การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง

Increasing Spatial Recognition Ability Using Three Dimensional Multiple Object Tracking (3D – MOT) Task for Upper Secondary School Students: An Electroencephalogram Study

ปิยวรรณ ถนัดธนูศิลป์ [1*] สุชาดา กรเพชรปาณี [1] ปริญญา เรืองทิพย์ [1]

Piyawan Tanudtanusilp [1*], Suchada Kornpetpanee [1], Parinya Ruangtip [1]

[1] *Centre of Excellence in Cognitive Science,*

College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University, Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 46 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละเท่า ๆ กัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ (3-Dimensional Multiple Object Tracking - 3D MOT Brain Training Task) แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial recognition ability tests) และเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลด้วยสถิติทดสอบที ผลการวิจัยปรากฏว่า

1) ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง หลังการฝึกด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.98

2) ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลอง มีช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta 1 และ Beta 2 หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแตกต่างกันทุกตำแหน่งขั้วไฟฟ้า ได้แก่ สมองส่วนหน้า F3, FZ, F4 สมองส่วนกลาง C3, CZ, C4 สมองส่วนพาไรเอทัล P3, PZ, P4 และสมองส่วนท้ายทอย O1, O2

3) ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองเพศชายสูงกว่าเพศหญิงหลังการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.42

4) ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะตำแหน่งขั้วไฟฟ้าของสมองส่วนท้ายทอย O1, O2 ส่วนช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแตกต่างกันทุกตำแหน่งขั้วไฟฟ้า ได้แก่ สมองส่วนหน้า F3, FZ, F4 สมองส่วนกลาง C3, CZ, C4 สมองส่วนพาไรเอทัล P3, PZ, P4 และสมองส่วนท้ายทอย O1, O2

สรุปได้ว่า รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

คำสำคัญ: กิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ, ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์, คลื่นไฟฟ้าสมอง

**Corresponding author. E-mail: piyawan2006@gmail.com*

ABSTRACT

The objectives of this research were to develop a brain training task using a three dimensional multiple object tracking (3D - MOT), to compare spatial recognition ability and relative power of experimental group between before and after using a 3D - MOT and to compare between experimental and control groups (with and without using a 3D - MOT). The participants were forty-six upper-secondary school students from Saensuk School, Chon Buri. They were randomly and equally assigned to experimental and control groups. The research instruments were a 3D - MOT, spatial recognition ability test, and electroencephalogram (EEG) recording were used as research instruments. The average spatial recognition ability score and average relative power (RP) of alpha and beta frequency band were used as dependent variables. The *t* - test was used to analyze the data. The main results were demonstrated as follows:

1) The average spatial recognition ability score of experimental group after using a 3D - MOT was higher than before training, and also higher than that of the control group (p <.01), effect size = 0.98.

2) The average of relative power (RP) of the experiment group after using a 3D - MOT was higher than before training, and higher than the control group at alpha 1, alpha 2, beta 1, beta 2 in all electrode sites: F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4, O1 and O2 (p < .01).

3) The average spatial recognition ability score between male and female students of experimental group after using a 3D - MOT male students was higher than female students (p < .05), effect size = 0.42.

4) The average of relative power (RP) of the experimental group between male and female students only at alpha 1 in the electrode sites O1 and O2 (p < .05) and alpha 2 in all electrode sites: F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4, O1 and O2 (p < .01).

It may be concluded that develop a brain training task involving three dimensional multiple object tracking (3D - MOT) was increasing spatial recognition ability the upper secondary school students.

Keywords: Three Dimensional Multiple Object Tracking (3D - MOT) Task, Spatial recognition ability, Electroencephalogram

ความนำ

ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial intelligence) เป็นความสามารถทางปัญญาที่สำคัญของมนุษย์ในการรับรู้และมองเห็นสิ่งต่าง ๆ แล้วนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน มองเห็นเค้าโครง รูปร่าง รูปทรง ส่วนประกอบ เมื่อต้องนำมาประกอบกัน แยกออกจากกัน หรือรวมเข้าด้วยกัน จนสามารถนำมาสร้างภาพให้เกิดขึ้นภายในจิตใจได้ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial recognition ability) เป็นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) หนึ่งในองค์ประกอบพัฒนาการพหุปัญญาทางสติปัญญาของมนุษย์ (Gardner, 2011) และเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความจำขณะทำงาน (Working memory) ของกระบวนการ

ทางสมองขั้นสูง (Higher order cognitive) (Baddeley, 2002) ในการประมวลผลเกี่ยวกับภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo – spatial sketch pad) (Baddeley, 2002) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009) ช่วยในการประกอบอาชีพต่าง ๆ (Hegarty & Kozhevnikov, 1999) แม้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของแต่ละบุคคลมีมาตั้งแต่แรกเกิดและมีความแตกต่างกัน (Jausovec & Jausovec, 2012) โดยเฉพาะเพศหญิง มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำกว่าเพศชาย แต่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยวิธีการฝึกฝนที่เหมาะสม (Onyancha, Derov, & Kinsey, 2009) และการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองได้อย่างเต็มที่

กิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ (Multiple Object Tracking (3D – MOT) Task) เป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive training) โดยใช้แนวคิดจากทฤษฎีกระบวนการติดตามภาพ (Theory of visual indexing or FINST) ของ Pylyshyn (1972 cited in Pylyshyn & Storm, 1988) รูปแบบของกิจกรรมการทดสอบอาศัยคุณสมบัติดึงดูดความสนใจของสมอง โดยสิ่งเร้าเป็นภาพเคลื่อนไหวและไฟกระพริบ กระตุ้นให้สมองเกิดความตื่นตัว ซึ่งเป็นกลไกการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสนใจและเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการเลือกความสนใจ โดยการใช้ความตั้งใจควบคุมความสนใจไปยังสิ่งเร้า สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) ส่งผ่านทางเซลล์ประสาทบริเวณหนังศีรษะ ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นการประมวลผลเกี่ยวกับภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo-spatial sketch pad) (Baddeley, 2002; Alloway, 2004) เกิดขึ้นที่ผิวสมองส่วนหลัง (Visual cortex) บริเวณสมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Motes, Malach, and Kozhevnikov (2008) ได้ศึกษาความแตกต่างระบบประสาทของบุคคลระหว่างการประมวลผลเชิงวัตถุกับการประมวลผลเชิงพื้นที่ ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging: MRI) ผลปรากฏว่า การประมวลผลเชิงวัตถุแสดงการกระตุ้นของระบบประสาททั้งสองข้าง (ซ้าย-ขวา) บริเวณสมองส่วนท้ายทอย และในระบบประสาทซีกขวาน้อยกว่าผู้ที่มีความสามารถประมวลผลเชิงมิติสัมพันธ์ รวมถึงผลการวิจัยของ Vitouch et al. (1997) ได้ศึกษาการทำงานของสมองของผู้ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกับผู้ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ในขณะทำกิจกรรมด้านมิติสัมพันธ์ ผลปรากฏว่า มีการทำงานของสมองบริเวณส่วนท้ายทอยและบริเวณส่วนพาไรเอทัล (Parietal lobe) ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีการทำงานของสมองบริเวณส่วนท้ายทอย นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่ชัดเจนว่า การฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ช่วยฟื้นฟูความบกพร่องที่เกิดจากการมองวัตถุที่ลดลง (Brosseaau - Lachaine, Gagnon, Forget, & Faubert, 2008)

จากที่กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการฝึกสมอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ กระตุ้นการรับรู้ทางปัญญาทำให้ความจำขณะทำงานดีขึ้น ส่งผลให้ระบบการไหลเวียนของระดับออกซิเจนในเลือดสูง ช่วยให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ให้ดีขึ้น สามารถวัดได้จากอัตราการตอบข้อสอบถูกที่เพิ่มขึ้น และวัดด้วยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อนำรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพิจารณาจาก

