

การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา  
ตอนปลายโดยใช้โปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว :  
การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง  
Enhancing the Spatial Ability of Upper Secondary School  
Students by A Saccadic Eye Movement Program :  
An Electroencephalogram Study

ปริญญญา เรื่องทิพย์<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มและเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี จำนวน 59 คน โดยการรับอาสาสมัคร ที่ผ่านการคัดเลือกคุณสมบัติตามเกณฑ์ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกับบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบที การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็วช่วยทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้น พิจารณาจากนักเรียนมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกและนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึก แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็วส่งผลความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

**คำสำคัญ :** โปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง

<sup>1</sup>อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

**Abstract :**

The objectives of this study were to enhance and compare the spatial ability of upper secondary school students. The participants were 59 student volunteers from Saensuk School, Chon Buri. All participants were screened according to the inclusion criteria for the study to ensure suitability. The research tool was a computer-based spatial ability test : saccadic eye movement program with electroencephalogram study. The collected data was analyzed by *t*-tests and MANOVA. The results showed that the spatial ability among the upper secondary school students was increased after training with the saccadic eye movement program. Additionally, the scores of spatial abilities among the experimental group were significantly higher than that among the control group. Therefore, it can be clearly stated that the saccadic eye movement program can significantly increase the spatial ability.

**Keywords :** Saccadic Eye Movement Program, Spatial Ability, Electroencephalogram Study

**บทนำ**

การทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-Net) ในประเทศไทยทุก ๆ ปีนั้น ผลที่ออกมามักจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุก ๆ ปี นั่นก็คือ นักเรียนไทยมีความรู้ต่ำกว่ามาตรฐานอยู่เสมอ ๆ หรือแม้แต่การศึกษาขององค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economics Co-operation and Development, OECD)

ที่รู้จักกันในชื่อของ PISA (Programme for International Students Assessment) พบว่านักเรียนไทยมีความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีเพียงร้อยละ 1 เท่านั้นเอง ทั้ง ๆ ที่ใช้เวลาในการเรียนการสอนมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งการเรียนรู้อันดับต้น ๆ ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009) เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวัน แม้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของแต่ละบุคคลมีตั้งแต่แรกเกิดแต่มีความสามารถที่แตกต่างกัน (Jausovec & Jausovec, 2012)

ความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์คือความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) เป็นความสามารถของมนุษย์ในการรับรู้และมองเห็นสิ่งต่าง ๆ แล้วนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน มองเห็นเค้าโครง ส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อต้องนำมาประกอบกัน แยกออกจากกัน หรือรวมเข้าด้วยกันของรูปร่างขนาด พื้นที่ ปริมาตร ความสูง-ต่ำ ความใกล้-ไกล จนสามารถนำมาสร้างภาพให้เกิดขึ้นภายในใจได้ (Mental Imagination) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความจำเป็นต่อดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเดินทางข้ามถนน เราต้องคาดการณ์ตำแหน่งของรถที่กำลังวิ่งมากับระยะเวลาที่ใช้ในการข้ามถนน การวิ่ง การขับรถยนต์เพื่อเดินทางไปในที่ต่าง ๆ ถ้าหากขาดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก็อาจพลัดหลงทางได้ง่าย หรือการประกอบอาชีพต่าง ๆ ของมนุษย์ต้องอาศัยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เช่น นักคณิตศาสตร์ต้องมีความสามารถในการมองความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ต่าง ๆ แล้วนำมาสร้างเป็นสมการได้ นักบินต้องมีความเข้าใจในทิศทางเพื่อนำเครื่องบินขึ้นหรือลงจอด หรือนักดนตรีต้องใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการลำดับจังหวะที่มีความซับซ้อน เป็นต้น (Van Garderen, 2006)

บริเวณสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram : EEG)

