ ( $t = .255$ ,  $df=29$ ,  $p=.01$ ) FP2 ( $t = .533$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) F3 ( $t = -2.09$ ,  $df=29$ ,  $p=.04$ )  
 F1 ( $t = -4.62$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) FZ ( $t = -4.55$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) F2 ( $t = -5.47$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ )  
 F4 ( $t = -3.56$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) F6 ( $t = -6.04$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) F8 ( $t = -3.48$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ )  
 FC5 ( $t = -2.65$ ,  $df=29$ ,  $p=.01$ ) FC3 ( $t = -3.39$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) FC1 ( $t = -2.18$ ,  $df=29$ ,  $p=.03$ )  
 FC2 ( $t = -3.94$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) FC4 ( $t = -5.12$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ ) FC6 ( $t = -4.35$ ,  $df=29$ ,  $p=.00$ )

แสดงให้เห็นได้ว่าการใช้พลังงานของคลื่นไฟฟ้าสมองลดลงหมายความว่าประสิทธิภาพของการทำงาน  
 เชื่อมโยงในการส่งสารสื่อประสาทที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้การตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วใช้  
 เวลาลดลงและมีประสิทธิภาพดีขึ้น สามารถนำเสนอเป็นกราฟได้ดัง ภาพที่ 34

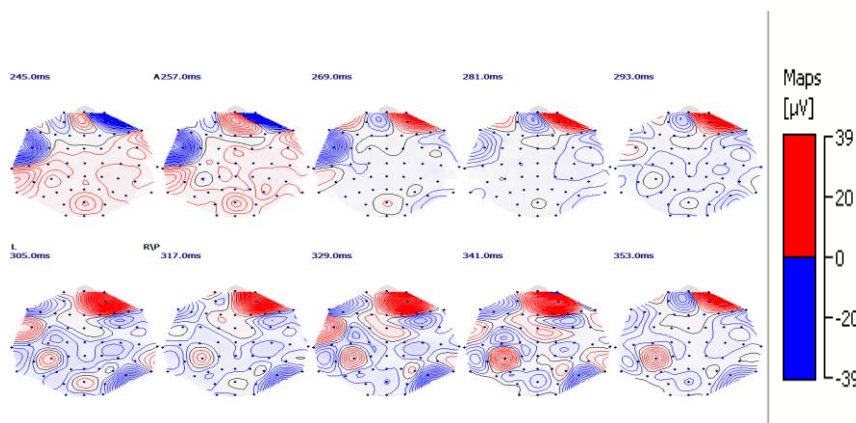
เวลา m/s



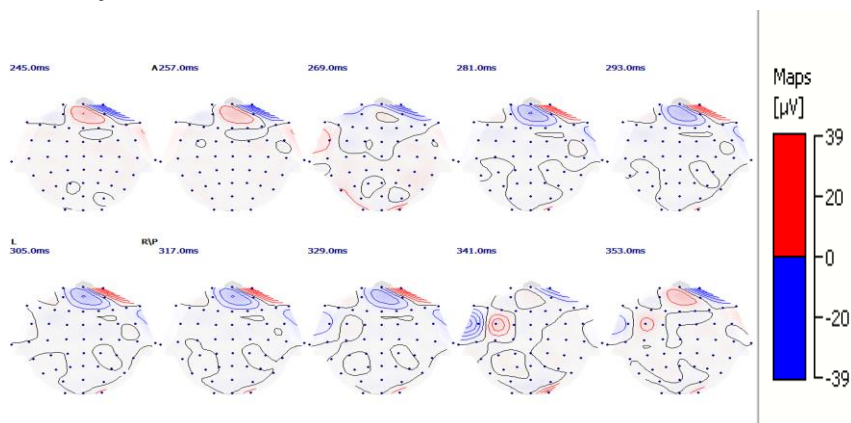
ภาพที่ 34 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับ  
 โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับ  
 ผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้น กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการพัฒนาจากโปรแกรมช่วงเวลาที่ใช้  
 ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบ พิจารณาจากความกว้าง (Latency) ของ  
 คลื่นไฟฟ้าสมอง

### 3. การเปรียบเทียบภาพ (Maps) ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง

ภาพ (Maps) ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองทั้งหมดที่ทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด โดยเส้นสีแดง แสดงถึงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแรงดันบวก (Positive Voltage) หรือแสดงถึงมีการใช้พลังงานของสมองมาก เส้นสีน้ำเงินแสดงถึงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแรงดันลบ (Negative Voltage) หรือแสดงถึงมีการใช้พลังงานของสมองน้อย



ภาพที่ 35 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม สำหรับผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง (Pretest)

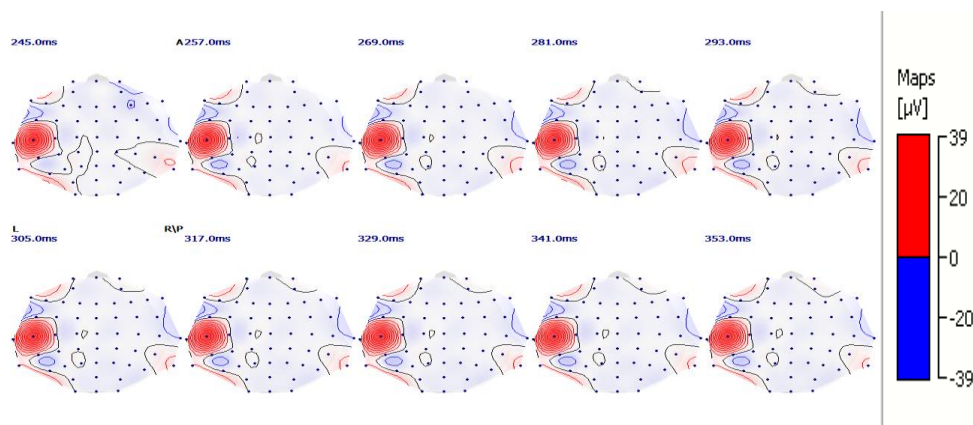


ภาพที่ 36 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด หลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม สำหรับผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง (Posttest)

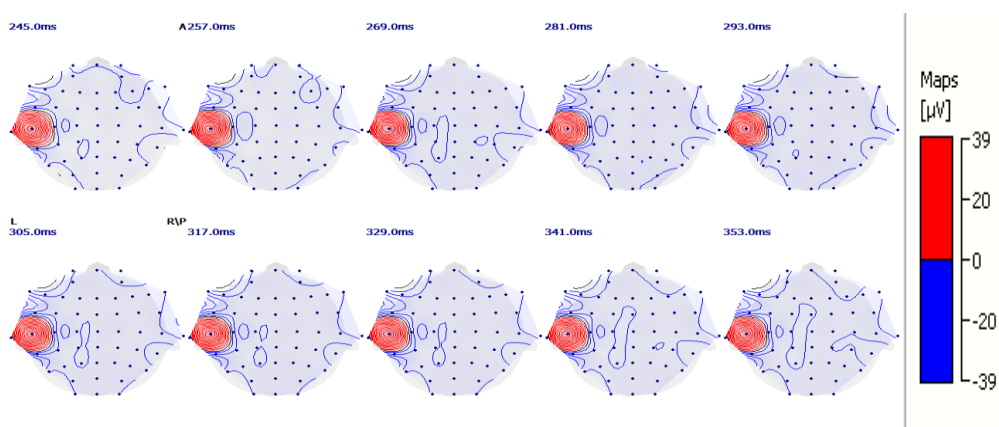
จากภาพที่ 35 และ ภาพที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลอง ปรากฏว่า หลัง



การทดลอง กลุ่มทดลองมีภาพความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแรงดันบวก (Positive Voltage) ลดลงโดยปรากฏสีแดงจางลงแสดงถึงสมองมีการใช้พลังงานน้อยลง



ภาพที่ 37 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนก่อนการทดลอง (Pretest)



ภาพที่ 38 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนหลังการทดลอง (Posttest)

จากภาพที่ 37 และภาพที่ 38 แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ของกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ก่อนและหลังการทดลอง ปรากฏว่าภาพความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแรงดันบวก (Positive Voltage) ไม่แตกต่างกัน

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยจากการประยุกต์ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise) ร่วมกับการปรับสมดุลด้านอารมณ์ และนำไปใช้โดย เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากการตอบสนองเวลาปฏิกิริยา ความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking Form A) ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริหารโรงเรียน รองผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ที่เข้าสู่ตำแหน่งผู้บริหารโรงเรียน ที่ปฏิบัติหน้าที่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 1 ปีการศึกษา 2558 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ได้มาด้วยวิธีการอาสาสมัคร แล้วสุ่มอย่างง่ายแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือของเอ็ดวินเบิร์ก แผ่นวัดระดับสายตาระยะใกล้ด้วยเจเกอร์ชาร์ต และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ บันทึกข้อมูลพฤติกรรมด้วยโปรแกรม STIM<sup>2</sup> ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan และหมวกอิเล็กทรอนิกส์ (Electro-Cap) ชนิด 64 ช่องสัญญาณ (Channels) วิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม Curry Neuroimaging Suite 7.0 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธีหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที (*t*-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรม SPSS

### สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน วิเคราะห์ดัชนีความเหมาะสมของโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 1.00 และนำไปทดลองใช้ กับกลุ่มผู้บริหารที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 30 คน ผลการวิจัยจึงสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีความเหมาะสมในการนำไปใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียน

2. ผลการนำโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนไปทดลองใช้ ปรากฏว่า ผู้บริหารโรงเรียนมีความเข้าใจโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม สามารถปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมได้และให้ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี กลุ่มทดลองได้ปฏิบัติกิจกรรมตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดในแต่ละกิจกรรม ได้แก่ การมองภาพที่ขาดหายไปบางส่วนและอ่านหนังสือบทความที่ขาดหายไปบางส่วน การได้กลิ่นโดยปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ การรับรสโดยปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทานหรือชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคยรับประทาน การได้ยินโดยการฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ การสัมผัสโดยการใช้มือสัมผัสสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน

### 3. ผลการนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่าง

3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองก่อนกับหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ปรากฏว่าค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรม มีความคิดสร้างสรรค์จากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนการทดลอง ( $p < 0.5$ ) สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 และผลพิจารณาจากความกว้างและความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 หลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนวัดผ่านแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking Form A) ด้วยเครื่อง STIM<sup>2</sup> และเครื่อง Nueroscan ค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองมีค่าความต่างศักย์น้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกตำแหน่งของพื้นที่สมองส่วนหน้า FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 และผลการเปรียบเทียบค่าความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ปรากฏว่าหลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหาร มีค่าน้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 3

3.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรม ปรากฏว่าหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ

สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 และผลการเปรียบเทียบค่าความกว้าง (Latency) ความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ปรากฏว่าหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ที่ตำแหน่งพื้นที่เปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 5

## การอภิปรายผล

ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise Theory) เป็นการออกกำลังสมองหรือการบริหารสมองโดยการทำกิจกรรมที่ทำให้มีการกระตุ้นการทำงานของสมองให้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยิน และการสัมผัส ทำงานเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องจนเกิดการเชื่อมโยงของระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาทและสมองทุกส่วนทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ (Katz, 2002, pp. 231-263) ปัจจุบันมีการศึกษาทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ และนำไปใช้ในการพัฒนา Wolfson (2002, pp. 187-203) กล่าวถึง การทำงานของระบบประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ การมองเห็น การรับรส การได้กลิ่น การได้ยิน การสัมผัส มีความสำคัญต่อการทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำ ทำให้สมองหลั่งสารซีโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟินส์ (Endorphins) ทำให้ความจำดีขึ้น มีผลต่อเส้นใยประสาททำให้แขนงเซลล์ประสาทแตกกิ่งก้านสาขา เซลล์สมองสื่อสารกันมากขึ้นช่วยในการกระตุ้นระบบประสาทของสมองให้เกิดการหลั่งสารสื่อประสาท โดยกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อประสาทสัมผัสทั้งห้า จะช่วยเพิ่มการส่งผ่านของกระแสประสาท (Nerve Impulse) ที่ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System: ANS) ทำให้มีการตอบสนอง มีการรับรู้การทำงานดีขึ้น กระตุ้นการหลั่งของสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) อะซิติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ และความจำ รวมทั้งกระบวนการเรียนรู้และการคิดขั้นสูง

ลักษณะของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่พัฒนาขึ้น มี 7 กิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมการมองเห็น (Visual Activity) กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) กิจกรรมการคิด (Thinking) กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย (Tactilely Activity) กิจกรรมด้านจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) ซึ่งเป็นการเพิ่มมิติของกระบวนการคิดให้รอบด้าน จากผลของใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ด้านการตอบสนองเวลาปฏิกริยาและการเปลี่ยนแปลงของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนสามารถนำไปใช้เพิ่มความคิดสร้างสรรค์ได้ เนื่องจากโปรแกรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์องค์ความรู้และสาระสำคัญที่เกี่ยวกับการออกกำลังสมอง ประกอบด้วย 7 กิจกรรมหลัก คือ 1) กิจกรรมการมองภาพ (Visual Activity) 2) กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) 3) กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) 4) กิจกรรมการคิด (Thinking) 5) กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) 6) กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย (Tactilely Activity) และ 7) กิจกรรมด้านจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) รวมทั้งผู้วิจัยได้บูรณาการกับทฤษฎีและหลักการในพหุศาสตร์ (Multidisciplinary) กล่าวคือ มีสังเคราะห์องค์ความรู้ที่เกี่ยวกับการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์โดยนำกลไกที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทการตอบสนองเพื่อรักษาสมดุลทั้งมิติทางกายและมิติทางอารมณ์ เพื่อให้โปรแกรมความคิดสร้างสรรค์มีประสิทธิภาพสูงสุด และได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ซึ่ง Christensen, Johnson, and Turner (2011, pp. 241-242) ให้ความเห็นว่า เมื่อพัฒนาโปรแกรมหรือการทำกิจกรรมใดแล้วก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี ตรวจสอบความเหมาะสมและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในสถานการณ์จริง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมเนื่องจากสังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิด ดังนี้

1.1 แนวคิดเทคนิคทางจิตวิทยาระบบประสาท (Neuropsychological Technique) เพื่อปรับสภาพทางด้านร่างกายและจิตใจ โดยด้านร่างกายแสดงถึงการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทส่วนปลาย การฟื้นฟูสภาพร่างกายจากการปฏิบัติงาน ส่วนด้านจิตใจแสดงถึงสภาพทางจิตใจและอารมณ์ การผ่อนคลาย ลดความเครียดและความวิตกกังวล ความสามารถในการรวบรวมสมาธิที่ประกอบด้วย การจินตภาพ (Mental Imagery) เป็นการสร้างภาพขึ้นมาในใจ เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ อาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ เพิ่มแรงจูงใจ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความเครียด ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ (Holmes et al., 2002, pp. 305-308) มีผลทำให้ออกซิเจนในเลือดเพิ่มขึ้น และเกิดการกระตุ้นระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ส่งไปที่สมองบริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้การตอบสนองการทำงานอยู่ในสภาวะสมดุลเกิดการผ่อนคลาย ลดระดับของสารคอร์ติซอล (Cortisol) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับภาวะความเครียดลดลง เพิ่มความสามารถทางปัญญา (Cognitive Performance) ส่งผลต่อการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์และการเรียนรู้