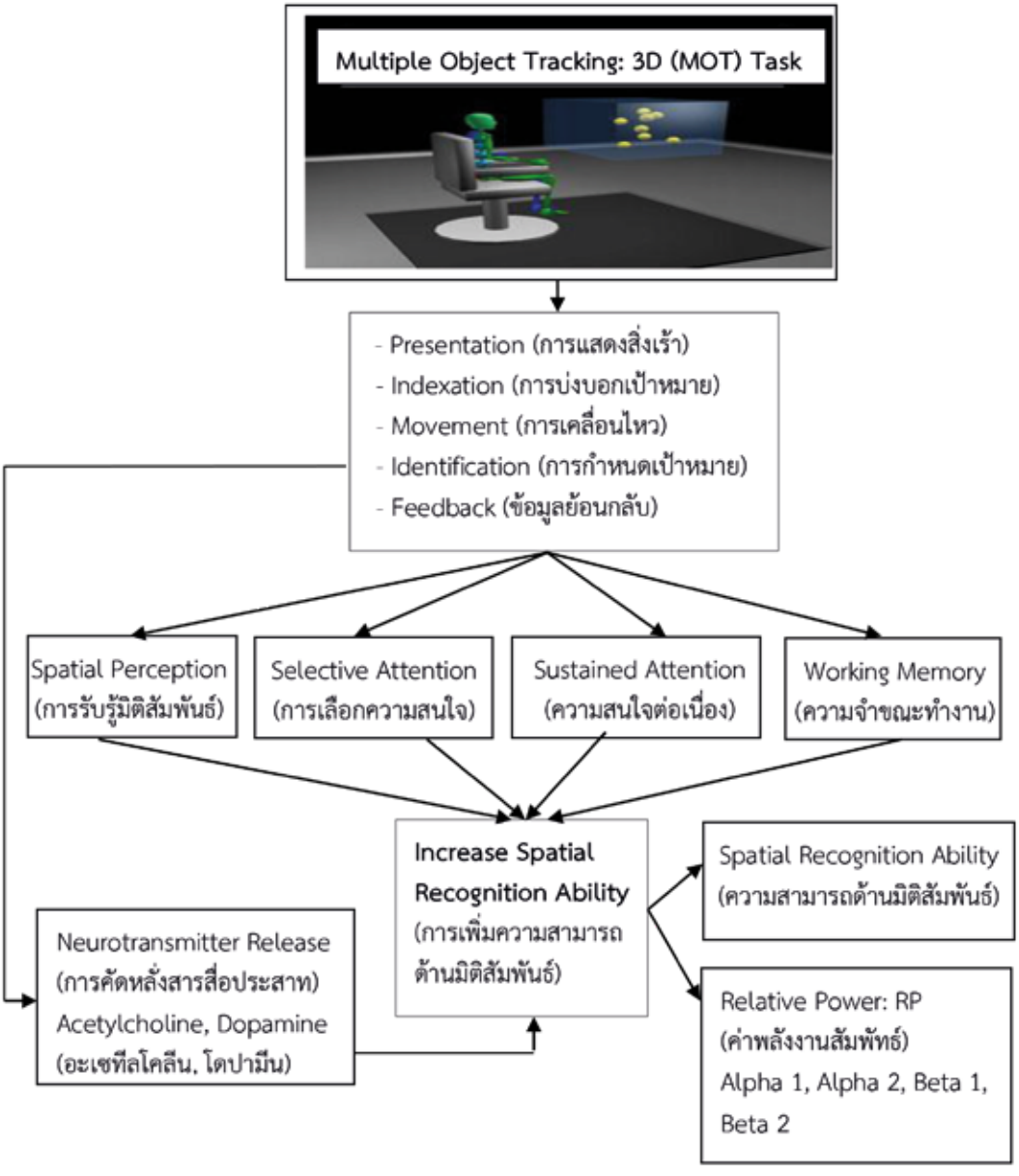
2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น

2.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมอง

2.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิงหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

การฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ รูปแบบของกิจกรรมประกอบด้วย 1) การแสดงสิ่งเร้า (Presentation) นำเสนอสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นการรับรู้ทางการมองเห็น ทำให้สมองเกิดความตื่นตัว 2) การบ่งบอกเป้าหมาย (Targets indexation) กำหนดสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายให้ติดตาม 3) การเคลื่อนไหว (Movement) เป็นการรบกวนสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายด้วยการเคลื่อนที่แบบหลายทิศทาง 4) การกำหนดเป้าหมาย (Identification) ให้ระบุสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายหลังจากการรบกวนสิ่งเร้าจบลง และ 5) ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการเรียกคืนข้อมูลสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายในความจำกลับออกมา ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นการฝึกทักษะเกี่ยวกับการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial perception) รูปแบบของกิจกรรมการทดสอบอาศัยคุณสมบัติดึงดูดความสนใจ ซึ่งเป็นกลไกการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสนใจ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการเลือกความสนใจ (Selective attention) โดยการใช้ความตั้งใจควบคุมความสนใจไปยังสิ่งเร้า ซึ่งเป็นการตอบสนองในช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 8 วินาที และความสนใจต่อเนื่อง (Sustained attention) เป็นระดับความสนใจที่คงที่ต่อกิจกรรมเป็นเวลานานขึ้น มีระยะเวลาสูงสุดประมาณ 20 นาที (Dukette & Cornish, 2009) หากความสนใจดังกล่าวทำงานไปพร้อมกันตลอดเวลา จะทำให้ความจำขณะทำงาน ทำงานได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ทำให้การส่งผ่านข้อมูลเชื่อมต่อกับความจำขณะทำงานของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (Alloway, Bibile, & Lau, 2013) มีส่วนช่วยเพิ่มทักษะทางสมอง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการคัดหลั่งของสารสื่อประสาท (Neurotransmitter Release) โดปามีน (Dopamine) และอะเซทีลโคลีน (Acetylcholine) ซึ่งเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจและเป็นการเสริมแรงเชิงบวก (Brain reword circuit) ทำให้วงจรสมองเกิดความรู้สึกเหมือนได้รับรางวัล ปัจจุบันการเล่นเกมคอมพิวเตอร์เป็นกิจกรรมที่เด็กและวัยรุ่นนิยมมากขึ้น สามารถช่วยลดความกดดันในการเรียนและลดความตึงเครียดให้กับนักเรียนได้ในระดับหนึ่ง ดังนั้นรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ดียิ่งขึ้น จากแนวคิดข้างต้นนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ของกลุ่มทดลอง หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการฝึกสมอง

2. ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ของกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น สูงกว่ากลุ่มไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมอง

3. ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น มีความแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการพัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สรุปได้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลของสิ่งเร้า โดยการสร้างมโนภาพของสิ่งเร้านั้น เพื่อลงรหัสบันทึกไว้ในระบบความจำและสามารถเรียกคืนมโนภาพนั้นเพื่อจัดกระทำต่อไป (Eliot & Hauptman, 2002) การฝึกประกอบด้วย ตัวกระตุ้นในรูปแบบสามมิติ (Three dimensions) ที่มีการเคลื่อนไหว ช่วยให้ผู้ที่ได้รับการฝึกเกิดการรับรู้ สามารถมองเห็นภาพของวัตถุได้ทุกรอบด้าน และการสร้างมโนภาพของสิ่งเร้าจะเกิดขึ้นได้ดี เมื่อมีการรับรู้วัตถุในหลายด้านและหลายมิติ ทำให้เกิดความง่ายต่อการสร้างมโนภาพของวัตถุเพื่อจัดกระทำหรือแก้ปัญหาได้ (Yakimanskaya, 1991) นอกจากนี้ การแสดงภาพเสมือนจริง (Virtual reality) จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นโครงสร้างการทำงานของสมอง (Connell, 1998) โดยสิ่งเร้าที่เป็นภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบสามมิติ สามารถช่วยกระตุ้นกระบวนการทางสมองให้เกิดกระบวนการคิดเชิงมิติ ช่วยให้บุคคลสามารถมองเห็นภาพของสิ่งเร้าได้ชัดเจนขึ้นและเข้าถึงความลึกในทุกมิติของวัตถุได้มากขึ้น จึงช่วยให้กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์ทำงานได้ดีขึ้น (Strong & Smith, 2002) ทำให้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ (3-Dimensional Multiple Object Tracking - 3D MOT) เป็นรูปแบบการฝึกสมองที่เน้นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive training) โดยใช้แนวคิดการติดตามวัตถุหลายสิ่งเคลื่อนที่ควบคู่กับเทคโนโลยีภาพสามมิติและความเสมือนจริง มีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วย 1) การแสดงสิ่งเร้า 2) การบ่งบอกเป้าหมาย 3) การเคลื่อนไหว 4) การกำหนดสิ่งเป้าหมาย และ 5) ข้อมูลย้อนกลับ ดังนั้นรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

2. ออกแบบจำลองรูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 กำหนดลักษณะของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้น (Presentation) จากทฤษฎีการติดตามภาพที่ระบุไว้ว่า วัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้นมีลักษณะรูปทรงที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถติดตามวัตถุหรือสิ่งเร้านั้นได้ และจากทฤษฎีความจำขณะทำงานของระบบเก็บจำด้านภาพและมิติสัมพันธ์ สามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุด 8 หน่วย (Item) (Baddeley, 2002) รวมถึงสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้นมีสีเหลือง จะเป็นสีที่ดึงดูดความสนใจ ทำให้เกิดความรู้สึกสนุกสนาน ร่าเริงและแปลกใหม่ (Kandinsky, 1988) ดังนั้น จึงกำหนดลักษณะของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้มีลักษณะรูปทรงแบบเดียวกัน คือ ลูกบอลทรงกลมสีเหลือง จำนวน 8 ลูก

2.2 กำหนดลักษณะของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย (Indexation) จากทฤษฎีการติดตามภาพที่ระบุไว้ว่า วัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายให้ติดตาม ไม่ควรมีเกิน 4 ตัว (Pylyshyn et al., 2001) และสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายมีสีแดง จะเป็นสีที่สามารถมองเห็นได้รวดเร็วที่สุด และสิ่งเร้าที่มีสีสองสี จะดึงดูดความน่าสนใจได้มากกว่าการมีเพียงสีเดียว (Viswanathan & Mingolla, 2002) ดังนั้น จึงกำหนดลักษะของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายให้มีลักษณะรูปทรงแบบเดียวกัน เพื่อให้ผู้ฝึกจำแนกสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายได้ชัดเจนและมีสองสี คือ ลูกบอลทรงกลมสีแดงและมีสีขาวล้อมรอบอีกชั้นหนึ่ง จำนวน 4 ลูก

2.3 กำหนดวิธีการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือสิ่งเร้า (Movement) จากแนวคิดการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือสิ่งเร้าในหลายทิศทาง ช่วยให้บุคคลสามารถมองเห็นภาพของสิ่งเร้าได้ชัดเจนและลึกถึงในทุกมิติ ซึ่งการเคลื่อนที่ในหลายทิศทางดังกล่าว สามารถกระตุ้นกระบวนการรับรู้ (Perception process) ได้มากกว่าการเคลื่อนที่เพียงทิศทางเดียว (Pylyshyn et al., 2001) ดังนั้น จึงกำหนดวิธีการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือสิ่งเร้าให้เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงในทิศทางที่แตกต่างกัน

2.4 กำหนดระยะเวลาในการจดจ่อความสนใจของ

วัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย (Identification) จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า กลไกการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของมนุษย์ จะมีการตอบสนองต่อความสนใจเป็นช่วงสั้น ๆ ประมาณ 8 วินาที (Dukette & Cornish, 2009) ดังนั้น จึงกำหนดระยะเวลาในการจดจ่อความสนใจ (Focused attention) ของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย เป็นเวลา 8 วินาที

2.5 การกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือสิ่งเร้า เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาถึงความเร็วในการติดตามวัตถุหรือสิ่งเร้าเคลื่อนที่ที่เพียงพอและเหมาะสมในขณะมีการจดจ่อความสนใจต่อภาพ แต่จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีการศึกษาการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ในกลุ่มบุคคลทั่วไป โดยกำหนดความเร็วที่ 1 เมตรต่อ 1/3 วินาที (Faubert & Sidebottom, 2012) ดังนั้น จึงกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่ 1 เมตรต่อ 1/3 วินาที

2.6 กำหนดฉากพื้นหลังของวัตถุหรือสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้น จากการศึกษาทฤษฎีการรับรู้เกี่ยวกับภาพและพื้น พบว่า การจัดหมวดหมู่การรับรู้ภาพ จะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ภาพ (Figure) และพื้นหลัง (Ground) โดยภาพจะเป็นจุดเน้นหรือจุดสำคัญทำให้เกิดการรับรู้ก่อน หรือเป็นส่วนที่ลอยเด่นอยู่ตรงหน้า มีลักษณะและมีขอบเขตจำกัด มองเห็นได้ชัด ส่วนพื้นหลังจะเป็นส่วนที่สำคัญน้อยกว่าภาพ จึงมองเห็นอยู่ข้างหลังภาพและเป็นส่วนที่ปรากฏติดต่อกันโดยไม่มีขอบเขตจำกัด (Gestalt's Perceptual Theory, 1919) และจากทฤษฎีดังกล่าว พื้นที่มีลวดลายและมีหลายสี จะทำให้การมองเห็นภาพไม่ชัดเจน อาจเกิดเป็นภาพลวงตาได้ (Mathin, 2014) ดังนั้น จึงกำหนดฉากพื้นหลังให้มีเพียงสีเดียวและไม่มีลวดลาย เพื่อให้ผู้ฝึกสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากที่สุด

2.7 กำหนดวิธีการให้คะแนน ผู้วิจัยกำหนดวิธีการให้คะแนนการตอบถูกด้วยอัตราความเร็วก้าวหน้า หากผู้ฝึกตอบถูกครบทั้ง 4 ลูก ในเกมครั้งถัดไปลูกบอลทรงกลมจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นตามโปรแกรมที่กำหนดโดยอัตโนมัติ และในทางตรงกันข้ามหากผู้ฝึกตอบผิดในเกมครั้งถัดไปลูกบอลจะเคลื่อนไหวช้าลงตามโปรแกรมที่กำหนดโดยอัตโนมัติด้วยเช่นกัน