ซึ่งระดับคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีสัญญาณไฟฟ้าขนาดแรงดันต่ำในระดับมิลลิโวลต์ (mV) ส่งผ่านทางเซลล์ประสาทบริเวณหนึ่งศีรษะ สัญญาณไฟฟ้าสมองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะที่แตกต่างกัน เช่น ขณะตื่น หลับตา หรือกำลังพักผ่อน สามารถกำหนดช่วงความถี่ได้โดยเรียงลำดับความถี่ต่ำไปยังความถี่สูง ได้แก่ Delta, Theta, Alpha, Beta และ Gamma สำหรับการวิเคราะห์ด้วยคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกี่ยวกับกิจกรรมด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า มีการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะลืมตา และหลับตาด้วยช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1, Alpha 2, Beta 1, และ Beta 2 ดังที่ Arce et al., (1995) ได้ศึกษาผลของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกับกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ปรากฏว่า ในขณะที่ลืมตากลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ (Relative Power) ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1 ต่ำกว่ากลุ่มที่มีความสามารถมิติสัมพันธ์ต่ำ และ Corsi-Cabrera et al., (1997) ได้ศึกษาและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองเช่นเดียวกัน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha 1 ต่ำกว่ากลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำด้วยเช่นกัน ส่วนงานวิจัยของ Bhattachaya and Petsche (2002) ได้ศึกษาค้นคว้าคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการเรียนรู้ด้วยการมองรูปวาดและการรับรู้ด้วยการจินตนาการรูปวาด พบว่า ในขณะที่มองรูปวาดระบบประสาทเกิดการกระตุ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Beta และ Gamma ซึ่งเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงของเซลล์ประสาทบริเวณที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับภาพ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสามารถยืนยันได้อีกว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีการทำงานของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha และ Beta

การฝึกเพื่อให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้นมีวิธีการฝึกที่หลากหลายและแตกต่างกัน เช่น ปิยะวรรณ ถนัฒนุศิลป์ สุชาติดา กรเพชรปาดิ และ ปริญญา เรืองทิพย์ (2560) ได้ศึกษาการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วย

กิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ ส่วนปริญญา เรื่องทิพย์ และ เดชา วรรณพาทูล (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการเล่นเกมซูโดเกุ่ ปรากฏว่า หลังการเล่นเกมซูโดเกุ่แล้วนักเรียนมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบแบบ ทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์น้อยกว่าก่อนเล่นเกมซูโดเกุ่ และมีอัตราการ ตอบถูกสูงขึ้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น ส่วน Poliny Ung และ สุชาดา กรเพชรปาณี (2560) ได้เพิ่มความสามารถด้าน มิติสัมพันธ์ของวัยรุ่นตอนต้นด้วยแบบจำลองการติดตามหลายวัตถุทรงเหลี่ยม เคลื่อนที่แบบสามมิติ นอกจากนี้ ดุสิต โพธิ์พันธุ์ และ เสรี ชัดเข้ม (2559) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตามแบบติดตามวัตถุ

การศึกษาการเคลื่อนไหวของตา มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าการ เคลื่อนไหวของตา ด้วยวิธีการวางแผนควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (Eye Movement Control) ด้วยการใส่ใจในการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งต่าง ๆ ของ วัตถุ มีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมองและมีความเชื่อมโยงกับการเพิ่ม ขึ้นของความใส่ใจ (Moore & Fallah, 2001, pp. 1273-1276) การเคลื่อนไหว ของตาแบบ Conjugate Eye Movement ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของตาซ้าย และตาขวาไปทางเดียวกันของคนปกติ สามารถแบ่งเป็น 1) การเคลื่อนไหวตา อย่างช้า ๆ ตามวัตถุที่มองเห็นที่เรียกว่า Pursuit Eye Movement และ 2) การเคลื่อนไหวตาแบบเร็ว (Rapid Eye Movement) แบบการกวาดตามอง (Scanning) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่เรียกว่า Saccadic eye movement ด้วยการกระตุ้นการรับรู้ จากการเลือกลักษณะเฉพาะหรือตำแหน่งของวัตถุ (Souto & Kerzel, 2011, pp. 13-20; Zhong, Zhao, Zou, Wang, & Wang, 2014, pp. 1-10)

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีหลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้โปรแกรมการ

เคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นการรับรู้ ทำให้เกิดการเลือกความสนใจ (Selective Attention) และคงช่วงความสนใจ (Sustained Attention) ซึ่งเป็นความคงที่ การตอบสนองอย่างสม่ำเสมอของกิจกรรมที่ต้องทำซ้ำ ๆ อย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความจำขณะทำงาน (Working Memory) ดีขึ้น ทำให้การไหลเวียนของระดับออกซิเจนในเลือดสูง ช่วยให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ให้ดีขึ้น ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถวัดได้จากคะแนนการตอบถูกที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาปฏิกิริยาที่ใช้ในการตอบข้อสอบถูกน้อยลง นอกจากนี้ยังวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยคลื่นไฟฟ้าสมอง แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพฤติกรรมกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอีกด้วย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

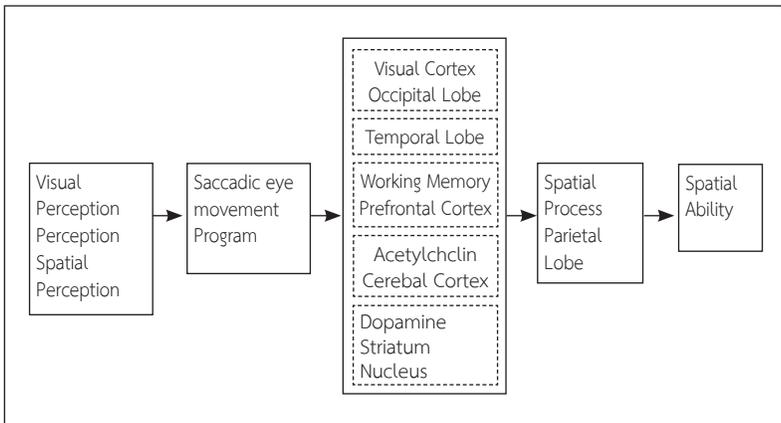
1. เพื่อเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้โปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างก่อนกับหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกด้วยด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การฝึกการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วทำให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้แนวคิดของการสร้างเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างสมอง (Brain Structure) และการเพิ่มสมรรถนะในการทำหน้าที่ของสมองอย่างเต็ม

ประสิทธิภาพ (Brand Function) ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของสมองเกิดการไหลเวียนเลือดได้ดีขึ้น (Utlal et al., 2012, pp. 352-402) การฝึกสมองโดยใช้โปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วมีผลต่อสมองที่เกี่ยวข้องกับการรับภาพ (Visual Cortex) ซึ่งเป็นเส้นทางของกระบวนการเกิดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยข้อมูลทั้งหมดจะผ่านเข้าสู่ระบบประสาทและกรองข้อมูลที่ไพรมารี เซนซอรี คอร์เทกซ์ (Primary Sensory Cortex) แล้วส่งให้แอสโซซิเอชัน เซนซอรี คอร์เทกซ์ (Association Sensory Cortex) ทำหน้าที่ตีความและแปลความหมายของข้อมูล มีเส้นทางการประมวลผล 2 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางการประมวลผลเชิงวัตถุ (Object Processing) และเส้นทางการประมวลผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Processing) โดยเส้นทางการประมวลผลเชิงวัตถุ เริ่มต้นจากการรับรู้ด้วยการมองเห็น (Visual Perception) ส่งสัญญาณประสาทเพื่อประมวลผลที่สมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) จากนั้นส่งสัญญาณประสาทต่ำลงมาสู่สมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) และส่งสัญญาณประสาทไปยังสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ส่วนเส้นทางการประมวลผลเชิงมิติสัมพันธ์ เริ่มจากการรับรู้ด้วยการมองเห็น (Visual Perception) ส่งสัญญาณประสาทเพื่อประมวลผลที่สมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) เช่นเดียวกัน จากนั้นส่งสัญญาณประสาทขึ้นไปที่สมองส่วนกระหม่อม (Parietal Lobe) และส่งสัญญาณประสาทไปสู่สมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) การเคลื่อนไหวของตาจะต้องใช้สิ่งเร้าในการกระตุ้นและจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจก่อน ซึ่งจะทำให้มีระยะเวลาการตอบสนองต่อการกระตุ้นสั้นลง (Shepherd, Findlay & Hockey, 2007) ในขณะที่สิ่งเร้าที่อยู่ในลานสายตา (Visual Field) จะส่งผลต่อการตอบสนองของความใส่ใจจากการมองเห็น (Visual Attention) และการรับรู้จากการมองเห็น (Visual Perception) ขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้าที่มากระตุ้น (Torralba, Oliva, Castelhana, & Henderson, 2006)