(Jerath et al., 2006, pp. 556-571; Kim et al., 2013, pp. 264-269)

1.2 ทฤษฎีนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ (Neurobics Exercise Theory) เป็นการออกกำลังสมองหรือการบริหารสมองโดยการทำกิจกรรมที่ทำให้มีการกระตุ้นการทำงานของสมองทำให้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ 1) มองภาพ 2) รับรส 3) ได้กลิ่น 4) ได้ยิน และ 5) สัมผัส ทำงานเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง จนเกิดการเชื่อมโยงของระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาทและสมองทุกส่วนทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีผลต่อเส้นใยประสาททำให้แขนงเซลล์ประสาทเพิ่มมากขึ้นทำให้เซลล์ประสาทมีประสิทธิภาพในการส่งผ่านสัญญาณไฟฟ้าโดยใช้กิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อประสาทสัมผัสทั้งห้า

2. ผลการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ทำให้ผู้บริหารมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น อภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 หลังการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นและมีเวลาปฏิบัติงานน้อยลงกว่าก่อนใช้โปรแกรม รวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ผลการวิจัยสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา เช่น งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีอัตราการตอบได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Tang et al., 2007, pp. 17152-17156) งานวิจัยของ Organ (2010) ใช้วิธีการออกกำลังกายร่วมกับการเคลื่อนไหวของตา ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลการทดสอบในชั้นเรียนที่ดีขึ้น (Organ, 2010, pp. 220-245) นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้วิธี Rapid Serial Visual Presentation (RSVP) ที่กลุ่มทดลองมีการตอบสนองต่อเป้าหมายที่มีสิ่งรบกวนได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Di Noto, Uta, & DeSouza, 2013, pp. 1-9) มีสาเหตุมาจากปัจจัยที่ทำให้เนื้อเยื่อประสาทมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มประสิทธิภาพการส่งผ่านสัญญาณประสาทส่งผลกระทบต่อกระบวนการด้านความจำ สมาธิ การรับรู้ที่ทำให้เกิดพฤติกรรมการแสดงออกรวมถึงการทำงานระดับสูง คือ การคิด การแก้ไขปัญหา การตัดสินใจและการวางแผนที่ดีขึ้น ทำให้การทำงานของสมองยังคงประสิทธิภาพดี แข็งแรงและชะลอความเสื่อมตามวัย นอกจากนี้หลักการทำงานของการออกกำลังสมองหรือนิวโรบิกส์ เอ็กเซอร์ไซส์ เกิดจากการกระตุ้นให้ประสาทสัมผัสทั้งห้า (Sensory Organs) ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น การได้กลิ่น การรับรสและการสัมผัสได้ทำงานเชื่อมโยงกันทั้งหมด (นันทิกา ทวีชาติ, 2551)

ผลการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่พัฒนาขึ้น มีผลต่อค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์และเมื่อพิจารณาความสูงและความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 โดยหลังการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ทำให้

ความสูงและความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมมีผลต่อการส่งสัญญาณประสาทที่คอปัสคัลโลซัม (Corpus Callosum) ระหว่างสมองสองข้าง โดยมีระดับของการส่งสัญญาณที่เพิ่มขึ้น เชื่อว่ามีผลมาจาก การเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างสมองสองข้างที่เพิ่มขึ้น (Propper & Christman, 2010, pp. 269-281) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน 8 สัปดาห์ มีผลต่อกระบวนการทำงานของสมองในการวิเคราะห์ การคิด การแยกแยะ การตอบสนอง ตีความและการตัดสินใจ การคิดสร้างสรรค์ ให้ทำงานได้เร็วขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าของสมอง โดยเฉพาะบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 ซึ่งเป็นบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) ที่มีบทบาทสำคัญในการคิด การจำ การตัดสินใจ การมองเห็นและการเคลื่อนไหว สมองส่วน Anterior Prefrontal Cortex (ACC) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความคิดและเหตุผล สมองส่วน Inferior frontal gyrus (VLPFC) เป็นส่วนของสมองที่มีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับความจำร่วมกับสมองส่วน Temporal lobes การเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 (BA 21, 42) ซึ่งเป็นส่วนของ Auditory Cortex ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยินเป็นส่วนหนึ่งของสมองด้านขมับ (Temporal Lobe) การเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 P3 (BA 2, 39) เป็นส่วนของ Angular Gyrus เป็นพื้นที่สมองที่มีบทบาทในการประมวลผล การรู้คิดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Cognition) การกู้คืนความจำและความใส่ใจ และการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 POz BA 17, 18 ซึ่งเป็นบริเวณเปลือกสมองส่วนการเห็นขั้นต้น หลังฝึกตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน 8 สัปดาห์ ส่งผลให้ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ของกลุ่มได้รับโปรแกรมน้อยกว่าก่อนไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน และกลุ่มได้รับโปรแกรมมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยกว่ากลุ่มไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

2.2 ผลการวิเคราะห์ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ หลังการทดลองกลุ่มได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองน้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด

บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 และกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนมีความสูงและความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hillyard and Anllo-Vento (2008) ที่ศึกษาการเลือกใส่ใจ (Selective Attention) ด้วยวิธีศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่กำหนดกิจกรรมให้ความคิดต่อการใส่ใจ (Attention Task) จะมีค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยกว่ากลุ่มควบคุม (Hillyard & Anllo-Vento, 2008, pp. 781-787) และ Herrmann and Knight (2010) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทำกิจกรรมความใส่ใจ (Attention Task) ด้วยการกระตุ้นด้วยเสียง ภาพและทำกิจกรรมของการได้ยินและกิจกรรมการมองภาพ (Auditory, Visual Tasks) ที่เรียกว่า ออดบอล (Oddball) ปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่กำหนดให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีขนาดความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ที่ตำแหน่งคลื่นแรก คือ P100 N100 และคลื่นหลังที่ P300 (P1/ N1 and Late P3) (Herrmann & Knight, 2010, pp. 465-476)

การเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขึ้นอยู่กับความคิดในการตอบสนองของกลุ่มตัวอย่างในการทำกิจกรรม หากกิจกรรมการทดสอบมีความยากจะทำให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความพยายามมากขึ้น ทำให้ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 มีความสูงขึ้นด้วย (Luck & Gold 2008, pp. 33-39) การเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมองนอกจากขึ้นอยู่กับความใส่ใจแล้วยังเป็นผลมาจากความน่าจะเป็นหรือความยากง่ายในกิจกรรมการทดสอบ (Hassan, 2010, p. 108) ในขณะเดียวกันความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ที่ลดลง แสดงถึงความคิด ความใส่ใจของกลุ่มตัวอย่างน้อยลงหรืออาจเนื่องมาจากการทำงานของสมองดีขึ้น การใช้ความพยายามของกลุ่มตัวอย่างในการทำกิจกรรมการทดสอบน้อยลง (Luck & Gold, 2008, p. 44) นอกจากนั้นคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งเป็นยอดคลื่นไฟฟ้าค่าบวกที่เกิดขึ้นที่เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงแรก (Early Component) จะเริ่มเกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 50 มิลลิวินาทีขึ้นไป โดยลักษณะความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) P300 ปรากฏได้ทั้งสองด้านของหนังศีรษะบริเวณท้ายทอย (Contra and Ipsilateral Occipital Scalp) บริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal) กลีบสมองด้านบน (Parietal) และบริเวณสมองกลีบท้ายทอย (Occipital) ของบริเวณเปลือกสมอง (Hillyard & Anllo-Vento, 2008, pp. 781-787; Herrmann & Knight, 2010, pp. 465-476)



ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีความสูงของ คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลอง น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง FP1, FPZ, FP2, AF3, AF4, F7, F5, F3, F1, FZ, F2, F4, F6, F8, FC5, FC3, FC1, FCZ, FC2, FC4, FC6 บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) ซึ่งเป็นบริเวณสมองที่มีบทบาทในการรับรู้และการประมวลผล ที่เกี่ยวข้องกับความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง CP3 BA 2 เป็นพื้นที่สมองในการประมวลผลการรับรู้สีกทางกาย (Primary Somatosensory Cortex) ที่เกี่ยวข้องกับขนาดและรูปร่าง และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง POz (BA 17) ซึ่งเป็นสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น แสดงว่าขณะที่กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ใช้เวลาในการทำกิจกรรมความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่า ส่งผลให้ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่ประกอบด้วย 7 กิจกรรมหลัก ได้แก่ กิจกรรมการมองภาพ (Visual Activity) กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity) กิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) กิจกรรมการได้ยิน (Auditory Activity) กิจกรรมการสัมผัสทางร่างกาย (Tactilely Activity) กิจกรรมด้านจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) สามารถเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ได้ โดยการประเมินจาก 1) หลังการได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนกลุ่มทดลอง ความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม 2) หลังการทดลองกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน มีความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่าก่อนได้รับโปรแกรม และ 3) หลังการทดลองกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนมีความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรม ดังนั้น โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้น

ระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่สร้างและพัฒนาขึ้น สามารถเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนได้

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ปฏิบัติ

1. ผู้ที่ต้องการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ ปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดยทำเป็นกิจวัตรประจำวันติดต่อกัน 8 สัปดาห์จะทำให้เซลล์ประสาทในสมองมีประสิทธิภาพการส่งสัญญาณระบบประสาทและเพิ่มความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาท (Neuronal Plasticity) เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองในการเพิ่มศักยภาพของความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นผลจากการเชื่อมต่อกันของโครงข่ายประสาท (Neuronal Network)
2. หน่วยงานทางการศึกษา เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานพัฒนาคุณภาพผู้บริหาร สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือองค์กรอื่น สามารถนำโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพได้
3. สถาบันการศึกษาสามารถนำผลการวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนไปใช้ประกอบการเรียนการสอน การวิจัยและการบริการวิชาการ
4. นักวิจัยหรือผู้ที่สนใจ นำโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนไปประยุกต์เป็นทางเลือกในการกระตุ้นสมอง เพื่อพัฒนาความสามารถทางปัญญาแบบอื่น เช่น การเรียนรู้และการตัดสินใจ การคิดวิเคราะห์ การวางแผนและการพัฒนาองค์กร

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน งานวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการศึกษาทดลองรวมทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ มีการประเมินผล 2 ครั้ง ก่อนและหลังการทดลองเสร็จสิ้นเท่านั้น ดังนั้นการออกแบบการวิจัยครั้งต่อไป อาจมีการเพิ่มระยะเวลาในการประเมินผลซ้ำ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความคงอยู่ของความคิดสร้างสรรค์
2. ควรมีการศึกษากิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องับประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์และการประเมินผลความคิดด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ (Analytical

Thinking) หรือความคิดขั้นสูง (Higher Thinking) ควรพัฒนากระบวนการทางปัญญาในด้านอื่น ๆ เช่น การตัดสินใจ (Decision Making) การรู้จัก (Recognition) การรับรู้ (Perception)

3. ผู้วิจัยสามารถออกแบบรายละเอียดโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้มีความจำเพาะต่อการปฏิบัติแต่ละกิจกรรม เช่น การเลือกสิ่งกระตุ้นระบบประสาทให้เหมาะสมกับช่วงอายุ ความแตกต่างระหว่างเพศ เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- นันทิกา ทวิชาชาติ. (2551). ออกกำลังสมองก่อนสมองจะเสื่อม. *วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 53*(1), 152-157.
- ประสาธ อิศรปริดา (2558). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สายส่งสุขภาพใจ.
- พูนศรี รังสีขจี. (2552). Dementia in clinical practice. *วารสารประสาทวิทยาศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 4*(3), 1-13
- มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์. (2549). การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในผู้ใหญ่: ความรู้พื้นฐานสำหรับพยาบาล. *สงขลานครินทร์เวชสาร, 24*(5), 445-452.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). *พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554*. กรุงเทพฯ: ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์ จำกัด (มหาชน)
- วีรศักดิ์ เมืองไพศาล. (2552). *ภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุและการป้องกัน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภกิจ วงศ์วิวัฒนกิจ. (2550). *พจนานุกรมศัพท์การวิจัยและสถิติ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาย รัตนทองคำ. (2555) *การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- สุจิตรา เทียนสวัสดิ์. (2550). “ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา: ข้อวิพากษ์และข้อเสนอแนะวิธีการคำนวณ” *พยาบาลสาร 34*(4). (ตุลาคม – ธันวาคม): 1 – 8.
- สุพรพิมพ์ เจียสกุล. (2548). *สรีรวิทยา1*. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- สุนี ธนาเลิศกุล. (2546). *ตำรับยาใกล้ตัว*. กรุงเทพฯ: ริดเดอร์ส ไดเจสท์.
- อารี พันธมณี. (2554). *ฝึกให้คิดเป็นฝึกให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์ จำกัด (มหาชน)
- อนุพันธ์ ภารศิลป์. (2549). *การวิเคราะห์และจำแนกสัญญาณคลื่นสมองจากวิธีการสกัดตัวอักษรแบบ P300*. สารนิพนธ์, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุบล ปาระมี. (2544). สถาบันประสาทวิทยา กรมการแพทย์ จัดอบรมระยะสั้น หลักสูตรเทคโนโลยีการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง รุ่นที่ 19 ระหว่างวันที่ 5-16 มีนาคม 2555.

- Andreassi, J. L. (2000). *Psychophysiology In Human behavior and physiological response*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Anderson, B. A. (2014). *The attribution of value-based attentional priority in individuals with depressive symptoms* *Journal na me Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, Publisher Springer US, 1-7.
- Antonio, H. L., Steven, W. K., & Jonathan, D. W. (2009). Encoding of gustatory working memory by orbitofrontal neurons. *Journal Neurosci*, 29(3), 765–774.
- Akbarizadeh, (2006). *Decentralized Temporal Fuzzy Discrete Event Control in Urban Traffic Management*. Proceedings of IEEE International conference on industrial technology (ICIT) 2006, (15-17 December), 2663-2668.
- Arce, Ramos, Guevara, & corsi-Cabrera, (1995). Effect of spatial ability and sex on EEG power in high school students. *International Journal of Psychophysiology*, 20, 11-20.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1971). *The control of short term memory*. Scientific American, August 1971, 225(2): 82
- Ayres, A. J. (2010). *Sensory Integration and the child*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Barnes, D. E., et al., (2009). Predicting risk of dementia in older adults. *Neurology*, 25(5), 59-65.
- Berger, H. (1929). Uber das Elektrenkephalogramm des Menshen (On the human electroencephalogram). *Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten* 87:527-70
- Broadbent, D. (1957). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Bogen, J. E. (1995) *neurophysiology of consciousness: Part II. Constraining the semantic problem*. *Journal of Conscious Cogn Jun*; 4(2): 137-58
- Chengxuan, Q., Mii, K., & Eva, V. S. (2009). Epidemiology of Alzheimer's disease: occurrence, determinants, and strategies toward intervention. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 11(2), 155-162.
- Christman et al., (2003). Bilateral eye movements enhance the retrieval of episodic memories. *Neuropsychology*, 17(2), 221-229.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2011). *Research Methods, Design, and Analysis* (11<sup>th</sup> ed.). Boston, MA: Pearson.