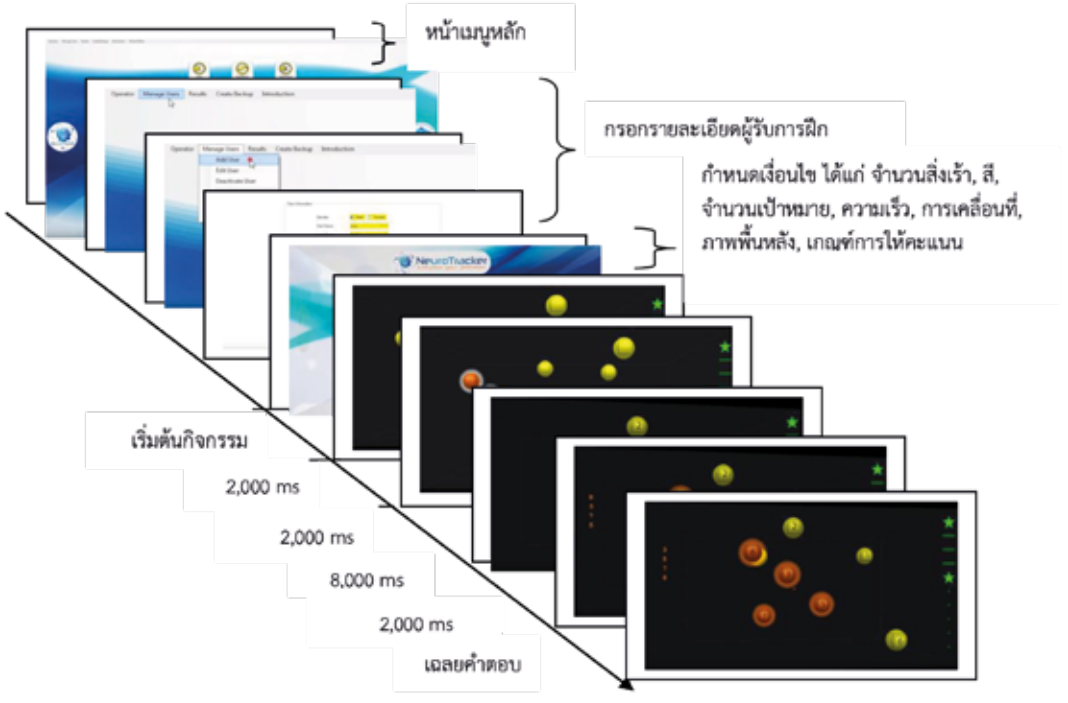
2.8 กำหนดระยะเวลาในการฝึก ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาในการฝึก วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที รวมเวลา 10 วัน ซึ่งสอดคล้องกับระดับความสนใจต่อเนื่อง (Sustained attention) ต่อกิจกรรม มีระยะเวลาสูงสุด 20 นาที (Dukette & Cornish, 2009) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Faubert พบว่า ผู้ฝึกมีแนวโน้มผลคะแนนการฝึกดีขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นการฝึกติดต่อกันจนถึงระยะเวลา 20 นาที แต่หลังจากนั้นคะแนนการฝึกมีแนวโน้มลดลง (Faubert, 2012)

3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบจำลองรูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ฝึก ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (*Mean*=4.32) และผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้ฝึก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (*Mean*=4.28)

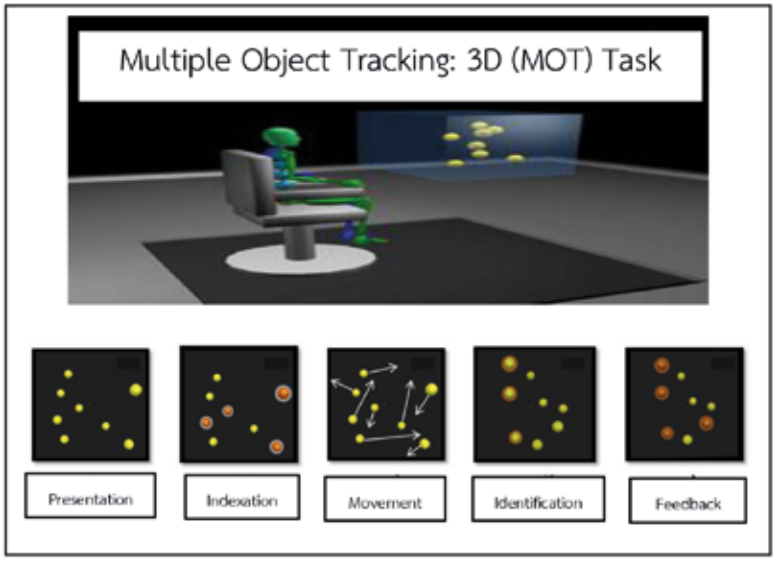
4. ปรับปรุงแบบจำลองรูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นนำมาทดลองใช้ ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน ปรับปรุงแบบจำลองรูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติใหม่อีกครั้ง

5. นำแบบจำลองรูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ที่ประเมินความเหมาะสมแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 คน เพื่อให้มั่นใจได้ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมตามแบบจำลองรูปแบบกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ

6. จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ



ภาพที่ 2 ลำดับรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 3 รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น

กิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ (Multiple Object Tracking (3D–MOT) Task) เป็น กิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถของกระบวนการการรับรู้ทางการมองเห็น และกระบวนการความสนใจ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะทางสมองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยการมองภาพวัตถุทรงกลมสีเหลืองเคลื่อนไหวหลายทิศทาง ผ่านหน้าจอโทรทัศน์ 3D ด้วยแว่นตาสามมิติ แบบแอคทีฟชัดเตอร์ (Active shutter glasses) เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ ของบริษัท CogniSens Inc. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และการ์ดแสดงผลหน่วยความจำ 512 MB ขึ้นไป

รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ (3-Dimensional Multiple Object Tracking-3D MOT Brain Training Task) เพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวิธีการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ดังนี้ ให้ผู้ฝึกสวมแว่นตาสามมิติ และนั่งเก้าอี้ห่างจากจอภาพสามมิติ 167 เซนติเมตร ในห้องมีแสงไฟสลัว จากนั้นผู้ฝึกกรอกประวัติตามรายการในหน้าเมนูหลัก และเลือกเงื่อนไขตามที่ผู้วิจัยกำหนด หลังจากนั้นจึงเริ่มต้นกิจกรรม ดังนี้ 1) Presentation (การแสดงสิ่งเร้า) สิ่งเร้าเป็นลูกบอลสีเหลือง 8 ลูก ปรากฏขึ้นเป็นเวลา 2 วินาที 2) Indexation (การบ่งบอกเป้าหมาย) สิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายให้ติดตามเป็นลูกบอลสีแดงล้อมรอบด้วยสีขาว จำนวน 4 ลูก ปรากฏขึ้นเป็นเวลา 2 วินาที หลังจากนั้นจะเปลี่ยนสีกลับเป็นสีเหลืองตามเดิม 3) Movement (การเคลื่อนไหว) เป็นการรบกวนสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายด้วยการเคลื่อนที่หลายทิศทาง สลับไปมา เป็นเวลา 8 วินาที 4) Identification (การกำหนดเป้าหมาย) ให้ระบุสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายหลังจากการรบกวนจบลง โดยลูกบอลทั้ง 8 ลูก จะหยุดนิ่งเป็นเวลา 2 วินาที และมีหมายเลขปรากฏขึ้นที่ลูกบอล คือ หมายเลข 1 ถึง 8 และ 5) Feedback (ข้อมูลย้อนกลับ) เป็นการเรียกคืนข้อมูลสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายในความจำกลับออกมา ซึ่งผู้ฝึกต้องตอบว่า สิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายให้ติดตาม จำนวน 4 ลูก คือลูกบอลหมายเลขใด โดยผู้ฝึกเป็นผู้กดแป้นหมายเลขของลูกบอลตามที่ผู้ฝึกตอบมา ด้วยการแสดงหมายเลขคำตอบบริเวณริมหน้าจอภาพข้างซ้าย หลังจากตอบเสร็จจนครบทั้ง 4 ลูกแล้ว หมายเลขลูกบอลที่ถูกต้องจะถูกเฉลยออกมา เป็นเวลา 2 วินาที ถ้าตอบถูกต้องจะมีคะแนนขึ้นบริเวณริมหน้าจอภาพข้างขวา จากนั้นเกมใหม่ก็จะเริ่มต้นใหม่ในทันที หากผู้ฝึกตอบถูกครบทั้ง 4 ลูก ลูกบอลจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นในครั้งถัดไปตามโปรแกรมโดยอัตโนมัติ และในทางตรงกันข้ามหากผู้ฝึกตอบถูก แต่ไม่ครบทั้ง 4 ลูก ลูกบอลจะเคลื่อนไหวช้าลงในครั้งถัดไปตามโปรแกรมโดยอัตโนมัติด้วยเช่นกัน และผลการฝึกในแต่ละครั้ง จะถูกบันทึกประวัติเก็บไว้ในโปรแกรม เมื่อการฝึกสิ้นสุดลง จะแสดงผลคะแนนและกราฟ ซึ่งแสดงพัฒนาการของการฝึกในแต่ละครั้ง สามารถดูประวัติการฝึกของตนเองได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการฝึก

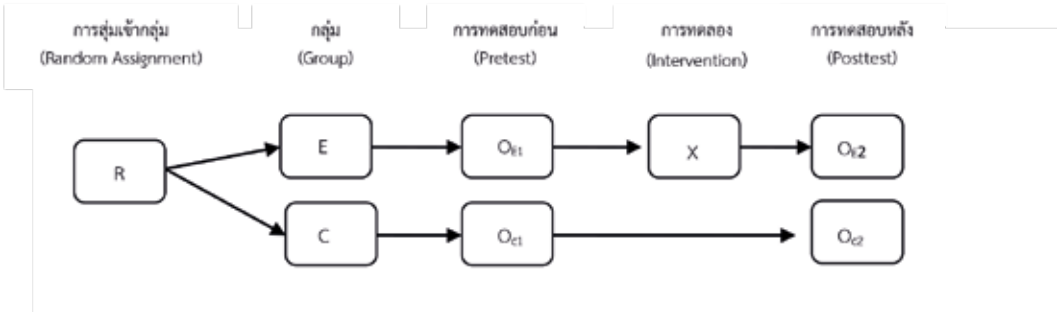
ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้นสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2557 เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 16-18 ปี จำนวน 46 คน ที่อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความเต็มใจและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ เป็นผู้มีสุขภาพดี มีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ถนัดมือขวา มีการมองเห็นและได้ยินปกติ รวมถึงไม่เคยได้รับการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ จากนั้นกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่ม (Random assignment) โดยการจับฉลาก และจัดเข้ากลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ จำนวน 23 คน และกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นกลุ่มไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ จำนวน 23 คน

แบบแผนการทดลอง

การเปรียบเทียบผลการใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ตามแบบแผนการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุมวัดก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2013) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แบบแผนการทดลอง Randomized Pretest - Posttest Control Group Design

R แทน การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

E แทน กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ

C แทน กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ

X แทน รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ

O_{E1} แทน การทดสอบและการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติของกลุ่มทดลอง

O_{E2} แทน การทดสอบและการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติของกลุ่มทดลอง

O_{C1} แทน การทดสอบและการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

O_{C2} แทน การทดสอบและการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

เครื่องมือการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลตัวแปรตาม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย

1.1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะ การมองเห็น การได้ยิน ประวัติเกี่ยวกับสุขภาพจิต ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ และความถนัดการใช้มือ

1.2. แบบวัดระดับสายตาระดับใกล้ด้วย Snellen's chart ของ Snellen (1862)

1.3. แบบวัดความถนัดในการใช้มือ Edinburgh Handedness Inventory ของ Oldfield (1971)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ หมายถึง รูปแบบการฝึกสมองที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วย วิธีการ และตารางเวลาที่ใช้ในการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ รวม 10 วัน วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที รวม 400 นาที ด้วยการมองภาพวัตถุทรงกลมสีเหลืองเคลื่อนไหวหลายทิศทาง ผ่านหน้าจอโทรทัศน์ 3D ด้วยแว่นตาสามมิติ แบบแอคทีฟชัดเตอร์ (Active shutter glasses) เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ ของบริษัท CogniSens Inc. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และการ์ดแสดงผล หน่วยความจำ 512 MB ขึ้นไป

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลตัวแปรตาม ประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Recognition Ability Test) เป็นแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนิวตัน (Newton, 2009) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย การระบุภาพเหมือนเมื่อมีการหมุนภาพ การแยกชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วนของรูปทรง การคลี่กล่อง

การระบุตำแหน่งเป้าหมายเมื่อมีการพับกระดาษ ซึ่งมีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.57 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ระหว่าง 0.20 – 0.87 และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.94 โดยนำแบบทดสอบมาบรรจุลงในโปรแกรม Super Lab 4.5 ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เริ่มต้นจากเครื่องหมายกากบาท (+) แสดงตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 500 มิลลิวินาที เพื่อเตรียมความพร้อม และปรากฏคำสั่ง เป็นเวลา 4,500 มิลลิวินาที หลังจากนั้นจะแสดงข้อสอบทีละข้อ โดยมีโจทย์เป็นรูปภาพและมีตัวเลือกตอบเป็นรูปภาพ แสดงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้ทดสอบต้องกดปุ่มเลือกคำตอบที่แป้นพิมพ์เพียงคำตอบเดียว ภายในเวลาที่กำหนด 20,000 มิลลิวินาที จากนั้นหน้าจอจะปรากฏเครื่องหมายกากบาท (+) มาอีกครั้ง เป็นเวลา 500 มิลลิวินาที และตามด้วยข้อสอบข้อต่อไปทันทีจนครบ 17 ข้อ จำนวน 3 ชุด รวมทั้งสิ้น 51 ข้อ มีคะแนนเต็ม 51 คะแนน

3.2 เครื่องวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) รุ่น EEG 100C MP 150 BIOPAC ประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้รับการทดสอบต้องสวมหมวกติดอิเล็กโตรดที่อ้างอิงระบบมาตรฐานสากล 10-20 (Nineteen Electrode Cap) ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ดังข้อ 3.1 ซึ่งการวัดคลื่นไฟฟ้าเป็นสัญญาณทางชีวภาพการแพทย์ (Biomedical signal) รูปแบบของสัญญาณอยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่วิเคราะห์ด้วยแกนความถี่ (Frequency domain analysis) โดยนำคลื่นไฟฟ้าสมองมาคำนวณค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (Relative Power: RP) ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ออกเป็น 4 คลื่น ได้แก่ Alpha 1, Alpha 2, Beta 1, และ Beta 2 หน่วยเป็นไมโครโวลต์

การทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองระหว่างวันที่ 9 เมษายน-17 พฤษภาคม พ.ศ. 2558

1. ทดสอบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบทั้ง 2 กลุ่ม ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ทดสอบกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น ณ ห้องปฏิบัติการ ทำการแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A จำนวน 11 คน และกลุ่ม B จำนวน 12 คน สลับวันกันมาฝึก ทำการฝึกวันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที รวม 10 วัน

3. ทดสอบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบทั้ง 2 กลุ่มอีกครั้ง ณ ห้องปฏิบัติการ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลก่อนนำมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่และร้อยละ

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติทดสอบที

2.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ ระหว่างกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มไม่ใช้ โดยใช้สถิติทดสอบที

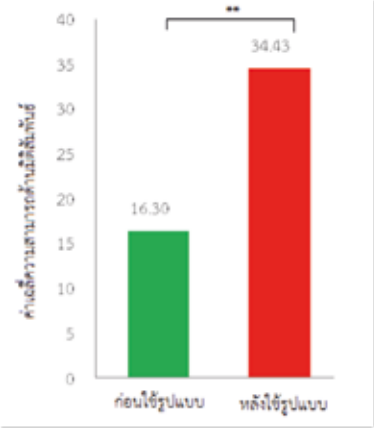
2.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิงหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติทดสอบที

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น สำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น ทุกคนมีคะแนนการฝึกดีขึ้นอย่างต่อเนื่องภายหลังใช้รูปแบบการฝึกสมอง