นอกจากการวัดข้อมูลเชิงพฤติกรรมแล้ว การศึกษานี้ใช้วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของสมอง ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) โดยการวัดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ประสาทที่บริเวณเปลือกสมองหรือคอร์เทกซ์ (Cortex) สามารถบันทึกได้บริเวณหนึ่งสี่ระยะ ซึ่งการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างบุคคลได้มากกว่าการใช้คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเพียงอย่างเดียว (Barcelo et al., 1997, p.399) อาจมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดได้ ส่งผลต่อการประเมินความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างแท้จริง และที่สำคัญคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ ไม่สามารถอธิบายผลของการฝึกโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองบริเวณที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์เป็นกิจกรรมที่เด็กและวัยรุ่นนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน สามารถช่วยลดแรงกดดันในการเรียนและลดความตึงเครียดให้กับเด็กนักเรียนได้ในระดับหนึ่ง จึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

## สมมติฐานของการวิจัย

1. โปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วช่วยทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้น
2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลังได้รับการฝึกสูงกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วสูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว

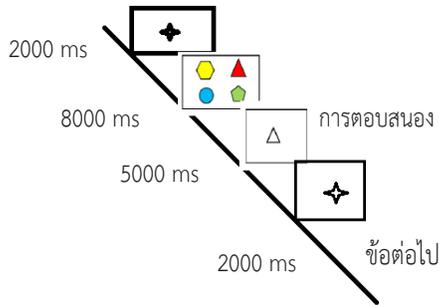
## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้มีกระบวนการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว

1. การออกแบบกิจกรรมการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว การออกแบบโดยอิงตามแนวคิดการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุที่มีรูปร่างชนิด และสีที่แตกต่างกัน การเคลื่อนไหวของตาจะต้องใช้สิ่งเร้าในการกระตุ้นและจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายก่อน สร้างด้วยโปรแกรมอะโดบี โฟโตชอป เวอร์ชัน CS5 (Adobe Photoshop CS5) และโปรแกรมเพนท์จากนั้นกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ ความเร็ว ระยะเวลาและจำนวนของรูปทรงภาพที่แสดงเป็นสิ่งเร้าบนจอคอมพิวเตอร์ขนาด 17 นิ้ว เขียนด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language) ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Physical) ตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมฝึกโดยผู้ทรงคุณวุฒิและทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง สังเกตข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดจาก Syntax Error, Run Time Error หรือ Logical Error พร้อม

กับสอบถามความเร็ว ความยากง่ายในการฝึก และระยะเวลาในการฝึก เพื่อให้โปรแกรมมีความเหมาะสมกับผู้ใช้มากที่สุด ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลำดับการแสดงผลภาพบนจอคอมพิวเตอร์ในแต่ละชุด

ระยะที่ 2 การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้โปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 กลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2017, p. 37) การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Method) เทคนิคการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 กลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2017, p. 37) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ที่อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก การศึกษานี้ได้อาสาสมัครมาทั้งหมดจำนวน 59 คน ทำการสุ่มเข้ากลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว จำนวน 29 คน และกลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว จำนวน 30 คน

## วิธีการทดลอง

การศึกษานี้แบ่งการดำเนินการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

### 1. ก่อนการทดลอง (Initial Stage)

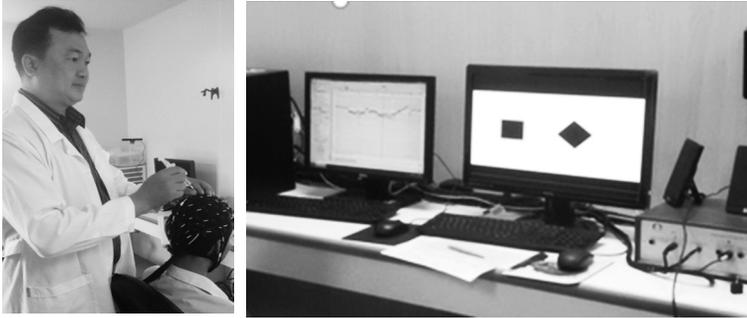
ระยะก่อนการทดลองเป็นการดำเนินการเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมีดังนี้