- Cropley, A. J. (1970). S-R Psychology and "Creative and Intelligence" *The British Journal of Educational Psychology*, 36: 259-266; November.
- Coles, Gratton, & Fabiani, (1990). *Psychophysiology: Systems, Processes, and Applications*. New York: Guilford Press
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis of the behavioral sciences*. (2nd ed.). New York: Academic Press.
- Cooley, J. W. & Tukey, J. (1965). *An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series*". *Math. Comput.* 19: 297-301.
- Cozby, (2004). *Methods In Behavioral Research, Information Center*. Cal State Fullerton Northcentral University.
- Dalton, D. (1999). *Is e-business for you Strategic Finance (March)*: 74-77.
- Davis et al., (2009). "Problem Based Learning: A practical guide", *AMEE Medical Education guides no 15*, University of Dundee, Scotland, UK.
- Dehaene, S. et al., (2004). Sources of mathematical thinking Behavioral and brain-Imaging evidence. *Science*, 287: 970-974
- Di Noto, P., Uta, S., & DeSouza, J. F. X. (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.
- Dunn, W. (1999). *Manual for the sensory profile*. Austin Texas: Psychological Corporation.
- Dominique, D., et al. (2010). A Novel Neural Substrate for the Transformation of Olfactory Inputs into Motor Output. *PLoS Biology*, 8(16), 46-57.
- Eleanor, A. M., & Demis, H. (2011). Role of the hippocampus in imagination and future thinking. *PNAS*, 108(52), 56-64.
- Elisa, A., et al., (2011). Maintenance Cognitive Stimulation Therapy (CST) for dementia: A single-blind, multi-centre, randomized controlled trial of Maintenance CST vs. *CST for dementia. Biomed*, 11(16), 856-864.
- Feldman, M. & Piirto, J. (1994). Timing of neurogenesis is a determinant of olfactory circuitry. *Nat Neurosci*, 14(3), 331-337.
- Fumiaki, I., et al, (2011). Timing of neurogenesis is a determinant of olfactory circuitry. *Nat Neurosci*, 14(3), 331-337.

- Gardner, H. (1993). *Creating minds: An anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Gandhi*. New York: Basic Books.
- Getzels, J. W., & Jackson, P.W. (1962). *Creativity and Intelligence*. New York: Wiley. 455-460.
- Gough, (1993). "Priest and Counterpriests: A Structural Analysis of Jajmani Relationships in the Hindu Plains and The Nilgiri hills." *In the Hindu Caste System: A Sacralization of a Social Order*. Delhi: Chanakya Publications. (Reprinted from *Contributions to Indian Sociology* 1 (1967): 28-57
- Gupta, K. (1980). Effect of storage of sunflower seed in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical changes. *Seed Science and Technology*, 8(3): 317-321
- Guilford, J. P. (1982). Is some creative thinking irrational. *Journal of Creative Behavior*, 16, 151-154.
- Guilford, J. P. (1991). *Three Faces of Intellect*. *American Psychologist*. 14: 469 – 479.
- (2014). The relationship among geometry, working memory, and intelligence in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 123(0), 112-128.
- Hassan, (2010). Physical intimate violence in Chil, Egypt, India and Philippines. Abstract retrieved February 29, 2008, from [http://www.Unboundmedicine.Com/medline/ebm/record/15370347/full\\_citatio](http://www.Unboundmedicine.Com/medline/ebm/record/15370347/full_citatio).
- Heather, M. T., et al., (2011). The experience of palliative patients and their families of a family meeting utilised as an instrument for spiritual and psychosocial care: A qualitative study. *Biomed*, 10(7), 64-72.
- Herrmann, C. S., & Knight, R. T. (2010). Mechanisms of human attention: Event-related potentials and oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(6), 465-476.
- 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.

- Holmes et al., (2002). Lavender oil as a treatment for agitated behaviour in severe dementia: A placebo controlled study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 17(4), 305-308.
- Hurlock (2009). *Child Development*. New York: McGrawHill Book Company.  
Jersild.
- Isabel, A.M., et al., (2008). Attention Enhances the Retrieval and Stability of Visuospatial and Olfactory in the Dorsal Hippocampus. *PLoS Biology*, 7(10), 56-61.
- Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig. (2008). *Improving fluid intelligence with training on working memory: A meta-analysis*. Psychonomic Society, Inc. 2014, 1-21
- Jacob, Sienna & Stuart. (2011). *The Sage Handbook of Conflict Resolution*. London. SAGE Publications Ltd.
- Jankowska, D. M., & Karwowski, M. (2015). Measuring creative imagery abilities. *Frontiers in Psychology*, 6, 1591.
- Jellen & Urban. (2004). Predictive validity of Creative Thinking. *Journal of Creative Behavior*, 6(4), 78:86
- Jenkins, Brown, & Rutterford, (2009). Comparing Thermographic, EEG, and Subjective Measures of Affective Experience During Simulated Product Interactions.
- Jerath et al., (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.
- Jersild, (2009). *Child Psychology*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.
- John, T.C. & Louise, C. H. (2009). Brain Activation while Thinking about the Self from Another Person's Perspective after Traumatic Brain Injury in Adolescents Trends. *Cogn Sci*, 13(10), 447-454.
- Jonathan, A., et al., (2008). Role of IGF Signaling in Olfactory Sensory Map Formation and Axon Guidance. *Neuron*, 57(6), 847-857.
- Karan, S. K., et al., (2009). Research on treating neuropsychiatric symptoms of advanced dementia with non-pharmacological strategies, 1998-2008: a systematic literature review. *Int Psychogeriatr*, 21(5), 825-843.



- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. The Hebrew University of Jerusalem.
- Kai, E. & Neal, J. R. (2008). The Functional Theory of Counterfactual Thinking. *Pers Soc Psychol Rev*, 12(2), 168–192.
- Karbach and Kray, (2009). How useful is executive control training? Age difference in near and far transfer of task – switching training. *Dev. Sci.* 12, 978 – 99010.1111/j.1467-7687.2009.008646.x.
- Katz, (1978). *The social psychology of organization* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Katz, Nets Hawk; Tao, Terence (2002). "New bounds for Kakeya problems". *J. Anal. Math.* 87: 231–263.
- Keith et al., (2007). Social Outcomes in Childhood Brain Disorder: A Heuristic Integration of Social Neuroscience and Developmental Psychology. *Psychol Bull*, 133(3), 535–556.
- Kim et al., (2013). Effects of oxygen concentration and flow rate on cognitive ability and physiological responses in the elderly. *Neural Regeneration Research*, 8(3), 264-269.
- Kimberly, A. S., et al., (2011). Daily Spiritual Experiences in a Biracial, Community-based Population of Older Adults. *Aging Ment Health*, 14(7), 779–789.
- Klingberg, T. Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002 ). Training of working memory in children with ADHD. *Journal Clin Exp Neuropsychol.* 2002 Sep; 24(6):781-91
- Kutas, M. & Hillyard, S. (1980). Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity.
- Ladson, H. (2008). Religious and Spiritual Dimensions of the Vietnamese Dementia Caregiving Experience. *Hallym Int J Aging HIJA*, 10(2), 139–160.
- Laura, M., & Kristine, Y. (2009). Promising Strategies For The Prevention Of Dementia. *Arch Neurol*, 66(10), 1210–1215.
- Luck, S. J., & Gold, J. M. (2008). The construct of attention in schizophrenia. *Biol Psychiatry*, 64(1), 34-39.
- Maturana, H. R. and Varela, F.J., (1991). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Reidel, Dordrecht. Honloand: Reidel Publishing Company.

- Mary, R. N., et al., (2010). Brain Activation while Thinking about the Self from Another Person's Perspective after Traumatic Brain Injury in *Adolescents*. *Neuropsychology*, 24(2), 139–147.
- Mednick, (2004). *Brain Activation while Thinking about the Self from Another Person's Perspective after Traumatic Brain Injury in Adolescents*. *Neuropsychology*, 24(2), 139–147.
- Nancy, K., & Janet, M. (2002). *An OT and SLP Team Approach: Sensory and Communication Strategies that work*. Las Vegas. : Sensory Resource.
- Niedermeyer, & Silva, (1999). *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related*. (4<sup>th</sup> ed). Baltimore, MD: Williams; Wikins; 1999.
- Onarheim, B., & Friis-Olivarius, M. (2013). *Applying the neuroscience of creativity to creativity training*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 656.
- Organ, (2010). Exercise in schools can help children pay attention in The classroom. *Journal Developmental Medicine and Child Neurology*, 19, 220-245.
- Osborn, A. F. (1963.) *Creative Imagination (3rd ed)*. New York: Charles Scridners Sons.
- Philippe, R., et al., (2008).The Neural Bases of Emotion Regulation: Reappraisal and Suppression of Negative Emotion. *BiolPsychiatry*, 63(6), 577–586.
- 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.
- Purves, M. (2010). *Brains: How they Seem to Work*. Financial Times, NJ: Press.
- Ray, W. (1987). A Study of Motivvation Factors of Elemenary School Teachers in Metropolitan Publi School System. *Dissertation Abstracts International*, 48(1).
- Rabins, et al., (2007). *Practice guideline for the treatment of patients with alzheimer's disease and other dementias*. Retrieved October 18, 2009, from <http://www.psychiatryonline.com/pracGuide/loadGuidelinePdf.aspx?file=AlzPG101007>
- Robert, T. W., et al., (2009). Reminiscence groups for people with dementia and their family carers pragmatic eight-centre randomised trial of joint reminiscence and maintenance versus usual treatment: A protocol. *BioMed*, 5(12), 56-69.

- Rice, P. M. G. (2007). *Pottery analysis: A sourcebook*. Chicago: University of Chicago.
- Richard, W. (1992). Environmental Circumstances that can Damage the Developing Brain. *Journal of Pediatrics*. Retrieved January, 2008, from [http://www.chem-tox.com/pregnancy/learning\\_disabilities.htm](http://www.chem-tox.com/pregnancy/learning_disabilities.htm).
- Rohani, O., Susie, H., Jonathan, W. B., Julia, C. H., Elizabeth, G., & Disa, A.S. (2011). The structural neuroanatomy of music emotion recognition: Evidence from frontotemporal lobar degeneration. *Neuroimage*, 56(3), 1814–1821.
- Ronald, P. (2008). The anatomy of sorrow: a spiritual, phenomenological, and neurological perspective. *Philosophy, Ethics, and Humanities in Medicine*, 3(17), 85-92.
- Saczynski, J.S., et al., (2010). *Depressive symptoms and risk of dementia*. *Neurology*, 5(6), 126-135.
- Salzman, C. & Stefano, F. (2010). Emotion, Cognition, and Mental State Representation in Amygdala and Prefrontal Cortex. *Annu Rev Neurosci*, 33(6), 173–202.
- Sanya, F., Hammer, Jr., & Ella, M.N. (2010). Short- and long-term effects of intermittent social defeat stress on BDNF expression in mesocorticolimbic brain regions. *Neuroscience*, 167(3), 598–607.
- Saori, C. T., Bernard, W. B. & John, P. O. (2008). Calculating consequences: Brain systems that encode the causal effects of action. *Neurosci*, 28(26), 46-55.
- Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). *The effectiveness of creativity training: a quantitative review*. *Creat. Res. J.* 16, 361–388
- Simpberg, (2007). *Case studies for teacher problem solving*. New York : McGraw Hill, Inc.
- Stemberg, R. J. & Lubant, T. I. (1999). *Defining the crowd: Cultivating in a culture of conformity*. NY: The Free Press.
- Steve, M.J., David, C. R., & Peggy, L. S. (2011). The temporal distribution of autobiographical memory: Changes in reliving and vividness over the life span do not explain the reminiscence bump. *Springer*, 12(5), 124-133.
- Strickland, O., Lenz, E. R. & Waltz, C. F., (2010). *Measurement in nursing and health research*. Springer Pub.

- Sung, H.C., Chang, A.M., & Abbey, S. (2006). Application of music therapy for managing agitated behavior in older people with dementia. *Biomed*, 5(53), 58-62.
- Sutton, Braren, Zubin, & John. (1965). The learning of world models by connectionist networks. In *Proceedings of the Seventh Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Irvine, CA.
- Tang et al., (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(43), 17152-17156.
- Torrance, E. P., (1966). *Guiding creative talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Torrance, E. P., (1974). *Torrance test of creative thinking. Norms-technical Manual Research Edition-Verbal Tests, Forms A and B*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- Torrance, E. P. (1988). Intense emotional experiences-impetus for creation. *Creative Child & Adult Quarterly*, 11, 130-137.
- Torrance, E. P., (1990). *Torrance test of creative thinking: Norms-technical Manual. Figural and (streamlined) forms A and B*. Bensenville, IL: Schoolastic Testing Service.
- Torrance, E. P., (2006). *Research review for the Torrance tests of creative thinking figural and verbal forms A and B*. Bensenville, IL: Schoolastic Testing Service.
- Third Edition, (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge Third Edition*. Newtown Square: Project management Institute.
- Timothy, et al., (2008). An Exploratory Study of Spiritual Care at the End of Life. *Annals of Family Medicine*, 6(5), 75-83.
- Vaughn, (2006). "The relationship of school enrollment size and student," *Dissertation Abstracts International*. August 2006.
- Wallach & Kogan. (2010). Gender Differences in the Creativity of Hong Kong School Children: Comparison by Using the New Electronic Wallach Kogan. *Creativity Tests Creativity Research. Journal Volume 22, Issue 2, 2010: 18*
- Wolfsont, C. (2002). Behavioral Skills and Level of Understanding in Adults: A Brief Method Integrating Dennison's Brain Gym Balance with Piaget's Reflective Processes. *Journal of Adult Development*, 9(15), 187-203.

Kenett, Y. N., Anaki, D., & Faust, M. (2015). *Processing of unconventional stimuli requires the recruitment of the non-specialized hemisphere* *Front. Hum. Neurosci.*, 09 February 2015.

ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

1. แบบสอบถามข้อมูลข้อมูลพื้นฐานผู้บริหารโรงเรียน
2. แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน
3. แบบบันทึกกิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน
4. ข้อควรปฏิบัติก่อนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG)
5. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking)

รหัส □□□

## แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานผู้บริหารโรงเรียน

คำชี้แจง ให้ผู้สอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง □ หน้าข้อความที่เป็นคำตอบหรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่านมากที่สุด

1. เพศ

ชาย  หญิง

2. ปัจจุบันท่านมีอายุ.....ปี (นับจาก พ.ศ.เกิด เกิน 6 เดือน นับเป็น 1 ปี)

3. สถานภาพสมรส

โสด  สมรส  หม้าย/หย่า/แยกกันอยู่

4. ท่านจบการศึกษาสูงสุดระดับใด

อนุปริญญาหรือเทียบเท่า  ปริญญาตรี หรือสูงกว่า

5. ปัจจุบันท่านชอบทานอาหารรสชาติแบบใด

รสเปรี้ยว  รสหวาน  รสเค็ม

รสขม  รสชาติเผ็ดร้อนจัด  รสจืด

6. ปัจจุบันท่านชอบฟังเพลงประเภทใด

เพลงไทยเดิม  เพลงไทยลูกทุ่ง  เพลงไทยสากล

เพลงสากล  เพลงจีน  เพลงอื่น ๆ

7. ท่านถนัดมือ  ซ้าย  ขวา

8. ข้อมูลด้านสุขภาพ

8.1 ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

ไม่มี

มี ระบุ.....