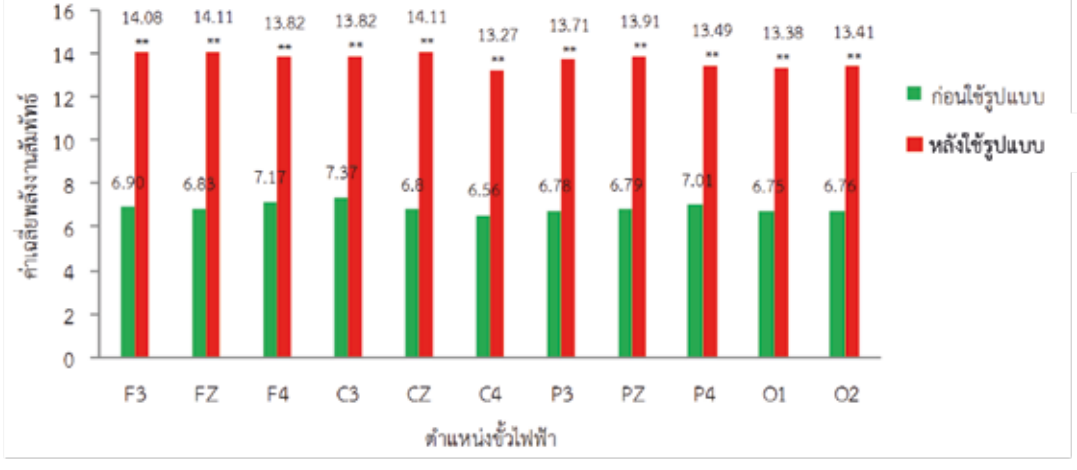
2. ผลการใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น สำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พิจารณาจาก

2.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังใช้รูปแบบการฝึกสมอง



** $p < .01$

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้รูปแบบ การฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น



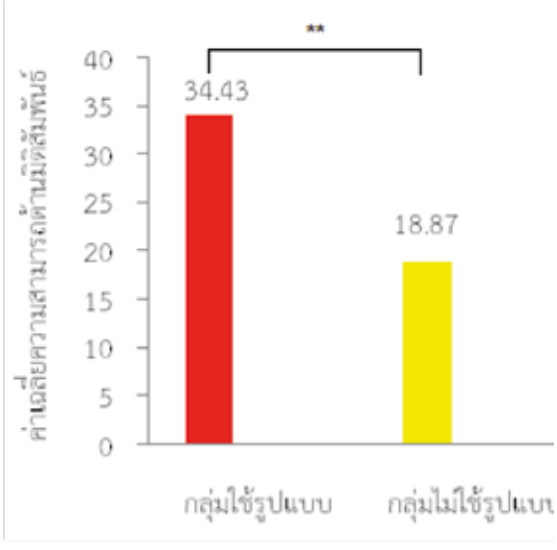
** $p < .01$

ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ (RP) ของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้รูปแบบ การฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง ปรากฏว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น ส่งผลให้กลุ่มทดลองมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 (ภาพที่ 5)

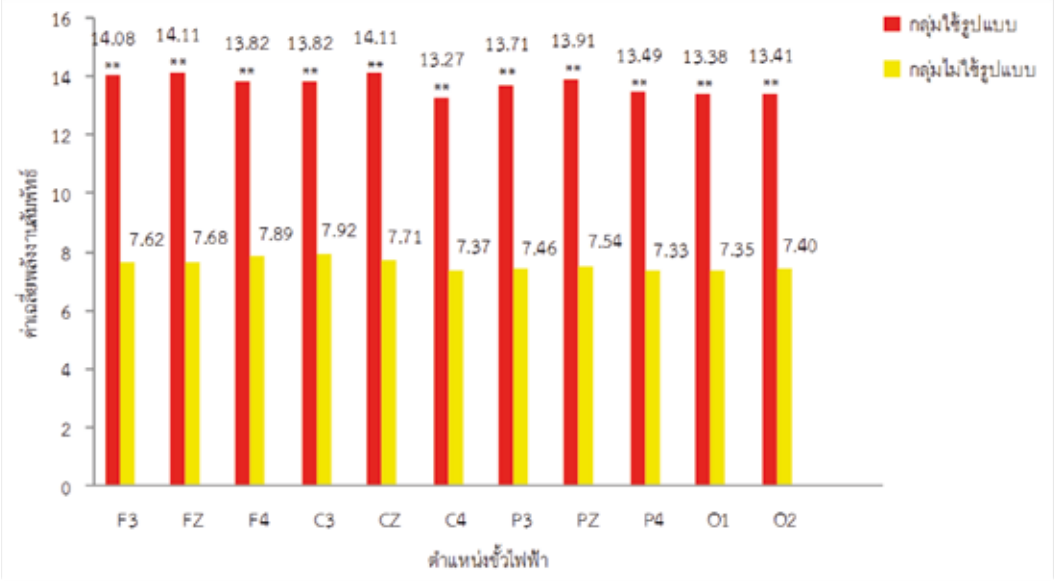
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลอง ปรากฏว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta1 และ Beta 2 สูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta1 และ Beta 2 เพิ่มขึ้นในสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) สมองส่วนกลาง (Central lobe) สมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal lobe) และสมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 (ภาพที่ 6)

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมอง



** $p < .01$

ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น กับกลุ่มไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมอง



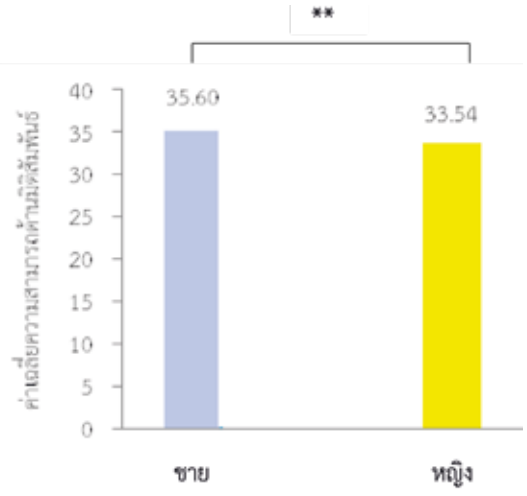
** $p < .01$

ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้รูปแบบการฝึกสมอง

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.98) แสดงว่ารูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น ส่งผลให้กลุ่มทดลองมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 (ภาพที่ 7)

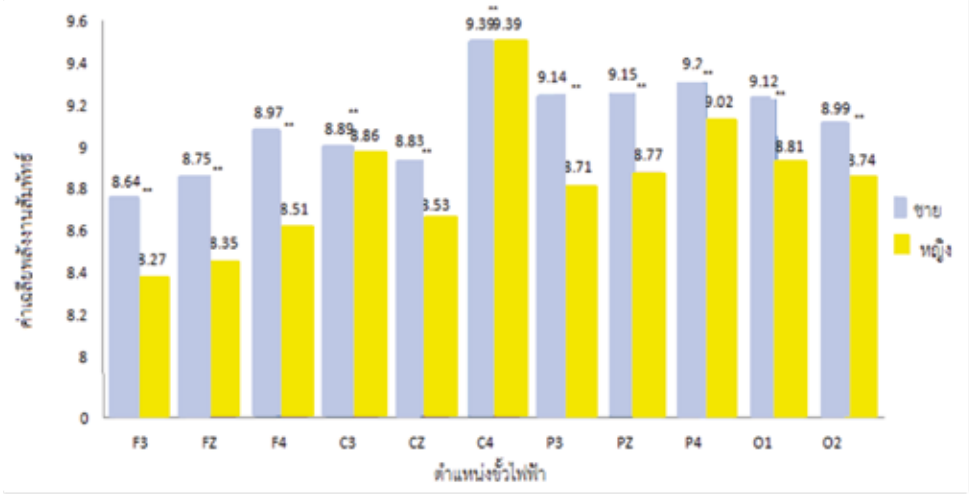
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta1 และ Beta 2 ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta1 และ Beta 2 เพิ่มขึ้นในสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) สมองส่วนกลาง (Central lobe) สมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal lobe) และสมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 (ภาพที่ 8)