1.1 ติดต่อประสานงานกับผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี เพื่อขออนุญาตดำเนินการประชาสัมพันธ์รับอาสาสมัครนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดในขั้นต้นเข้าร่วมโครงการวิจัย และขออนุญาตใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับฝึก ทำการคัดเลือกอาสาสมัครด้วย แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือการได้รับอุบัติเหตุอย่างรุนแรง ประวัติการเจ็บป่วยทางจิตและการมองเห็น แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น (Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale : CES-D) ฉบับภาษาไทย ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข แบบสำรวจความถนัดการใช้มือของ เอ็ดินเบิร์ก (Edinburgh Handedness Inventory) การวัดระดับสายตาระยะใกล้ (Near Vision) ด้วยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's Chart) พิจารณาอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเลือก

1.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มด้วยวิธีการสุ่ม (Random Assignment) ด้วยการจับฉลาก และจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นกลุ่มการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วพัฒนาขึ้น จำนวน 30 คน แต่เนื่องจากมีการขอลอนตัวขณะทำการฝึกจึงเหลือเพียง 29 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ใช้การฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว จำนวน 30 คน

1.3 นัดหมายเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย พร้อมทั้งให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย และให้ผู้ปกครองลงนามอนุญาตก่อนดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

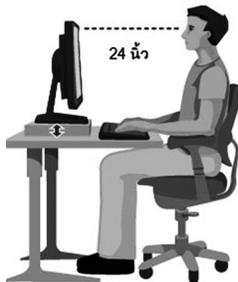
1.4 กำหนดตารางวัน เวลา เพื่อดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา (Centre of Excellence in Cognitive Science : CECoS) วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก่อนใช้การฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ด้วยกิจกรรมการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Newton, 2009) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานมาบรรจุในโปรแกรมสำเร็จรูป STIM<sup>2</sup> จำนวน 48 ข้อ มีลักษณะเป็นรูปภาพ ให้ผู้ตอบกดแป้นพิมพ์เลือกคำตอบ ซึ่งเชื่อมต่อการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograms Recording) ด้วยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Neuroscan จากประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 64 ช่องสัญญาณ (Channels) ทำการบันทึกแบบ Real-Time Recorder พร้อมหมวกอีลาสติก (Elastic Cap) ที่มีขั้วไฟฟ้าวางตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 64 ช่องสัญญาณ (International System of Electrode Placement) การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากลจะประกอบไปด้วย A=Ear Lobe, C=Central, P=Parietal, F=Frontal, T=Temporal Lobe, Fp=Frontal Polar, O = Occipital ขั้วไฟฟ้าในแนวกลางศีรษะ 3 ตำแหน่ง (Fz, Cz, Pz) แสดงได้ดังภาพที่ 47 และใช้ขั้วไฟฟ้าที่บริเวณหลังใบหู (Mastoid) ด้านซ้าย-ขวา (M1,M2) เป็นตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference Electrode) จำนวน 2 ขั้ว คลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึก จะได้รับการแปลงสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) เป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) ด้วยอัตราการสุ่ม 250 เฮิร์ตซ์ (Hz) กำหนดค่าความต้านทานในแต่ละขั้วไฟฟ้าน้อยกว่า 5 กิโลโอห์ม (K $\Omega$ ) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

## 2. ทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

กำหนดตารางวัน เวลา ให้กับกลุ่มทดลองการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ให้ผู้รับการฝึกนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์บนเก้าอี้ในท่าที่สบาย ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ ห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 24 นิ้วหรือ 60 เซนติเมตร ฝึกวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 15 ครั้ง โดยฝึกผ่านโปรแกรมบนจอคอมพิวเตอร์ คนละเครื่องพร้อมกันหมดทั้งกลุ่มทดลอง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะท่านั่งของผู้ที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว

### 3. หลังการทดลอง

กำหนดตารางวัน เวลา นัดหมายเพื่อดำเนินการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ที่ห้องปฏิบัติการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา เช่นเดียวกับก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว

### ผลการวิจัย

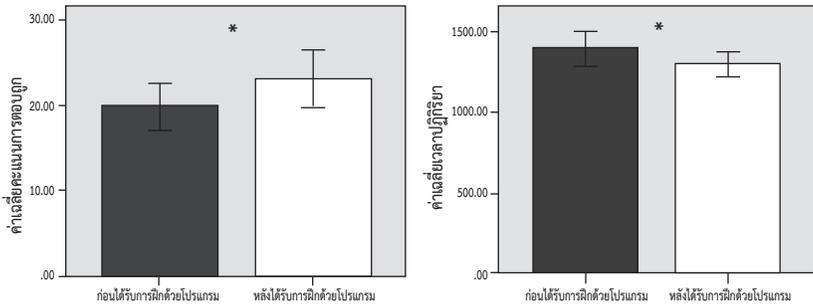
1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนหลังได้รับการฝึกสูงมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้นกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว และนักเรียนระดับกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็วสูงมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลังสูงกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนสามารถวัดเชิงพฤติกรรมได้จากคะแนนการตอบถูก เวลาปฏิกริยา ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

2.1 กลุ่มทดลองหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็วมีค่าเฉลี่ยคะแนนการตอบถูกขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว โดยพิจารณาที่ค่าสถิติทดสอบที ( $t=1.87$ ) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 กลุ่มทดลองหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็วมีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกริยาขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้าน

มิติสัมพันธ์น้อยกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว โดยพิจารณาที่ค่าสถิติทดสอบที ( $t=-1.68$ ) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยคะแนนการตอบถูกและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างระยะก่อนกับหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว

2.3 ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างก่อนกับหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าที่ตำแหน่ง F5 ( $t=2.63, df=28, p=.01$ ) บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง ที่ตำแหน่ง FCZ ( $t=2.24, df=28, p=.03$ ) บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง ที่ตำแหน่ง PZ ( $t=2.09, df=28, p=.05$ ) FC5 ( $t=2.64, df=28, p=.01$ ) 2 ส่วนตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยความ

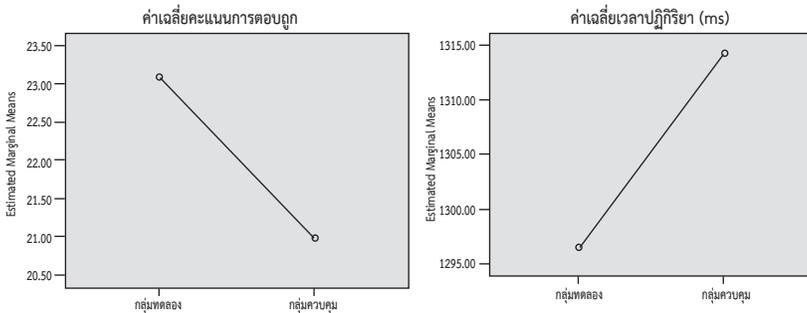
กว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

2.4 ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างก่อนกับหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าที่ตำแหน่ง FP1 FP2 F5 F3 F1 FZ บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง ที่ตำแหน่ง FCZ FC4 C3 C1 C2 C4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ ที่ตำแหน่ง CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง ที่ตำแหน่ง P4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย ที่ตำแหน่ง OZ แสดงว่าโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณเปลือกสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วสูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งพิจารณาจากผลการวิจัยดังนี้

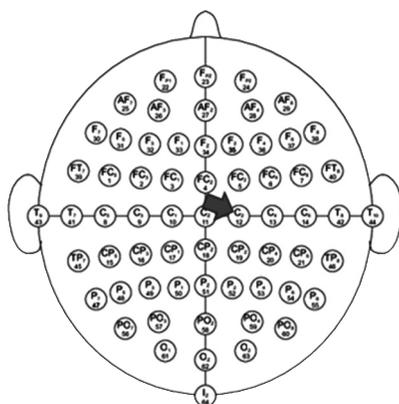
3.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วด้วยทวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีค่า Hotelling's Trace เท่ากับ .019 ค่า  $p$  เท่ากับ .59 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วมีความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ไม่ต่างกัน เมื่อพิจารณาจากคะแนนการตอบและเวลาปฏิกริยาระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