8.2 ในระยะเวลาสามเดือนที่ผ่านมา ท่านมีความเครียดหรือไม่

ไม่มี

มี ระบุระดับ

เล็กน้อย  ปานกลาง  มาก





แบบประเมินความเหมาะสมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์  
โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

คำชี้แจง แบบประเมินนี้สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นโปรดพิจารณาว่า “การประเมินความ  
เหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยวิธีการกระตุ้นระบบประสาทแบบ  
องค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน” มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ในระดับใด

โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน โดยได้  
กำหนดระดับความเหมาะสมดังนี้

- 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	การออกแบบโปรแกรมการฝึกสมอง						
	1.1 ตัวอักษร						
	1.2 ภาพ						
	1.3 สี						
	1.3.1 ความแตกต่างของสีพื้นกับตัวอักษรและภาพ						
	1.3.2 ความสวยงาม ไม่ดูฉาด สบายตา						
	1.3.3 ความแตกต่างของสีข้อความ						
2	การดำเนินการตามขั้นตอนของโปรแกรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์						
	2.1 มีการกำหนดเป้าหมาย จุดมุ่งหมาย เนื้อหาและเกณฑ์การประเมิน						
	2.2 มีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับเนื้อหา						
	2.3 กิจกรรมมีความน่าสนใจ ส่งเสริมให้ผู้บริหารโรงเรียนมีความกระตือรือร้นในการฝึก						

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
	2.4 กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้ง่าย						
	2.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระยะเวลา						
	2.6 กิจกรรมมีกระบวนการเรียนรู้เรียงลำดับจากง่ายสู่ยาก						
	2.7 มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติกิจกรรม						
	2.8 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน						
	2.9 มีความเหมาะสมของขนาดรูปเล่ม						
	2.10 มีความสัมพันธ์ของภาพประกอบเนื้อหา						
3	ภาพรวมโปรแกรมการ						
	3.1 โปรแกรมการฝึกอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติ กิจกรรมได้อย่างมีลำดับขั้นตอน						
	3.2 ภาษาที่ใช้ในโปรแกรมอ่านแล้วเข้าใจง่าย						
	3.3 โปรแกรมมีภาพประกอบที่ชัดเจน						
	3.4 โปรแกรมการมีภาพประกอบที่เหมาะสม						

### 7. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

แบบบันทึกกิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

ทำเครื่องหมายถูกในช่อง  การปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ ในแต่ละวันที่ดำเนินกิจกรรม

วัน.....ที่.....เดือน..... พ.ศ. ....

ตารางที่ 15 แบบบันทึกกิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ

ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

วัน	ช่วงเวลา	กิจกรรมการกระตุ้นระบบประสาท	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
จันทร์ ถึง อาทิตย์	09.00 -10.00 น.	การมองภาพที่ขาดหายไปบางส่วน และอ่านหนังสือบทความ ที่ขาดหายไปบางส่วน		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	06.00 -06.30 น. 17.00 -17.30 น.	การได้กลิ่นโดยปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	06.30 -7.00 น. 17.30 -18.00 น.	การรับรสโดยปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทานหรือชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคยรับประทาน		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	20.00 -20.30 น.	การได้ยินโดยการฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	08.00- 8.30 น.	การสัมผัสโดยการใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์ หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด		
จันทร์ ถึง ศุกร์	09.00 -10.00 น.	กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิด กิจกรรมการวางแผนการทำกิจกรรม		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	15.00- 16.00 น.	การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน		

ผู้บันทึก.....

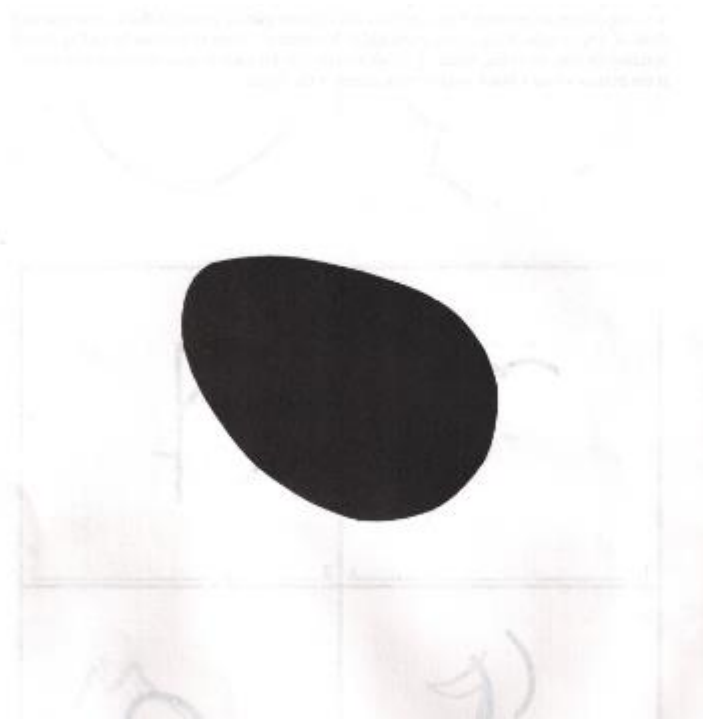
## ข้อควรปฏิบัติก่อนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography; EEG)

1. ควรสระผมด้วยแชมพูและล้างผมให้สะอาด ห้ามใช้ครีมนวดผมก่อนหน้าวันบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง 1 วัน ไม่ควรใส่น้ำมันแต่งผม เจลแต่งผมหรือฉีดสเปรย์ เนื่องจากการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองจะต้องสวมหมวกที่มีขั้วไฟฟ้าบนหนังศีรษะหากหนังศีรษะสกปรกหรือมีความมันมากจะส่งผลต่อการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองได้
2. ควรนอนหลับอย่างเพียงพออย่างน้อย 8 ชั่วโมงขึ้นไป
3. ควรรับประทานอาหารตามปกติก่อนบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองอย่างน้อย 1 ชั่วโมงขึ้นไป
4. งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน เช่น ชา กาแฟ โค้ก โคล่า ซอคโกแล็ต เป็นต้นอย่างน้อย 8 ชั่วโมงขึ้นไป เนื่องจากคาเฟอีนมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง จะส่งผลต่อการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองได้
5. งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เช่น สุรา ไวน์ เบียร์ เป็นต้น อย่างน้อย 8 ชั่วโมงขึ้นไป เพราะเครื่องดื่มดังกล่าวมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลางซึ่งมีส่งผลต่อการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเช่นกัน



### กิจกรรมที่ 1 ภาพโครงสร้าง

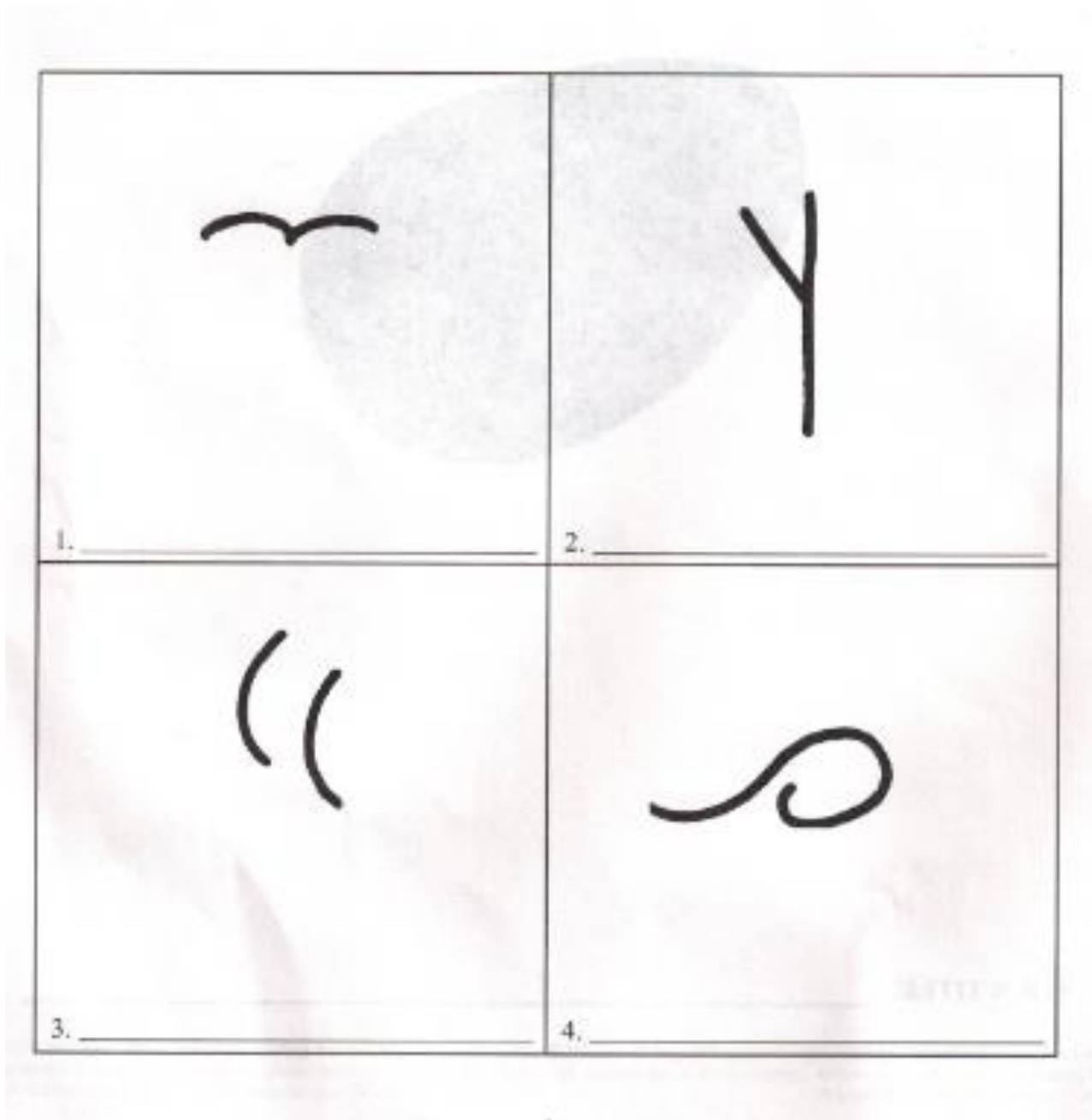
จากภาพที่ปรากฏที่มีรูปร่างโค้งให้ท่านวาดรูปเพิ่มเติมความคิดของท่านลงเป็นภาพที่น่าสนใจ  
และเมื่อเสร็จสิ้นแล้วให้ตั้งชื่อเรื่องข้างล่างภาพ







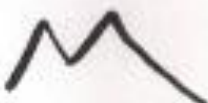

ชื่อภาพ \_\_\_\_\_

## กิจกรรมที่ 2 ภาพที่สมบูรณ์

ให้วาดเพิ่มเติมลงบนภาพที่ปรากฏให้เป็นภาพที่สมบูรณ์ โดยการสร้างเป็นภาพที่ไม่มีมาก่อนจากความคิดของท่าน และระบุชื่อเรื่องใต้ภาพที่ท่านได้สร้างขึ้นในแต่ละภาพ



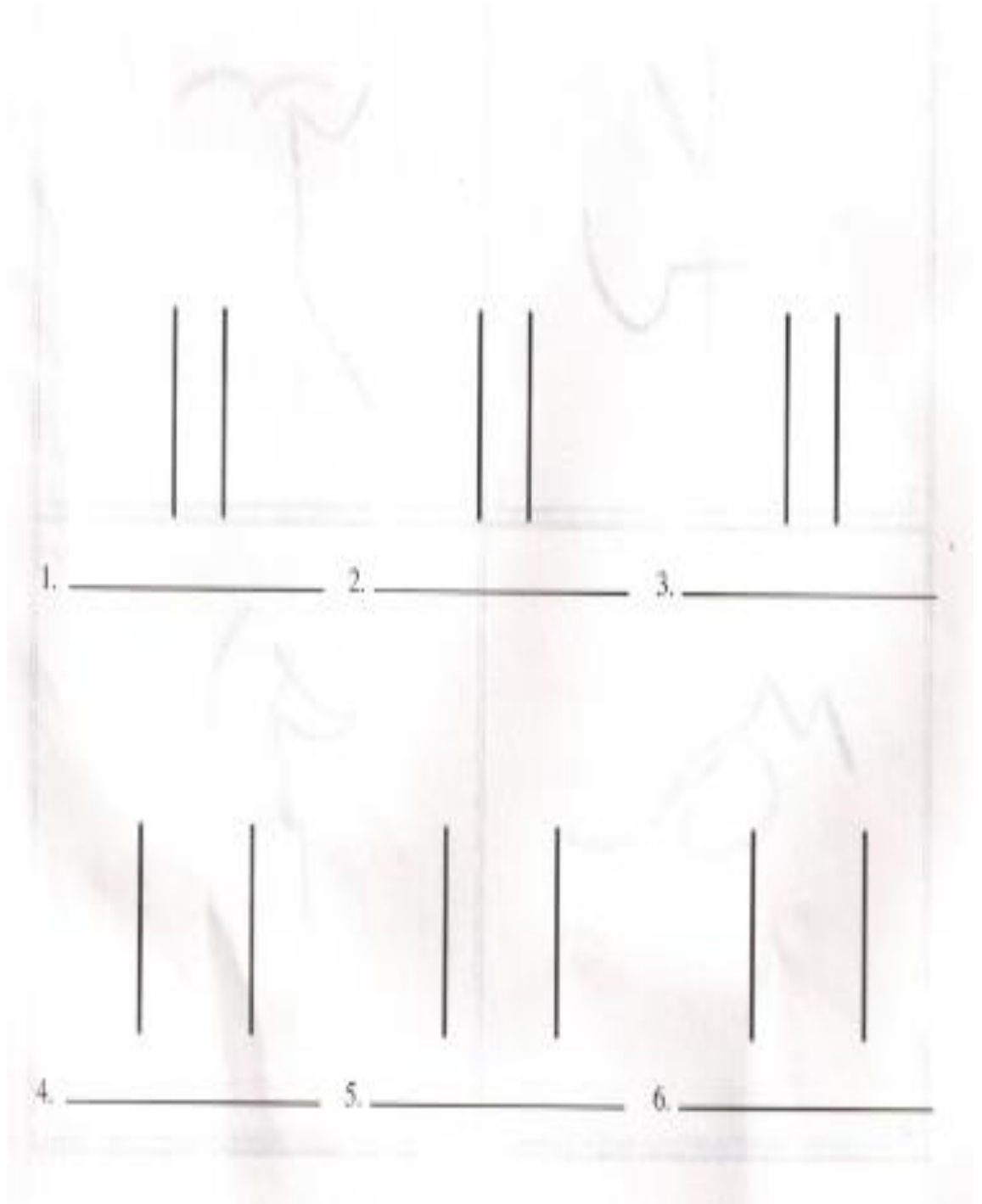


 <p>5. _____</p>	 <p>6. _____</p>
 <p>7. _____</p>	 <p>8. _____</p>
 <p>9. _____</p>	 <p>10. _____</p>



### กิจกรรมที่ 3 เส้น

ในระยะเวลา 10 นาที ให้ท่านเพิ่มเติมจากเส้นคู่ที่กำหนดจากความคิดของท่าน เพื่อให้เกิดเป็นภาพที่คุณต้องการและมีความสมบูรณ์ น่าสนใจ จากนั้นตั้งชื่อภาพที่วาดขึ้นที่เพิ่มเติมลงบนใต้ภาพ