2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง หลังใช้รูปแบบฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น



** $p < .05$

ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง หลังใช้รูปแบบฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น



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

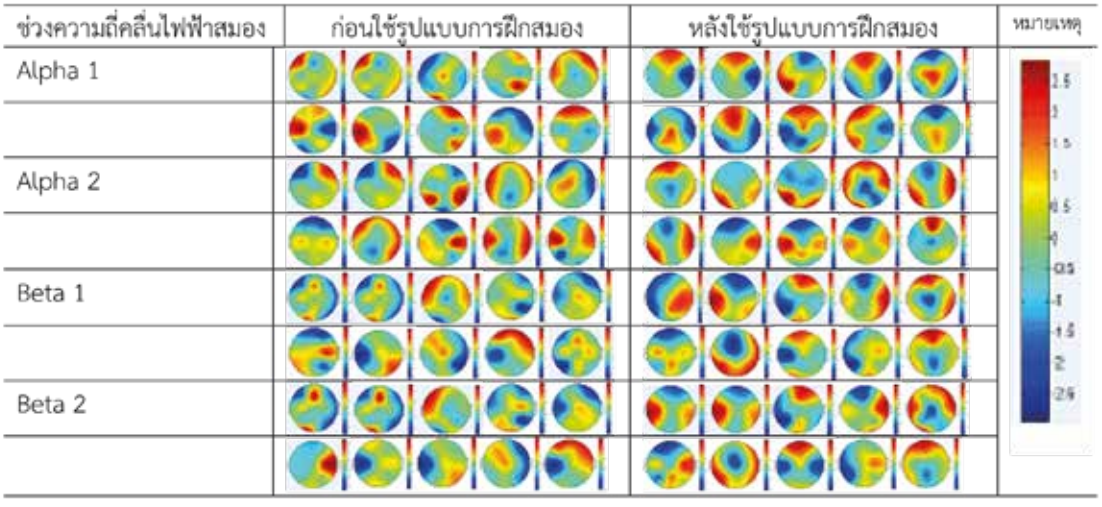
ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ปรากฏว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น เพศชายมีค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.42) แสดงว่ารูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น ส่งผลให้เพศชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าเพศหญิง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 (ภาพที่ 9)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ปรากฏว่า หลังใช้รูปแบบการฝึก

สมองที่พัฒนาขึ้น ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ในสมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองเพศชายมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1 สูงกว่าเพศหญิง และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ในสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) สมองส่วนกลาง (Central lobe) สมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal lobe) และสมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองเพศชายมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 2 สูงกว่าเพศหญิง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 (ภาพที่ 10)

ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง จำแนกตามตำแหน่งสมอง สรุปได้ว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta1 และ Beta 2 เพิ่มขึ้นในสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) สมองส่วนกลาง (Central lobe) สมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal lobe) และสมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น ประเมินได้จากค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองหลังใช้รูปแบบการฝึกสมอง เมื่อเทียบกับก่อนใช้รูปแบบการฝึกสมองและเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้น รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น จึงเหมาะสมในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาสรุปได้ว่า รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น ช่วยพัฒนาสมองให้เกิดการจดจำ ส่งผลให้สมองเกิดการรับรู้ได้นานยิ่งขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์มีดังนี้

2.1 ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลอง หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนใช้

ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนใช้

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น เป็นการฝึกทักษะเกี่ยวกับการเข้าใจในการรับรู้ จึงช่วยพัฒนาสมองให้เกิดการจดจำและรูปแบบของกิจกรรมช่วยกระตุ้นให้สมองเกิดความตื่นตัว ซึ่งเป็นกลไกการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสนใจและเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการเลือกความสนใจ โดยการใช้ความตั้งใจควบคุมความสนใจไปยังสิ่งเร้า ซึ่งความสนใจดังกล่าวทำงานไปพร้อมกันตลอดเวลา จนทำให้สามารถเลือกสิ่งสำคัญและให้ความสนใจต่อสิ่งนั้นได้นานยิ่งขึ้น (Dukette & Cornish, 2009) สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Brosseaau - Lachaine, Gagnon, Forget, and Faubert (2008) ที่ระบุว่า หลังใช้กิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สามารถฟื้นฟูความบกพร่องของสมองที่เกิดจากการมองวัตถุที่ลดลง (Recognized impairments) ดังนั้น รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น ส่งผลให้สมองเกิดการรับรู้ได้นานขึ้น ช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองทำให้เกิดการจดจำ จึงเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทำให้คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ดีขึ้น

ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1 และ Alpha 2 หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนใช้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีสมาธิ ความตรึกตรอง และความผ่อนคลาย ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Moradi et al. (2011) ที่ได้ศึกษาการรักษาผู้ป่วยที่มีความวิตกกังวลด้วย Neurofeedback ปรากฏว่า หลังเข้ารับการรักษาด้วย Neurofeedback ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha เพิ่มขึ้น นั่นหมายถึงว่าผู้ป่วยมีสมาธิมากขึ้น มีความคิดตรึกตรองดีขึ้น ซึ่งความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ปกติจะพบคลื่นใหญ่ที่สุดบริเวณสมองส่วนท้ายทอย (Occipital cortex) ในขณะหลับตาและไม่คิดอะไร ถ้าเริ่มตั้งใจรับรู้สิ่งเร้า จะทำให้คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha เปลี่ยนไปเป็นคลื่นความถี่เร็วขึ้น ซึ่งค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของคลื่น Alpha ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับความรวดเร็วในกระบวนการประมวลผลหรือระยะเวลาในการตอบสนอง (Manna et al., 2010) ดังนั้น คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ที่เพิ่มขึ้น จึงสะท้อนถึงการทำงานของสมองในการควบคุมความสนใจ (Hoffman, 2004)

ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta 1 และ Beta 2 ของกลุ่มทดลอง หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนใช้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า หลังใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีความตื่นตัว มีความคิดตรึกตรองและสามารถจัดการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ดีกว่าก่อนใช้รูปแบบการฝึกสมอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย Bhattacharya and Petsche (2002) ที่ได้ศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการรับรู้ด้วยการมองดูรูปวาดกับการจินตนาการรูปวาด พบว่า ขณะมองดูรูปวาดเกิดการกระตุ้นของระบบประสาทของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Moradi et al. (2011) ที่ได้ศึกษาการรักษาผู้ป่วยที่มีความวิตกกังวลด้วย Neurofeedback ปรากฏว่า หลังเข้ารับการรักษาช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta 1 เพิ่มขึ้น

2.2 ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น สูงกว่ากลุ่มไม่ใช้

ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta 1 และ Beta 2 ของกลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มไม่ใช้ ผลปรากฏว่า กลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta 1 และ Beta 2 สูงกว่ากลุ่มไม่ใช้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์พร้อมกับบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นครั้งที่ 2 กลุ่มใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น มีการทำงานร่วมกันของกระบวนการประมวลผลข้อมูล จึงเกิดการกระตุ้นบริเวณสมองพาไรเอทัล ซึ่งเป็นเครือข่ายของการเกิดความสนใจจดจ่อร่วมกับบริเวณสมองส่วนหน้าและส่งสัญญาณความสนใจจากบนลงล่างไปยังพื้นที่อื่น ๆ ในระบบ (Frith, 2011) ทำให้เกิดการกระตุ้นการ