( $p=.36$ ,  $p=.78$ ) เช่นกัน สามารถเขียนค่าเฉลี่ยคะแนนการตอบถูก กับค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ในรูปของกราฟ ได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยคะแนนการตอบถูกและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

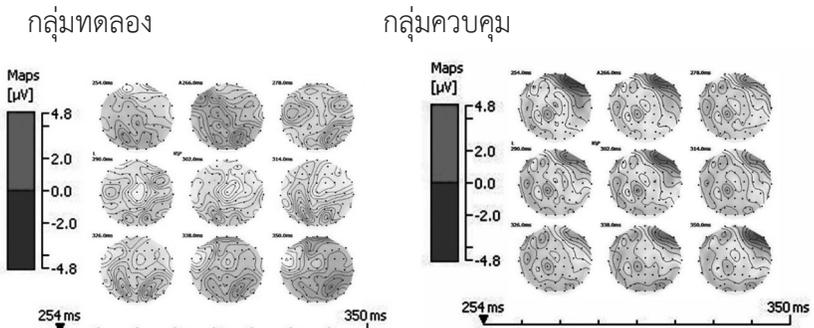
3.2 การเปรียบเทียบความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด C2 กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ส่วนตำแหน่งอิเล็กโทรดอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน ภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตำแหน่งอิเล็กโทรด C2 บริเวณสมองที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม หลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว

3.3 การเปรียบเทียบความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว ระยะเวลาหลังการทดลอง ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสูงกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าที่ตำแหน่ง AF3 F5 F3 F1 FZ F2 F4 F6 F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง ที่ตำแหน่ง FC5 FC3 FC1 FCZ FC2 FC4 FC6 C3 C1 C2 C6 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ ที่ตำแหน่ง T7 T8 CP5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง ที่ตำแหน่ง CP6 CP3 CPZ P4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย ที่ตำแหน่ง PO3 PO4 O1 OZ กับกลุ่มควบคุม ดังภาพที่ 8





ภาพที่ 9 ความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์บริเวณเปลือกสมองทั้งหมด ในช่วงเวลาตั้งแต่ 250–350 มิลลิวินาที

จากการวิเคราะห์ ปรากฏว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลังสูงกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วสูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรม แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วช่วยทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้น

### อภิปรายผลการวิจัย

1. โปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วช่วยทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว เป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดการเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างซ้ายขวาไปมาแบบตั้งใจจะมีผลทำให้สมองทั้งสองซีกถูกกระตุ้นในด้านตรงข้ามกัน โดยการเคลื่อนไหวของตาข้างซ้าย จะมีผลต่อ

สมองซีกขวาและการเคลื่อนที่ของสายตาวางจะมีผลต่อสมองซีกซ้ายและเกิดการกระตุ้นการทำงานของ คอปัสคัลโลซัม (Corpus Callosum) ที่อยู่เชื่อมต่อกันระหว่างสมองสองซีก (Christman & Propper, 2010, pp. 215-232) ช่วยลดความไม่สมดุลของการทำงานของสมองสองซีกและช่วยเพิ่มการตอบสนองทางระบบประสาทระหว่างสมองสองซีก (interhemispheric) ในเซลล์ประสาท (Neuron) บริเวณนี้จะเพิ่มการสร้างกระแสประสาท เพิ่มการเชื่อมต่อสัญญาณประสาท (Synapse) ขณะการเคลื่อนไหวของตาและเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาท อะซิติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มกระบวนการเรียนรู้และความจำ (Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, pp. 1-19) และเกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยเฉพาะในส่วนของสมองบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ที่เป็นส่วนสำคัญในการเข้ารหัส (Encoding) กระบวนการรวบรวมจัดเก็บ (Consolidation) ข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และส่งผลต่อการเพิ่มการเรียกคืนความจำ (Memory Retrieval) (Hasselmo, 2006, pp. 710-715; Chowdhury, Guitart-Masip, Bunzeck, Dolan, & Duzel, 2012, pp. 14193-14204) สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Brosseau-Lachaine, Gagnon, Forget, and Faubert (2008) ที่พบว่า หลังใช้กิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สามารถฟื้นฟูความบกพร่องของสมองที่เกิดจากการมองวัตถุ และสอดคล้องกับ Poliny Ung และสุชาดา กรเพชรปาณี (2560) ที่พบว่า การฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบจำลองการติดตามหลายวัตถุทรงเหลี่ยมเคลื่อนที่แบบสามมิติ สามารถช่วยเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของวัยรุ่นได้