7. \_\_\_\_\_ 8. \_\_\_\_\_ 9. \_\_\_\_\_

10. \_\_\_\_\_ 11. \_\_\_\_\_ 12. \_\_\_\_\_

13. \_\_\_\_\_ 14. \_\_\_\_\_ 15. \_\_\_\_\_

16. \_\_\_\_\_ 17. \_\_\_\_\_ 18. \_\_\_\_\_

GO ON TO NEXT PAGE

19. \_\_\_\_\_ 20. \_\_\_\_\_ 21. \_\_\_\_\_

22. \_\_\_\_\_ 23. \_\_\_\_\_ 24. \_\_\_\_\_

25. \_\_\_\_\_ 26. \_\_\_\_\_ 27. \_\_\_\_\_

28. \_\_\_\_\_ 29. \_\_\_\_\_ 30. \_\_\_\_\_

## ภาคผนวก ข

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค
2. คะแนนการทดสอบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
3. ค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
4. ค่าความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

## ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

**RELIABILITY**

```

/VARIABLES=a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 a10 a11 a12 a13 a14 a15 a16 a17 a18 a19 a20 a21 a22 a23 a24 a25 a26 a27 a28 a29 a30 a31
a32 a33 a34 a35 a36 a37 a38 a39 a40 a41
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA.
    
```

Notes

Output Created	27-AUG-2016 23:09:40
Comments	
Active Dataset	DataSet0
Filter	<none>
Weight	<none>
Split File	<none>
N of Rows in Working Data File	30
Matrix Input	
Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the procedure.
Missing Value Handling	RELIABILITY /VARIABLES=a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 a10 a11 a12 a13 a14 a15 a16 a17 a18 a19 a20 a21 a22 a23 a24 a25 a26 a27 a28 a29 a30 a31 a32 a33 a34 a35 a36 a37 a38 a39 a40 a41 /SCALE('ALL VARIABLES') ALL /MODEL=ALPHA.
Syntax	
Processor Time	00:00:00.02
Elapsed Time	00:00:00.02
Resources	

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.864	41





คะแนนจากทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม

ข้อ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2										ตอนที่ 3																																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม				
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	32	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	35
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	32	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	35
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	32	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	33
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	34	
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	33	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	34
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	33	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	33	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	34	
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	34	
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	32	
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31	
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	34
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32	
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	35
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33	
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31	
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	35	



**ค่าความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์  
โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม**

คะแนนความสูงของP300 ก่อนได้รับโปรแกรม

ลำดับ	อีเล็คโทรด																				ค่าเฉลี่ย	
ผู้เข้าร่วม	FP1_Pre	FP2_Pre	FP2_Pre	AF3_Pre	AF4_Pre	F7_Pre	F5_Pre	F3_Pre	F1_Pre	FZ_Pre	F2_Pre	F4_Pre	F6_Pre	F8_Pre	FC5_Pre	FC3_Pre	FC1_Pre	FC2_Pre	FC4_Pre	FC6_Pre		
คนที่ 1	5.57	6.18	6.13	6.14	8.53	5.80	11.24	6.22	7.32	6.00	6.32	6.00	7.29	7.94	6.70	6.27	6.14	5.84	5.76	5.49	6.17	6.62
คนที่ 2	6.06	5.21	8.65	5.43	5.15	3.60	4.87	5.01	4.44	4.51	8.97	5.72	5.21	5.40	3.88	3.51	3.87	3.25	3.79	4.36	4.06	5.00
คนที่ 3	3.19	4.46	6.34	3.59	4.20	3.85	4.09	3.27	3.02	2.81	2.98	4.16	3.29	4.21	5.96	3.09	2.68	2.91	3.00	3.25	3.45	3.70
คนที่ 4	1.20	1.44	0.43	1.61	0.93	3.02	1.48	1.09	1.19	1.49	1.22	1.29	1.46	0.94	1.28	1.23	1.12	1.72	1.67	1.20	4.91	1.52
คนที่ 5	3.15	2.89	2.95	3.22	3.12	2.54	2.94	3.16	3.15	2.96	3.11	2.87	2.80	2.51	3.01	3.11	3.03	3.12	3.03	3.18	2.71	2.98
คนที่ 6	4.70	5.34	5.29	5.26	7.73	5.71	10.43	5.41	6.46	5.15	5.50	5.19	6.48	7.36	6.02	5.53	5.33	4.99	4.91	4.81	5.44	5.86
คนที่ 7	1.38	1.52	1.45	1.42	1.67	1.14	0.60	1.32	1.50	1.33	1.55	8.58	1.78	1.36	1.01	1.06	1.28	1.71	1.59	1.72	1.69	1.75
คนที่ 8	3.86	4.31	4.88	4.08	3.85	2.82	2.68	3.99	3.57	3.39	2.61	2.65	2.51	3.86	1.78	3.46	3.14	2.93	2.72	2.00	1.88	3.19
คนที่ 9	4.60	3.19	3.44	2.68	3.24	2.93	2.54	2.66	2.49	2.27	2.12	2.19	2.29	2.08	3.33	2.31	2.36	2.25	1.96	2.08	1.89	2.61
คนที่ 10	9.83	9.04	2.43	8.43	9.13	7.47	7.64	7.95	8.07	8.15	8.13	9.80	7.83	7.56	7.63	7.66	7.83	7.45	7.91	7.64	8.02	7.88
คนที่ 11	8.69	8.14	6.28	6.76	3.69	8.65	6.21	0.51	3.32	5.81	2.98	7.73	6.22	5.64	6.21	8.92	2.89	3.37	0.36	7.34	4.26	5.43
คนที่ 12	2.14	1.66	6.07	1.99	1.31	2.05	1.48	1.38	1.30	1.42	1.06	2.38	0.67	0.58	1.06	1.28	1.15	1.11	7.76	0.95	0.34	1.86
คนที่ 13	3.86	4.31	4.88	4.08	3.85	2.82	2.68	3.99	3.57	3.39	2.61	2.65	2.51	3.86	1.78	3.46	3.14	2.93	2.72	2.00	1.88	3.19
คนที่ 14	3.19	4.46	6.34	3.59	4.20	3.85	4.09	3.27	3.02	2.81	2.98	4.16	3.29	4.21	5.96	3.09	2.68	2.91	3.00	3.25	3.45	3.70
คนที่ 15	3.19	4.46	6.34	3.59	4.20	3.85	4.09	3.27	3.02	2.81	2.98	5.16	3.29	4.21	5.96	3.09	2.68	2.91	3.00	3.25	3.45	3.75
คนที่ 16	1.05	0.83	0.96	0.55	0.50	0.06	0.42	0.43	0.49	0.37	0.43	3.71	0.51	0.23	0.19	0.26	0.35	0.25	0.45	0.38	0.22	0.60
คนที่ 17	2.14	1.66	6.07	1.99	1.31	2.05	1.48	1.38	1.30	1.42	1.06	2.38	0.67	0.58	1.06	1.28	1.15	1.11	7.76	0.95	0.34	1.86
คนที่ 18	2.71	4.07	3.94	1.07	1.09	1.29	1.28	0.70	0.69	0.62	0.66	1.30	1.09	0.65	0.48	0.31	0.43	0.48	0.49	0.42	0.27	1.14
คนที่ 19	4.70	5.34	5.29	5.26	7.73	5.71	10.43	5.41	6.46	5.15	5.50	5.19	6.48	7.36	6.02	5.53	5.33	4.99	4.91	4.81	5.44	5.86
คนที่ 20	5.41	6.04	6.00	5.97	8.43	6.41	11.13	6.11	7.16	5.86	6.21	5.89	7.18	8.06	6.72	6.24	6.04	5.69	5.61	5.51	6.15	6.56
คนที่ 21	1.76	1.90	1.83	1.80	2.05	1.52	0.98	1.70	1.88	1.71	1.93	8.96	2.16	1.74	1.39	1.44	1.66	2.09	1.97	2.10	2.07	2.13
คนที่ 22	9.20	7.79	8.04	7.28	7.84	7.53	7.14	7.26	7.09	6.87	6.72	6.79	6.89	6.68	7.93	6.91	6.96	6.85	6.56	6.68	6.49	7.21
คนที่ 23	10.66	9.87	3.26	9.26	9.96	8.30	8.47	8.79	8.91	8.98	8.96	10.63	8.66	8.39	8.46	8.49	8.67	8.28	8.75	8.47	8.85	8.72
คนที่ 24	9.38	8.83	6.97	7.45	4.38	9.34	6.90	1.20	4.01	6.50	3.67	8.42	6.91	6.33	6.90	9.61	3.58	4.06	1.05	8.03	4.95	6.12
คนที่ 25	2.29	1.80	6.22	2.14	1.45	2.19	1.62	1.53	1.44	1.56	1.21	2.53	0.82	0.73	1.20	1.42	1.29	1.26	7.91	1.10	0.49	2.01
คนที่ 26	4.71	5.16	5.74	4.93	4.70	3.67	3.53	4.85	4.42	4.24	3.47	3.50	3.36	4.71	2.64	4.31	3.99	3.78	3.57	2.85	2.74	4.04
คนที่ 27	3.37	4.64	6.52	3.78	4.38	4.04	4.28	3.46	3.21	2.99	3.17	8.34	3.47	4.39	6.15	3.27	2.86	3.09	3.19	3.43	3.63	4.08
คนที่ 28	1.10	0.88	1.01	0.60	0.55	0.11	0.47	0.48	0.54	0.42	0.48	3.75	0.56	0.28	0.24	0.30	0.40	0.30	0.50	0.43	0.26	0.65
คนที่ 29	3.41	4.78	4.65	1.77	1.80	2.00	1.98	1.41	1.39	1.33	1.37	2.01	1.80	1.35	1.19	1.02	1.14	1.19	1.19	1.13	0.98	1.85
คนที่ 30	2.71	4.07	3.94	1.07	1.09	1.29	1.28	0.70	0.69	0.62	0.66	1.30	1.09	0.65	0.48	0.31	0.43	0.48	0.49	0.42	0.27	1.14
ค่าเฉลี่ย	4.31	4.47	4.74	3.89	4.07	3.85	4.28	3.26	3.50	3.43	3.35	4.84	3.62	3.80	3.75	3.59	3.12	3.11	3.59	3.31	3.22	3.77

**ค่าความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 หลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์  
โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม**

คะแนนความสูงของP300 หลังได้รับโปรแกรม

ลำดับ	อิเล็กโทรด																				ค่าเฉลี่ย	
ผู้เข้าร่วม	FP1_Post	FP2_Post	FP2_Post	AF3_Post	AF4_Post	F7_Post	F5_Post	F3_Post	F1_Post	FZ_Post	F2_Post	F4_Post	F6_Post	F8_Post	FC5_Post	FC3_Post	FC1_Post	FCZ_Post	FC2_Post	FC4_Post	FC6_Post	Post
คนที่ 1	1.31	2.16	0.27	4.08	0.43	1.93	1.09	14.03	1.34	3.55	0.26	1.96	0.22	3.71	0.23	1.01	2.47	1.77	1.69	0.54	5.29	2.35
คนที่ 2	2.43	2.83	1.69	2.02	3.26	0.63	0.69	1.56	1.49	2.32	0.98	1.82	0.42	1.64	0.22	1.88	1.35	1.49	0.94	0.07	1.41	1.48
คนที่ 3	2.43	5.30	1.69	2.02	3.26	0.63	0.69	1.56	1.49	2.32	0.98	1.82	0.42	1.64	0.22	1.88	1.35	1.49	0.94	0.07	1.41	1.60
คนที่ 4	5.88	4.38	5.52	0.09	3.52	1.99	0.42	6.47	1.55	1.73	2.74	6.02	1.72	6.64	8.14	1.92	1.56	1.27	0.26	0.37	0.32	2.98
คนที่ 5	1.27	1.17	0.37	0.85	1.51	0.38	0.11	0.26	0.39	1.07	0.61	0.46	1.98	1.25	0.77	2.05	1.88	0.85	0.06	0.18	0.55	0.86
คนที่ 6	1.78	1.18	1.33	1.77	1.20	1.61	1.97	2.09	2.11	1.60	1.13	0.84	0.39	1.18	0.87	1.47	1.47	1.25	0.33	0.73	0.22	1.26
คนที่ 7	2.22	5.68	0.15	0.01	1.28	0.42	3.37	3.16	0.01	1.11	0.37	4.61	0.77	1.34	1.78	1.19	1.03	1.08	1.74	0.65	0.54	1.55
คนที่ 8	4.45	3.13	4.14	2.11	2.48	4.13	2.71	1.93	1.77	1.38	1.49	1.49	0.23	1.16	2.24	1.45	0.87	0.77	0.77	0.71	0.60	1.91
คนที่ 9	1.84	2.32	1.31	1.85	1.29	0.80	1.26	1.27	1.12	0.23	1.64	2.03	1.50	1.12	2.86	3.21	1.15	1.41	1.57	1.37	1.50	1.55
คนที่ 10	4.53	2.37	2.43	2.94	1.34	5.07	4.49	2.46	2.82	1.93	1.60	1.70	1.57	1.11	2.89	3.33	1.68	1.58	1.22	1.12	1.44	2.36
คนที่ 11	5.26	1.26	0.91	0.05	0.75	0.47	0.32	1.59	1.26	0.46	0.06	6.50	5.20	3.11	6.65	5.83	6.35	1.73	6.10	6.05	4.40	3.06
คนที่ 12	1.42	1.37	0.77	1.81	1.25	0.74	1.09	1.56	2.11	1.32	1.31	1.24	1.41	1.29	0.88	1.57	1.10	1.54	1.24	1.67	1.59	1.35
คนที่ 13	6.94	2.95	2.82	3.87	2.07	4.87	3.97	3.24	3.27	2.33	2.20	1.84	0.70	4.89	3.46	3.06	2.50	2.12	1.83	1.54	0.42	2.90
คนที่ 14	1.16	4.73	5.33	5.85	3.47	5.16	5.01	5.26	5.02	3.17	3.23	2.59	1.19	2.13	4.22	3.80	3.25	2.90	2.72	2.21	1.01	3.49
คนที่ 15	4.24	1.28	1.75	2.30	0.14	2.63	2.25	2.12	1.57	0.80	0.62	0.08	0.01	5.76	0.98	1.21	0.67	0.39	0.22	0.14	0.65	1.42
คนที่ 16	1.21	6.77	1.82	0.13	1.97	5.86	0.52	6.66	1.12	5.93	1.08	5.80	4.71	1.44	5.78	6.37	5.68	1.68	5.86	5.47	5.46	3.87
คนที่ 17	2.30	2.73	1.94	1.44	0.21	1.84	1.97	0.23	1.41	1.09	1.22	6.14	1.42	3.15	4.07	4.44	4.64	1.28	4.73	4.33	5.06	2.65
คนที่ 18	6.35	1.98	1.12	0.00	5.53	14.67	0.03	1.36	1.19	5.23	4.90	3.91	2.55	2.61	0.55	6.25	4.69	2.10	3.65	1.73	0.02	3.35
คนที่ 19	2.24	2.48	1.28	0.10	1.84	0.92	0.43	0.71	0.28	1.15	1.52	0.50	0.18	1.29	1.28	0.26	0.47	1.65	0.57	1.75	0.81	1.03
คนที่ 20	2.85	3.83	1.97	1.10	1.95	0.11	0.20	0.49	0.10	0.60	0.93	0.86	0.54	1.89	0.71	0.03	0.23	0.52	0.31	0.11	0.04	0.92
คนที่ 21	2.28	1.63	1.59	0.80	8.12	0.39	9.37	0.98	5.43	0.22	3.17	0.73	2.02	1.64	4.64	6.80	15.27	2.15	1.72	1.77	4.54	3.58
คนที่ 22	3.78	3.87	4.07	3.98	4.22	2.31	2.72	3.94	3.92	4.09	4.34	4.55	4.44	1.88	2.42	3.82	4.05	4.66	4.90	4.17	4.50	3.84
คนที่ 23	5.88	4.38	5.52	0.09	3.52	1.99	0.42	6.47	1.55	1.73	1.74	6.02	1.72	6.64	8.14	1.92	1.56	1.27	0.26	0.37	0.32	2.93
คนที่ 24	2.99	2.58	0.36	0.01	0.24	0.63	0.07	0.25	0.89	0.02	0.70	0.12	0.18	1.78	0.70	0.83	0.30	0.47	0.61	0.79	0.30	0.71
คนที่ 25	2.23	2.31	0.10	0.59	0.04	1.66	0.89	0.29	0.50	0.32	0.31	0.14	0.24	1.17	1.59	0.86	0.25	0.41	0.23	0.37	0.22	0.70
คนที่ 26	1.46	1.62	2.34	1.23	0.95	1.59	0.72	0.72	1.20	2.30	1.05	0.58	1.22	1.47	0.05	2.74	0.26	0.59	1.04	0.33	0.66	1.15
คนที่ 27	5.24	4.87	4.56	5.11	3.99	0.94	6.01	6.04	5.78	5.15	5.01	4.12	3.73	4.53	5.30	6.15	5.91	0.17	5.24	4.40	3.95	4.58
คนที่ 28	1.79	1.67	2.59	0.00	2.11	0.97	0.94	1.70	1.56	1.25	1.48	0.33	0.90	1.65	0.90	0.89	0.87	0.94	1.78	0.54	0.33	1.20
คนที่ 29	6.87	5.86	0.93	4.03	3.07	4.11	3.08	3.13	3.33	0.13	3.33	2.96	2.10	2.34	4.17	1.98	2.77	2.75	3.18	2.63	2.06	3.09
คนที่ 30	1.69	2.98	0.48	5.74	3.41	0.11	6.31	4.53	0.44	3.11	0.38	4.82	1.28	1.61	1.75	1.39	4.80	2.70	1.33	0.74	1.09	2.41
ค่าเฉลี่ย	3.21	3.06	2.04	1.87	2.28	2.32	2.10	2.87	1.87	1.92	1.68	2.55	1.50	2.44	2.61	2.65	2.68	1.50	1.90	1.56	1.69	2.20