ใช้สมอง 2 ซีกพร้อมกัน ส่งผลให้สมองทั้ง 2 ซีกทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างสมดุล สามารถคิดประมวลผลได้เร็วขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความตื่นตัว มีความคิดตรึกตรอง มีสมาธิ สามารถคิดประมวลผลได้เร็วขึ้นขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ดีกว่ากลุ่มไม่ใช้ ซึ่งมีผลทำให้การทำงานของกระบวนการประมวลผลข้อมูลมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถรับรู้ต่อสิ่งกระตุ้นและเตรียมการตอบสนองที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว (Wickens & Carswell, 2006) จึงส่งผลต่อค่าพลังงานสัมพัทธ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta 1 และ Beta 2 ที่เพิ่มขึ้นในขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากกว่ากลุ่มไม่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Bhattacharya and Petsche (2002) พบว่า ขณะมองดูรูปวาดเกิดการกระตุ้นของระบบประสาทของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Moradi et al. (2011) ที่ปรากฏว่า หลังเข้ารับรักษาความวิตกกังวลด้วย Neurofeedback ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta 1 เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า เมื่อเริ่มตั้งใจรับรู้สิ่งเร้า จะทำให้คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha เปลี่ยนไปเป็นคลื่นไฟฟ้าสมอง Beta ซึ่งเป็นคลื่นความถี่เร็ว โดยคลื่นไฟฟ้าสมอง Beta แสดงถึงนักเรียนมีความตั้งใจ มีสมาธิในการคิดและความสามารถในการจัดการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ถ้าช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta ลดลง หมายถึงนักเรียนขาดสมาธิ ขาดความคิดตรึกตรอง และขาดความสามารถในการจัดการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3. ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศชายกับเพศหญิงหลังใช้รูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติที่พัฒนาขึ้น มีความแตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพัทธ์ของกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น เพศชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าเพศหญิง ผลการวิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการฝึกสมองที่พัฒนาขึ้น เป็นการฝึกทักษะเกี่ยวกับการเข้าใจในการรับรู้ช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองให้เกิดการจดจำ ส่งผลให้สมองเกิดการรับรู้ได้นานยิ่งขึ้น จึงเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทำให้คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Neubauer, Bergner, and Schatz (2010) ที่ศึกษาอิทธิพลของเพศและการฝึกที่มีผลต่อความสามารถเชิงจินตนาการภาพสามมิติระหว่างก่อนกับหลังการฝึก และระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองไปพร้อมกัน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองด้วย ERD (Event-related desynochroniztion approach) ผลปรากฏว่ามีการกระตุ้นของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha และเพศชายมีคะแนนความสามารถเชิงจินตนาการภาพสูงกว่าเพศหญิง รวมถึงคะแนนความสามารถเชิงจินตนาการภาพเพิ่มขึ้นทั้งเพศชายและเพศหญิงหลังจากได้รับการฝึก

ข้อเสนอแนะ

บุคลากรทางการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องสามารถนำรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการศึกษาที่ต้องใช้ทักษะทางด้านความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในระดับที่สูงขึ้น และควรมีการศึกษาผลของรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ต่อการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในกลุ่มวัยอื่น ๆ

นักจิตวิทยาหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองในรูปพลังงานสัมพัทธ์ไปใช้สำหรับทำความเข้าใจ หรืออธิบายเชื่อมโยงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับการทำงานของระบบประสาทได้ และควรศึกษาผลของรูปแบบการฝึกสมองด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติในระยะยาว เพื่อตรวจสอบความคงทนของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่เป็นผลมาจากรูปแบบการฝึกสมองนี้

เอกสารอ้างอิง

Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior, 29*(3), 632-638.

Baddeley, A. (2002). Is working memory still working?. *European Psychologist*, *7*(8), 5-97

Bhattacharya, J., & Petsche, H. (2002). Shadows of artistry: Cortical synchrony during perception and imagery of visual art. *Cognitive Brain Research*, *13*, 179-186.

Brosseaau-Lachaine, O., Gangnon, L., Forget, R., & Faubert, J. (2008). Mild traumatic brain injury induces prolonged visual processing deficits in children. *Brain Inj*, *22*(9): 657-658.

Connell, M. L. (1998). Technology in constructivist mathematics classrooms. *J. Comput. Math. Sci. Teach., 17*(4), 311-338.

Dukette, D., & Cornish, D. (2009). The Essential 20: *Twenty component of an excellent health care team*. N.p., 72-73.

Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2013). *An Applied Reference Guide to Research Designs: Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods*. Sage Publication.

Eliot, J., & Hauptman, A. (2002). Different dimensions of spatial ability. *Studies in Science Education, 8*(1), 45-66.

Faubert, J., & Sidebottom, L. (2012). Perceptual-cognitive training of athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, *6*(1), 85-102.

Frith, C. (2011). A framework for studying the neural basis of attention. *Neuropsychologia, 39*(12), 1367-1371.

Gardner, H. (2011). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences (3rd ed.).* BasicBooks, A Member of the Perseus Books Group.

Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology, 91*, 684-689.

Hoffmann, E. (2004). Neurofeedback training of attention and behavior disorders. *ADHD Report Version 2.0.*

Jausovec, N., & Jausovec, K. (2012). Sex differences in mental rotation and cortical activation patterns: Cantraining change them? *Intelligence, 40*(2), 151-162. Doi:10.1016/j.intell.2012.01.005.

Lee, A., & Crumley, E. (1990). Kandinsky's Teaching at the Bauhaus: Color Theory and Analytical Drawing by Clark V. Poling (review). Leonardo, *23*(2), 323-325.

Manna, C. B. G., Tenke, C. E., Gates, N. A., Kayser, J., Borod, J. C., Stewart, J. W., McGrath, P. J., & Bruder, G. E. (2010). EEG hemispheric asymmetries during cognitive tasks in depressed patients with high versus low trait anxiety. Clin. *EEG Neurosci*., *41*(4), 196-202.

Mathin, M. W. (2014). *Cognitive Psychology* (8th ed.) Singapore: John Wiley & Sons.

Moradi, A. (2011). Treatment of anxiety disorder with neurofeedback: case study. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 30*, 103–107.

Motes. M. A., Malach, R., & Kozhevnikov, M. (2008). Object-processing neural efficiency differentiates object from spatial visualizers. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology, 19,* 1727–1731.

Neubauer, A. C., Bergner, S., & Schatz, M. (2010). Two-vs. Three-dimensional presentation of mental rotation tasks: Sex differences and effects of training on performance and brain activation. *Intelligence, 38*(5), 529-539.

Onyancha, R. M., Derov, M., & Kinsey, B. L. (2009). Improvements in spatial ability as a result of targeted training and computer-aided design software use: Analyses of object geometries and rotation types. *Journal of Engineering Education, 98*(2), 157-167.

Pylyshyn, Z. W. (2001). Visual indexes, preconceptual object, and situated vision. *Cognition, 80*, 127 - 158.

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

Strong, S., & Smith, R. (2002). Spatial visualization: fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial Technology, 18*(1). 1-6.

Viiswanathan, L., & Mingolla, E. (2002). Dynamics of attention in depth: Evidence from multi-element tracking. *Perception*, *31*(2), 1415-1437.

Vitouch, O., Bauer, H., Gittler, G., Leodolter, M., & Leodolter, U. (1997). Cortical activity of good and poor spatial test performers during spatial and verbal processing studied with slow potential topography. *International Journal of Psychophysiology, 27*, 183-199.

Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Education Psychology*, *101*, 817-835.

Wickens, C. D., & Carswell, C. M. (2006). Information processing. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of human factors and ergonomics* (pp. 111-149). N.p.

Yakimanskaya, I. S. (1991). *The development of spatial thinking in school children*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.