### ภาคผนวก ค

1. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
2. หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย





## ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

คุณฐิติพันธ์ เรื่อง โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน: การศึกษาค้นคว้าสมอง

( CREATIVITY DEVELOPMENT PROGRAM BY HOLISTIC NERVOUS SYSTEM STIMULATION  
FOR SCHOOL ADMINISTRATORS. : ELECTROENCEPHALOGRAPHY; EEG )

วันที่ให้คำยินยอม วันที่.....เดือน..... พ.ศ. 2558

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยถึง  
วัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีวิจัย ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความ  
เข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจและข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิก  
การเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใด ก็ได้และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้จะไม่มีผลกระทบใดๆ  
ต่อข้าพเจ้า

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจน  
ข้าพเจ้าพอใจ ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าจะถูกเก็บเป็นความลับและจะเปิดเผยในภาพรวมที่  
เป็นการสรุปผลการวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ จึงได้ลงนามในใบ  
ยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....ผู้ทำการวิจัย

(.....)

## ภาคผนวก ง

1. คู่มือการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน



# คู่มือ



โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยกระตุ้นระบบประสาท  
แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

## คำนำ

คู่มือการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม สำหรับผู้บริหารโรงเรียนฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล โดยหลักการจัดกิจกรรมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบประสาทรับความรู้สึก (Sensory System) อย่างครบถ้วน ประกอบด้วยกิจกรรมการมองเห็น การดมกลิ่น การรับรส การสัมผัส การได้ยินเสียง การคิดและการกระตุ้นจิตวิญญาณ กิจกรรมดังกล่าวทำให้เกิดความสมดุลของร่างกาย (Homeostics) จิตและพฤติกรรม (Behavior) คู่มือฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้บริหารโรงเรียนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ให้เป็นองค์การแห่งความคิดสร้างสรรค์ (Creative Organization)

ผู้วิจัยมีความยินดีหากท่านมีข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้คู่มือการใช้โปรแกรมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กรุณาส่งความคิดเห็น และข้อเสนอแนะมายังผู้วิจัยเพื่อรวบรวมและแก้ไขพัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์ต่อไป

พรชัย ดั่งทองสุข

คู่มือการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาท  
แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

คำชี้แจง

คู่มือการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียนประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 หลักการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน

ส่วนที่ 2 โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน

ส่วนที่ 1 หลักการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน



ภาพที่ 40 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบการออกกำลังสมอง

### 1. การทำกิจกรรมใหม่ๆ ในชีวิตประจำวัน

การทำกิจกรรมซ้ำแบบเดิมทุกวันทำให้สมองไม่ได้รับการกระตุ้น เมื่อเวลาผ่านไปจะทำกิจกรรมโดยใช้จิตใต้สำนึก (Subconscious) สมองจะทำงานลดลงเนื่องจากการทำแบบอัตโนมัติ เซลล์ประสาทจะถูกกระตุ้นลดลงนำไปสู่การฝ่อของเซลล์ประสาท (Neuron atrophy) ได้

### 2. การใช้ประสาทสัมผัสมากขึ้นและใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่าง

กิจกรรมนี้เป็นการดึงความสามารถของประสาทสัมผัสทั้ง รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัสและ อารมณ์มาใช้ให้มากที่สุด ใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างขึ้นไปโดยการจดใช้ประสาทสัมผัสที่ใช้อย่างน้อย เช่น ใช้มือคลำหาของแทนการมองหาสื่อสารด้วยท่าทางแทนคำพูด ผสมผสานประสาทสัมผัสทั้งห้า เช่น ดมกลิ่นหอมของดอกไม้ขณะฟังเพลง ลิ้มลองรสไปพร้อมสุดดมกลิ่นของอาหารกระตุ้นประสาทสัมผัส

### 3. การเข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประสบการณ์ใหม่

การทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อนเป็นการกระตุ้นสมองได้เป็นอย่างดีและได้ใช้ประสาทสัมผัสทุกด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งอารมณ์เมื่อรู้สึกสนุก ผู้ปฏิบัติมีความสุขกับกิจกรรมใหม่ร่างกายจะหลั่งสารแห่งความสุข ซึ่งเกิดจากกลไกทางด้านต่อมไร้ท่อภายในร่างกาย นอกจากมีผลดีต่อสมองและต่อร่างกายทุกส่วน

การกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม (Holistic Nervous System Stimulation) เป็นวิธีการปฏิบัติกิจกรรมที่ส่งผลให้ระบบประสาทของสมอง ให้มีการพัฒนาขึ้น และสามารถทำงานเชื่อมโยงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาจากแนวคิดการออกกำลังสมองที่ทำให้ระบบประสาทสัมผัสทั้งห้าได้แก่ การมองภาพการรับรส การได้กลิ่น การได้ยิน และการสัมผัสทำงานเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง โดยนำกิจกรรมการคิด และกิจกรรมทางจิตวิญญาณผนวกเพิ่มเติมเข้าไปในการทำกิจกรรมที่ปฏิบัติในกิจวัตรประจำวัน เป็นผลให้เกิดการทำงานร่วมกับประสาทสัมผัสแบบองค์รวมทั้งทำให้การทำงานของสมองในส่วนลิมบิก (Limbic) สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลให้การเชื่อมโยงระบบประสาทของสมองทำงานอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านความรู้และความคิดที่ดีขึ้น

## ส่วนที่ 2 โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับ ผู้บริหารโรงเรียน

โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับ  
ผู้บริหารโรงเรียนฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้บริหารโรงเรียน  
เสริมสร้างการทำงานของสมองโดยจัดกิจกรรมให้เกิดการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม โดย  
นักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยจัดกิจกรรมให้แก่ผู้บริหารโรงเรียน มีข้อปฏิบัติสำหรับผู้ใ้ใช้คู่มือดังต่อไปนี้

1. การใช้โปรแกรมการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมฉบับนี้ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์  
ช่วงเวลา อุปกรณ์ ขั้นตอนการทำกิจกรรม และการประเมินผลของแต่ละกิจกรรม
2. การปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาท  
แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนนั้น ได้กำหนดช่วงเวลาการปฏิบัติกิจกรรมที่ชัดเจนแต่การนำไป  
ปฏิบัติจริง สามารถนำไปปรับเวลาให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับสถานการณ์ และบริบทสภาพแวดล้อม
3. ในการดำเนินการเพื่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้บริหารโรงเรียนนั้นเนื่องจากต้อง  
สร้างแรงจูงใจ และความร่วมมือให้กับผู้บริหารโรงเรียนให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมให้ครบตามวันเวลา  
ที่กำหนดไว้
4. ภายหลังจากที่ปฏิบัติกิจกรรมตามคู่มือการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการ  
กระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนเสร็จสิ้นในแต่ละกิจกรรม ต้องมีการ  
บันทึกการปฏิบัติกิจกรรมลงในแบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมดังกล่าวทุกครั้ง

ตารางที่ 15 กิจกรรมโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม  
สำหรับผู้บริหารโรงเรียน

วัน	ช่วงเวลา	กิจกรรมการกระตุ้นระบบประสาท	ลักษณะกิจกรรม
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	09.00 -10.00 น.	การมอง	การมองภาพที่ขาดหายไปบางส่วน และอ่านหนังสือที่ขาดหายไปบางส่วน
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	06.00 -06.30 น. 17.00 -17.30 น.	การได้กลิ่น	การปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ น้ำแชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	06.30 -7.00 น. 17.30 -18.00 น.	การรับรส	การปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทานหรือชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคยรับประทาน
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	20.00 -21.00 น.	การได้ยิน	การฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	08.00- 9.00 น.	การสัมผัส	การใช้มือสัมผัสสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด
จันทร์ ถึงศุกร์	09.00 -10.00 น.	การคิด	กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิด กิจกรรมการวางแผนการทำกิจกรรม
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	15.00- 16.00 น.	จิตวิญญาณ	การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน

โปรแกรมประกอบด้วยกิจกรรมในการปฏิบัติทั้งหมด 7 กิจกรรม โดยให้ผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องทำให้ครบทุกกิจกรรม ประกอบด้วย กิจกรรมการมองภาพ กิจกรรมการรับรส กิจกรรมการดมกลิ่น กิจกรรมการได้ยินเสียง กิจกรรมการสัมผัส กิจกรรมการคิด และกิจกรรมการกระตุ้นจิตวิญญาณ

## 1. กิจกรรมมองภาพ (Visual Activity) ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย

1.1 การใช้ประสาทสัมผัสทางตา เพื่อให้ผู้บริหารโรงเรียนสามารถสรุปภาพที่ได้จากการมองเห็น แล้วเล่าเรื่อง หรือสรุปให้บุคคลอื่นหรือผู้วิจัยฟังในระยะเวลา 30 นาที กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 09.00 – 09.30 น.

1.2 การอ่านจับใจความของบทความ โดยมีบางส่วนที่ขาดหายไป แล้วเล่าเรื่องหรือสรุปให้บุคคลอื่นหรือผู้วิจัยฟังในระยะเวลา 30 นาที กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 09.00 – 09.30 น.

### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมด้วยวิธีการมองภาพที่กำหนดให้

### อุปกรณ์

1. ภาพที่ขาดความสมบูรณ์จำนวน 10 ภาพ
2. บทความจากหนังสือที่มีบางส่วนขาดหายไป จำนวน 10 บทความ

### กำหนดเวลา

กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 09.00 – 09.30 น. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

ให้ผู้บริหารโรงเรียนมองภาพที่ขาดความสมบูรณ์และอ่านบทความจากหนังสือที่มีอักษรขาดหายไปบางส่วนที่ผู้วิจัยมอบให้ หลังจากนั้นให้ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติดังนี้

1. อธิบายภาพที่มองเห็น นักวิจัยจะบันทึกผลการทำกิจกรรมว่าสิ่งที่พบคืออะไรและเหตุผลใดมาสนับสนุนภาพที่มองเห็น
2. สรุปเรื่องราวจากการอ่านบทความที่ผู้วิจัยมอบให้และบันทึกลงแบบบันทึก

### การประเมินผล

1. ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80
2. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถบอกภาพที่เห็นได้ถูกต้องและสรุปเรื่องที่ได้อ่านได้อย่างสมบูรณ์

ครบถ้วน



ผู้บริหารโรงเรียนมองภาพที่ขาดความสมบูรณ์ และอ่านบทความจากหนังสือที่มีบางส่วนขาดหายไป



ภาพที่ 41 กิจกรรมมองภาพ ประกอบด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตา และอ่านจับใจความของบทความที่ขาดหายไปบางส่วน



## 2. กิจกรรมการรับรส (Gustatory Activity)

เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน ได้รับประทานอาหารที่มีความหลากหลายในรสชาติ โดยกิจกรรมนี้ ปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารด้วยการใช้ช้อน และส้อม เปลี่ยนมือการจับถือ อุปกรณ์การใช้จากเดิม พร้อมกับการเปลี่ยนประเภทของอาหารที่รับประทานด้วยการรับประทาน อาหารที่มีรสชาติที่แตกต่างจากเดิมในมือเช้า และมือเย็น ได้แก่ รสเปรี้ยว (Sour) รสหวาน (Sweet) รสเค็ม (Salt) รสขม (Bitter) เพื่อกระตุ้นการทำงานของปุ่มรับรส (Taste Buds) โดยดำเนินกิจกรรม ร่วมกับกิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) และการสัมผัส (Tactile Activity) กำหนดการ ปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมง เวลา 07.00 – 08.00 น. และในช่วงเวลา 17.00 - 18.00 น.

### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมด้วยวิธีการรับรสชาติของอาหาร

**อุปกรณ์** อาหารที่เคยรับประทานที่มีรสชาติ และกลิ่นของอาหารที่ต่างจากกัน อาหารประเภทต่าง ๆ ได้แก่ อาหารจีน อาหารไทย อาหารตะวันตก โดยอาหารดังกล่าวมีรสชาติที่ต่างจากกัน คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม

### กำหนดเวลา

การปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมง เวลา 07.00 – 08.00 น. และในช่วงเวลา 17.00 - 18.00 น. โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการได้กลิ่น (Olfactory Activity) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

ให้ผู้บริหารโรงเรียนได้รับรสชาติของอาหารที่หลากหลาย

### การประเมินผล

1. ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80
2. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถใช้มือที่ไม่ถนัดทำกิจกรรมได้



การรับประทานอาหารที่มีรสชาติแตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทานในมือเช้า และมือเย็น



อาหารประเภทต่าง ๆ ได้แก่ อาหารจีน อาหารไทย อาหารตะวันตก มีรสชาติที่ต่างต่างกัน  
คือ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม



ภาพที่ 42 กิจกรรมการรับรสประกอบการเปลี่ยนอุปกรณ์การรับประทานอาหาร หรือการ  
เปลี่ยนรสชาติของอาหารจากเดิม

### 3. กิจกรรมการดมกลิ่น (Olfactory Activity)

เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับกลิ่นที่แตกต่างกัน การดำเนินกิจกรรมได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้กลิ่นของสบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอมหรือน้ำหอมปรับอากาศและบอกกลิ่นพร้อมกับระบุกลิ่นว่ามีลักษณะอย่างไร เป็นกลิ่นของอะไร โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการสัมผัส (Tactilely Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 30 นาที ในช่วงเวลา 06.00 – 06.30 น. และในช่วงเวลา 17.00 - 17.30 น.

#### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมด้วยวิธีการสัมผัสกลิ่นที่ได้รับ

#### อุปกรณ์

สบู่ แชมพูสระผม ยาสีฟีน น้ำหอมสำหรับผิวกายหรือน้ำหอมปรับอากาศ

#### กำหนดเวลา

กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 30 นาที ในช่วงเวลา 06.00 – 06.30 น. และในช่วงเวลา 17.00 - 17.30 น. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

#### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

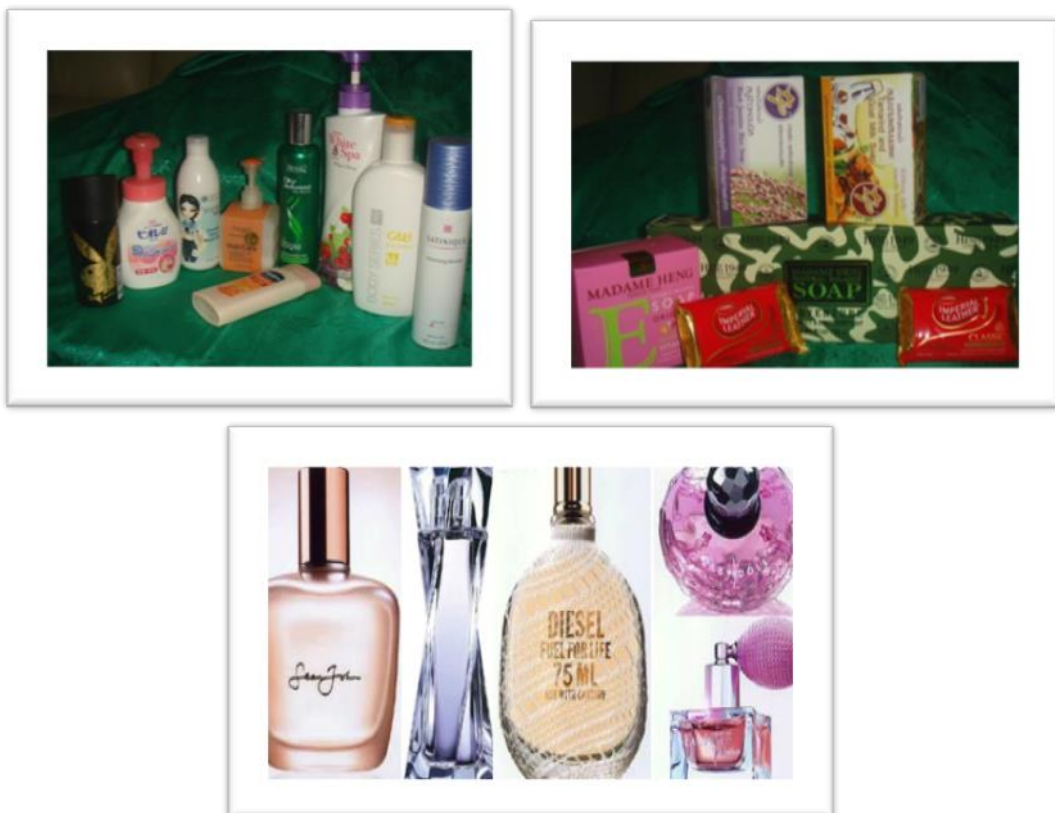
ให้ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม ยาสีแปร่งฟีน กลิ่นของน้ำหอมสำหรับผิวกายหรือน้ำหอมปรับอากาศทุก 2 สัปดาห์ต่อการใช้สิ่งของดังกล่าว หลังจากนั้นให้ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติดังนี้ เล่าให้ผู้บันทึกฟังถึงกลิ่นและบอกความรู้สึกจากการได้รับกลิ่นกับผู้บันทึก

#### การประเมินผล

1. ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80
2. ผู้บริหารโรงเรียนบอกกลิ่นที่ได้รับถูกต้องครบถ้วน



ผู้บริหารโรงเรียนปรับเปลี่ยนการใช้กลิ่นของน้ำหอมหรือน้ำหอมปรับอากาศปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้  
อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอมสำหรับผิวกายหรือน้ำหอมปรับอากาศ



ภาพที่ 43 กิจกรรมการรับกลิ่นประกอบด้วยให้ผู้บริหารโรงเรียนได้รับกลิ่นที่แตกต่างกัน

#### 4. กิจกรรมการได้ยินเสียง (Auditory Activity)

เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้รับเสียงที่ทำให้ผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรมประกอบด้วยกิจกรรม การให้ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรีจากเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำในช่วงขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวัน ช่วงเย็น ส่วนช่วงเวลาเข้านอนให้ฟังบทสวดมนต์โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมก่อนนอนทุกคืนครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 20.00 – 20.30 น.

##### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมโดยวิธีการสัมผัสจากเสียงที่ได้ยิน

##### อุปกรณ์

เพลงที่ผู้วิจัยกำหนดและจัดหาให้ และเครื่องเล่นดีวีดี เทปเสียง แผ่นเพลง

##### กำหนดเวลา

ในช่วงขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวัน ช่วงเย็นและช่วงเวลาเข้านอนให้ฟังบทสวดมนต์ โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมก่อนนอนทุกคืน ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 20.00 – 20.30 น. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

##### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

ให้ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ ซึ่งจะช่วยให้เมื่อได้รับฟังแล้วเกิดความผ่อนคลายในช่วงขณะที่กำลังรับประทานอาหารเช้า กลางวัน ช่วงเย็นและช่วงเวลาเข้านอนให้ฟังบทสวดมนต์ โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity) กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมก่อนนอนทุกคืน ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 20.00 – 20.30 น. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

##### การประเมินผล

1. ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80
2. ผู้บริหารโรงเรียนมีความรู้สึกสบายเกิดความผ่อนคลายและเกิดความรู้สึกสงบ



ผู้บริหารโรงเรียนฟังดนตรีจากเพลงที่ไม่เคยฟังเป็นประจำ ช่วงเย็น และช่วงเวลาเข้านอนให้ฟังบทสวดมนต์

**5. กิจกรรมการสัมผัสทางกาย (Tactilely Activity)** เป็นกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน โดย การใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อติดเครื่องยนต์ หรือการใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตาใช้มือสัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนดการ ดำเนินกิจกรรม ได้แก่ ประกอบด้วยการคลำกุญแจที่ใช้ก่อนเริ่มติดเครื่องยนต์ การสัมผัสวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้

#### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมด้วยวิธีการสัมผัสทางกายด้วยการคลำวัตถุที่กำหนดให้

#### อุปกรณ์

กุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์ ปากกาชนิดต่าง ๆ ดินสอ ยางลบ แม่กุญแจพร้อม ลูกกุญแจ เสื้อผ้า ฯลฯ

#### กำหนดเวลา

ในช่วงเวลาเช้า โดยดำเนินกิจกรรมร่วมกับกิจกรรมการมองภาพกับการสัมผัส กำหนดการปฏิบัติกิจกรรมทุกวัน ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเวลา 08.00 - 8.30 น.เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

#### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์อุปกรณ์ทดสอบประสาทสัมผัสทางร่างกายที่กำหนด
2. การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา
3. ใช้นิ้วมือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่มีพื้นผิวแตกต่างกัน เช่นปากกา ดินสอ ยางลบ ใส่เสื้อผ้าแบบหลับตาแล้วลืมตาตรวจสอบดูว่าปฏิบัติได้ถูกต้องหรือไม่

#### การประเมินผล

ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80



คลำกัญญาแจที่กำหนดโดยไม่ต้องลืม ตาหยิบปากกาสีต่าง ๆ ดินสอ โดยไม่ลืมตาให้สอดคล้องกับปากกา  
สีที่ต้องการใช้



ภาพที่ 44 กิจกรรมการสัมผัสทางกายประกอบด้วยกิจกรรม ให้ผู้บริหารโรงเรียนคลำกัญญาแจที่ใช้กับ  
รถก่อนเริ่มติดเครื่องยนต์ การสัมผัสวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้



## 6. กิจกรรมการคิด (Thinking Activity)

เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้การคิดวิเคราะห์ ได้แก่ กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิด (Brain Storming) โดยการกำหนดประเด็นปัญหาขึ้นจากนั้นร่วมกันคิดกับบุคลากรในโรงเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา และหาข้อสรุปร่วมกัน

### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมด้วยวิธีการคิด

### อุปกรณ์

ข้อปัญหาของแผนงานฝ่ายงานต่าง ๆ ในโรงเรียน บุคลากรในโรงเรียน ห้องประชุม

### กำหนดเวลา

กำหนดการปฏิบัติกิจกรรม สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 1 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 14.00 - 15.00 น. โดยการทำกิจกรรมทุกวันจันทร์ถึงวันศุกร์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

กิจกรรมที่จะดำเนินการกับบุคลากรในโรงเรียนตามฝ่ายงานอย่างน้อย 2 ฝ่ายงานต่อวัน กิจกรรมการวางแผนโดยการพูดคุยถึงปัญหาในการปฏิบัติงานและร่วมกันคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่พบ

### การประเมินผล

ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80



กิจกรรมการประชุมปัญหา และภาระงานฝ่ายงานต่าง ๆ ในโรงเรียน





กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิดวิเคราะห์แนวทางแก้ไขปัญหา



ภาพที่ 45 กิจกรรมการคิดวิเคราะห์ ผู้บริหารโรงเรียนระดมสมองกับบุคลากรเพื่อคิดวิเคราะห์แนวทางแก้ไขปัญหากับบุคลากรในโรงเรียนเพื่อหาข้อสรุป

## 7. กิจกรรมทางจิตวิญญาณ (Spiritual Activity)

เป็นการจัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้ปรับอารมณ์อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย (Relaxation of Emotion) การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกการนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบ และระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน รวมถึงการร่วมกิจกรรมทางสังคม โดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนเลิกปฏิบัติงานในโรงเรียน กิจกรรมการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ครั้งละ 1 ชั่วโมงในช่วงเวลา 15.00 - 16.00 น. และปฏิบัติกิจกรรมตามวันและเวลาที่กำหนด

### วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมด้วยวิธีการปรับจิตวิญญาณ

### อุปกรณ์

สถานที่เพื่อใช้จัดกิจกรรมการนั่งสมาธิ และมุมสนทนาการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของบุคลากร

### กำหนดเวลา

ทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนเลิกงานในโรงเรียน โดยมีกิจกรรมการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ครั้งละ 1 ชั่วโมงในช่วงเวลา 15.00 - 16.00 น. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

จัดกิจกรรมสำหรับผู้บริหารโรงเรียนให้ได้ปรับอารมณ์อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหารโรงเรียนฝึกการนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบและระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน รวมถึงการร่วมกิจกรรมทางสังคม โดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนโรงเรียนเลิก ณ ที่โรงเรียน

### การประเมินผล

1. ผู้บริหารโรงเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวันและเวลาที่กำหนดให้อย่างน้อยร้อยละ 80
2. พิจารณาจากการปฏิบัติกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การร่วมคิด ร่วมแสดงเหตุผล และการอภิปราย การระดมความคิด



กิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนเลิกงานในโรงเรียน โดยมีกิจกรรมการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดของเพื่อนร่วมงานในการปฏิบัติงานในแต่ละวัน และระลึกถึงเหตุการณ์ที่ผ่านมาในแต่ละวัน รวมถึงการร่วมกิจกรรมทางสังคม โดยการทำกิจกรรมรวมกลุ่มกับบุคลากรก่อนเลิกปฏิบัติงานในโรงเรียน



ภาพที่ 46 กิจกรรมทางจิตวิญญาณ เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้บริหารโรงเรียนได้ปรับอารมณ์ อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย การดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การนั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม

ประสาทสัมผัส	หลักการ	กิจกรรม
การมองเห็นภาพ (Visual Activity)	การมองเห็นภาพจะส่งสัญญาณไปที่สมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) ด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 และหลังจากนั้นสมองส่วนของการมองเห็นนี้อยู่ทางด้านหลังของสมองจะพัฒนาโครงสร้างที่จะตอบรับภาพ โดยการแปลภาพที่เห็นออกมาให้มีความหมายอาศัยสมองในส่วนนีโอคอร์เท็กซ์ (Neocortex) และสมองส่วนหน้าของการมองเห็น ต่อจากนั้นเซลล์ประสาทจะส่งข้อมูลไปยังสมองที่เกี่ยวกับการเห็นหรือสมองส่วนหลังสามารถพัฒนาความจำได้	การมองเห็นภาพที่ขาดความสมบูรณ์และการอ่านหนังสือจากบทความที่มีบางส่วนขาดหายไป
การรับรส (Gustatory Activity)	การรับรสชาติที่แตกต่างกันจะช่วยกระตุ้นเซลล์และเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 (Facial nerve) และประสาทสมองคู่ที่ 9 (Glossopharyngeal nerve) เพื่อส่งกระแสประสาทไปยังบริเวณนิวเคลียสในก้านสมองแล้วส่งต่อไปยังที่ ทาลามัสและส่วนสมองพวนพู (Parietal Cortex) วงจรนี้จะทำให้เกิดการทำงานของสมองหลายส่วน โดยเซลล์ประสาททำหน้าที่รับสัญญาณกระแสประสาทจากเซลล์สมองข้างเคียงที่เชื่อมติดต่อกับเซลล์สมองตัวอื่นเมื่อเซลล์สมองหลายส่วนมีการทำงานทำให้เกิดการการพัฒนาความจำ	การรับรสชาติอาหารที่แตกต่างจากเดิมที่เคยรับประทาน
การรับกลิ่น (Olfactory Neurons)	ได้รับกลิ่นที่แตกต่างกันจะมีการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในการรับกลิ่น (Olfactory Neurons) โดยส่งสัญญาณกระแสประสาทในสมอง มีผลให้ของสมองทุกส่วน ให้มีการทำงานเชื่อมโยงกับประสาทสัมผัส ทำให้มีผลต่อการงอกใหม่ของเซลล์ประสาท การรับกลิ่นเป็นระบบประสาทรับความรู้สึกที่ตอบสนองเร็วมากในมนุษย์ นำไปสู่การฟื้นฟูความจำ	การได้รับกลิ่นที่แตกต่างจากที่เคยชิน
การได้ยินเสียง (Auditory Activity)	เซลล์ประสาทที่ตอบสนองต่อเสียงอยู่ในบริเวณเปลือกสมองบริเวณขมับ (Temporal Cortex) การได้ยินเสียงดนตรีทำให้รู้สึกผ่อนคลายสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์สมอง ช่วยกระตุ้นสมองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินให้มีการพัฒนาโดยเชื่อมโยงกับการทำหน้าที่ของสมองในส่วนต่างๆ ส่งผลให้เกิดการหลั่งสารเอนโดฟินส์ (Endorphins) ที่มีผลทำให้สมองปลอดโปร่ง การคิดดี มีความสุข สุขภาพดี ความจำระยะสั้นดีและส่งผลต่อการคิด	การให้ได้รับเสียงดนตรีที่ทำให้ความผ่อนคลาย
การสัมผัสทางร่างกาย (Tactile Activity)	มีผลกระตุ้นเปลือกสมองใหญ่ (Cerebral Cortex) ทำให้เซลล์สมองแตกตัวมากขึ้นเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ การส่งสารสื่อประสาทรวดเร็ว มีการหลั่งของสารเซโรโทนิน (Serotonin) และเอนโดฟินส์ (Endorphins) ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น มีความจำที่ดีขึ้น	การเปลี่ยนพฤติกรรมในการสัมผัสด้วยการหลับตาเพื่อคลำหาวัตถุ

ประสาทสัมผัส	หลักการ	กิจกรรม
<p>การคิด (Thinking Activity)</p>	<p>สมองใช้ความคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจะกระตุ้นการทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมองส่วน พรีฟรอนทอล (Prefrontal Cotex) ทำให้เกิดการงอกใหม่ของเซลล์ประสาท (Neurogenesis) มีการสร้างใยสมองเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเชื่อมโยงวงจรแห่งความรู้ในสมองหลายทางเพื่อสร้างจุดเชื่อมต่อของเซลล์ประสาท (Synapse) ที่จำเป็นในสมองช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำและการคิด</p>	<p>การระดมสมองและ การวางแผนการทำงาน การแก้ไขปัญหาใน ภารกิจที่ปฏิบัติงาน</p>
<p>การปรับจิตวิญญาณ (Spiritual Activity)</p>	<p>การทำกิจกรรมนันทนาการร่วมกับเพื่อนทำให้สมองใหญ่ทั้งหมด (Cerebrum) ทำงานได้ดีขึ้นมีการเชื่อมระหว่างเซลล์ประสาทในสมองทุกส่วนและใช้ประสาทสัมผัสหลากหลายชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับคอร์ติซอล (Cortisol) ทำให้เกิดความเครียดของผู้บริหารลดลงเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทในด้านการรับรู้เรื่องต่าง ๆ เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ดีขึ้น</p>	<p>กิจกรรมสำหรับ ผู้บริหารโรงเรียนให้ได้ ปรับอารมณ์อยู่ใน สภาวะผ่อนคลาย การ ดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การให้ผู้บริหาร โรงเรียนฝึกการนั่ง สมาธิ ทำจิตใจให้สงบ และระลึกถึงเหตุการณ์ ที่ผ่านมาในแต่ละวัน รวมถึงการร่วม กิจกรรมทางสังคม</p>

กิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาท  
แบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

วัน	ช่วงเวลา	กิจกรรมการ กระตุ้นระบบ ประสาท	ลักษณะกิจกรรม
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	09.00 -10.00 น.	การมอง	การมองภาพที่ขาดหายไปบางส่วน และ อ่านหนังสือที่ขาดหายไปบางส่วน
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	06.00 -06.30 น. 17.00 -17.30 น.	การได้กลิ่น	การปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบน้ำ แชมพูสระผม กลิ่นของน้ำหอม หรือ น้ำหอมปรับอากาศ
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	06.30 -7.00 น. 17.30 -18.00 น.	การรับรส	การปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทาน หรือชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคย รับประทาน
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	20.00 -21.00 น.	การได้ยิน	การฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ ไม่เคยฟังเป็นประจำ
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	08.00- 9.00 น.	การสัมผัส	การใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจ รถยนต์หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่ กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้วมือได้ สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด
จันทร์ ถึงศุกร์	09.00 -10.00 น.	การคิด	กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิด กิจกรรมการวางแผนการทำกิจกรรม
จันทร์ ถึงอาทิตย์ (ทุกวัน)	15.00- 16.00 น.	จิตวิญญาณ	การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน

แบบบันทึกกิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

ทำเครื่องหมายถูกในช่อง  การปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ ในแต่ละวันที่ดำเนินกิจกรรม

วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ตารางที่ 18 แบบบันทึกกิจกรรมการใช้โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบ

ประสาทแบบองค์รวมสำหรับผู้บริหารโรงเรียน

วัน	ช่วงเวลา	กิจกรรมการกระตุ้นระบบประสาท	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
จันทร์ ถึง อาทิตย์	09.00 -10.00 น.	การมองภาพที่ขาดหายไปบางส่วน และอ่านหนังสือ บทความ ที่ขาดหายไปบางส่วน		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	06.00 -06.30 น. 17.00 -17.30 น.	การได้กลิ่นโดยปรับเปลี่ยนการใช้สบู่ที่ใช้อาบหน้า แคมพูสระ ผม กลิ่นของน้ำหอม หรือน้ำหอมปรับอากาศ		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	06.30 -7.00 น. 17.30 -18.00 น.	การรับรสโดยปรับเปลี่ยนรสชาติที่เคยรับประทานหรือชนิด ของอาหารอื่น ๆ ที่ไม่เคยรับประทาน		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	20.00 -20.30 น.	การได้ยินโดยการฟังดนตรีจากเพลงที่ชอบหรือเพลงที่ไม่เคย ฟังเป็นประจำ		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	08.00- 8.30 น.	การสัมผัสโดยการใช้มือสัมผัสกุญแจเพื่อใช้ไขกุญแจรถยนต์ หรือ การใช้มือคลำอุปกรณ์ที่กำหนดโดยการหลับตา ใช้นิ้ว มือได้สัมผัสอุปกรณ์ที่กำหนด		
จันทร์ ถึง ศุกร์	09.00 -10.00 น.	กิจกรรมระดมสมองเพื่อการคิด กิจกรรมการวางแผนการทำกิจกรรม		
จันทร์ ถึง อาทิตย์	15.00- 16.00 น.	การฝึกสมาธิ การพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ร่วมกับผู้ร่วมงาน		

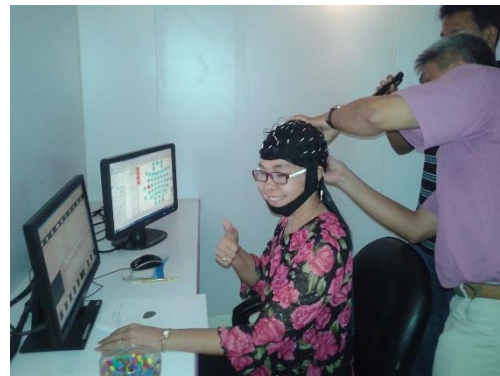
ผู้บันทึก.....

## ภาคผนวก จ

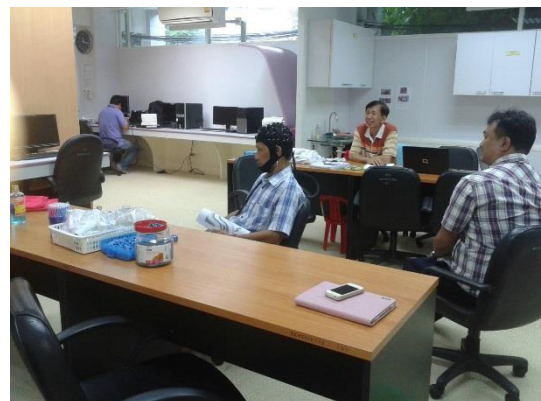
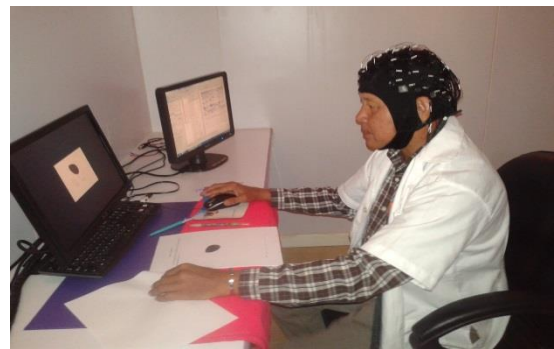
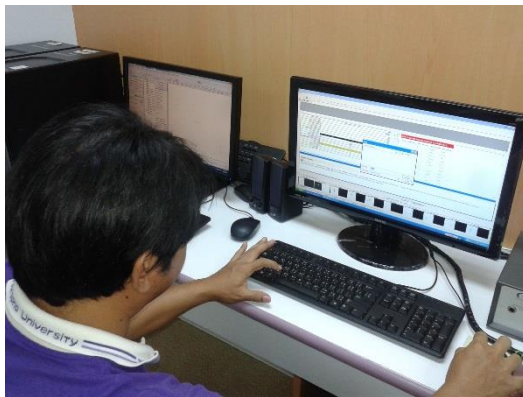
### 1. ตัวอย่างภาพ



ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

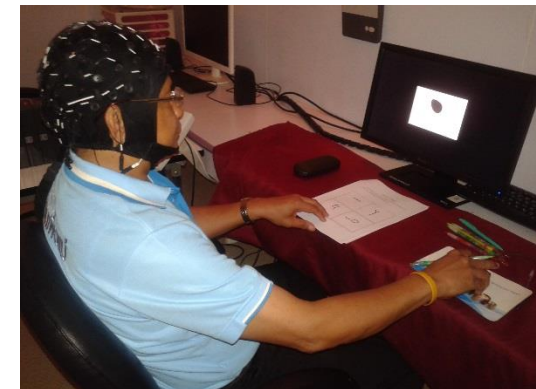
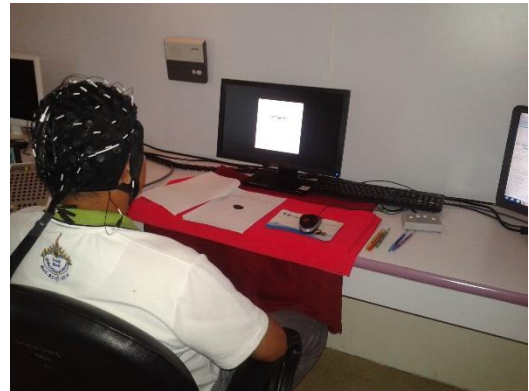


ตรวจสอบและติดตั้งอุปกรณ์ก่อนทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองและอธิบายการดำเนินแก่ผู้ทดลอง  
ก่อนการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์





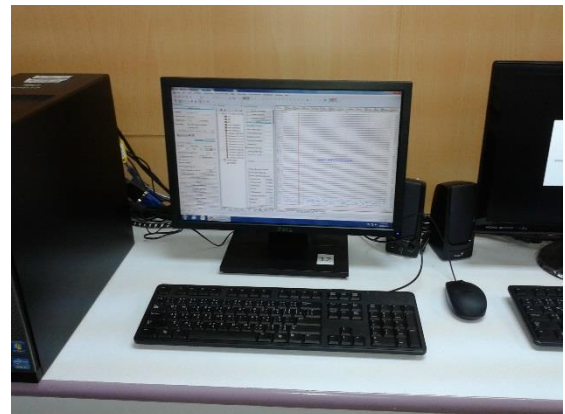
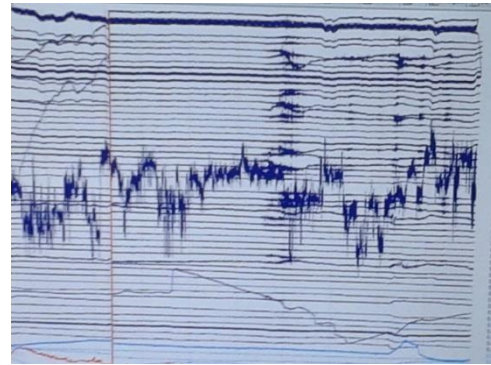
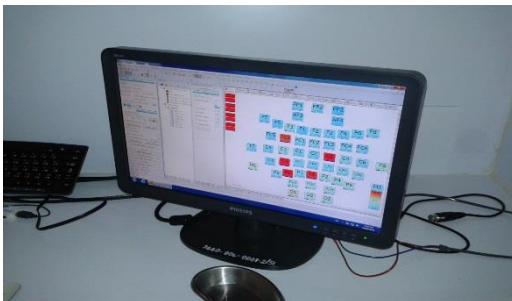
ภาพขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ก่อนได้รับโปรแกรมพัฒนา  
ความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม



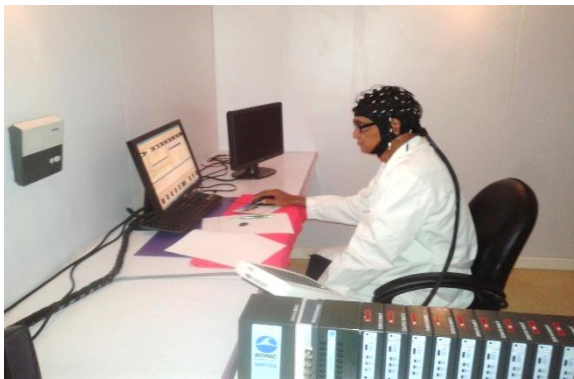
พักผ่อนร่างกายก่อนและหลังทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ห้องปฏิบัติการ  
"ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา" วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา  
มหาวิทยาลัยบูรพา



ตรวจสอบสัญญาณเชื่อมต่อกับเครื่องบันทึกก่อนการใช้งาน

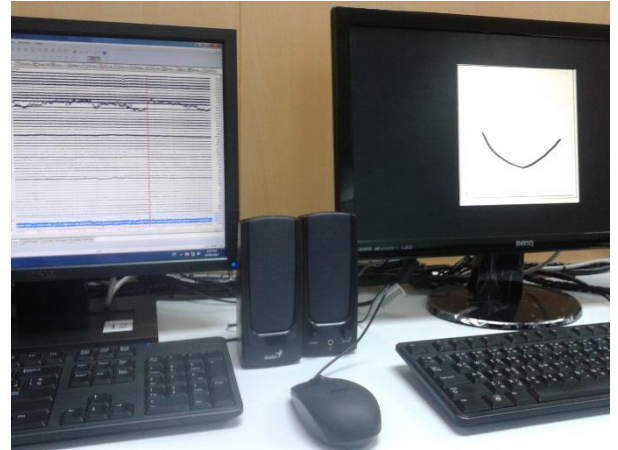
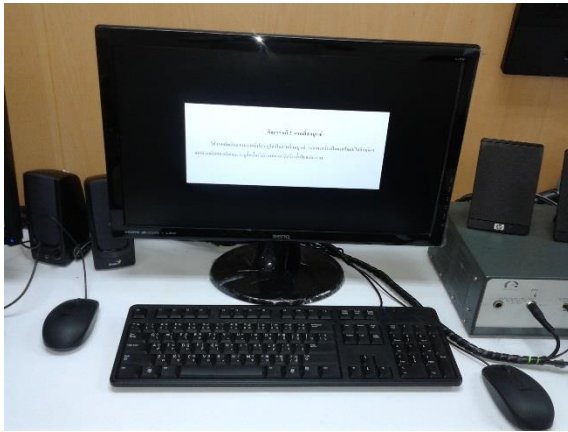


ภาพขณะทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หลังได้รับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการกระตุ้นระบบประสาทแบบองค์รวม ณ ห้องปฏิบัติการ "ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา" วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา





ภาพแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์



ภาพสัญญาณคลื่นที่ถูกบันทึกผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์