2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลังได้รับการฝึกสูงกว่า ก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนได้รับการกระตุ้นสมองทำให้โครงสร้าง

ของสมองทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้น สะท้อนถึงการทำงานของสมองในการควบคุมความสนใจ (Hoffman, 2004) ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของคูสตี โพธิ์พันธ์ และเสรี ชัดเข้ม (2559) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ เพื่อกระตุ้นการบริหารสมองทั้งสองซีกสำหรับเพิ่มความใส่ใจที่สามารถนำไปใช้ฝึกได้ด้วยตนเองและปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดการเคลื่อนไหวของตาที่เป็นการเคลื่อนไหวแบบจดจ่อและมีเป้าหมายภายใต้อำนาจจิตใจซึ่งมีการสั่งการและควบคุมโดยศูนย์สั่งการในส่วนเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) การเคลื่อนไหวตามวัตถุที่เคลื่อนไหวที่เป็นสิ่งเร้า จะช่วยกระตุ้นการมองเห็นของสมองเป็นวิธีการบริหารตาด้วยการมองตามการเคลื่อนที่วัตถุสามารถเพิ่มความใส่ใจ และลดอาการหุนหันพลันแล่นได้ ซึ่งสามารถตรวจการทำงานของสมองด้วยคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งเป็นวิธีการบริหารสมองอีกวิธีหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลังฝึกสูงกว่าก่อนได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็วสูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว และการศึกษาของปิยะวรรณ รัตน์ชูศิลป์ และคณะ (2560) ได้ศึกษาการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองหลังการฝึกด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติสูงกว่าก่อนการทดลอง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาอย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับการฝึกอย่างเหมาะสม จะมีความยืดหยุ่นของระบบประสาทซึ่งเป็นผลมาจากการฝึกสมองอย่างจำเพาะ (Neuroplasticity and brain specific training) ทำให้ระบบประสาทเกิดการยืดหยุ่นได้สูง (Neuroplasticity) (Mahncke et al., 2006)

3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วสูงกว่ากลุ่มไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับการศึกษาของวิทวัส เพ็ญภู และสุชาดา กรเพชรปาณี (2560) ได้ศึกษาการเพิ่มความสามารถการรับรู้ทางการมองเห็นของผู้ขับซึ่รถจักรยานยนต์รับจ้างด้วยโปรแกรมฝึกติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบสามมิติ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถการรับรู้ทางการมองเห็นหลังการฝึกติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบสามมิติ ดีขึ้นกว่าก่อนการฝึกติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบสามมิติ และดีกว่ากลุ่มควบคุม และปิยะวรรณ ถนัตธนูศิลป์ และคณะ (2560) พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง หลังการฝึกด้วยกิจกรรมการติดตามวัตถุเคลื่อนที่แบบสามมิติสูงกว่าก่อนการทดลอง และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองมีช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Alpha1, Alpha2, Beta1 และ Beta2 การทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับ Poliny Ung และสุชาดากรเพชรปาณี (2560) ที่พบว่าการฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบจำลองการติดตามหลายวัตถุทรงเหลี่ยมเคลื่อนที่แบบสามมิติ สามารถช่วยเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของวัยรุ่นได้ และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Parsons et al. (2014) ที่ได้วิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความสามารถทางปัญญา (Perceptual-cognitive training) ของนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยมอนทรีออล ประเทศแคนาดา โดยการฝึกการติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบสามมิติด้วยโปรแกรม Neurotracker แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการวัดทางจิตวิทยาและการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (qEEG) ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีการประมวลผลข้อมูลภาพ (Visual processing speed) รวดเร็วขึ้น มีความจำขณะทำงาน (Working memory) เพิ่มมากขึ้น และมีความจดจ่อ (Attention) กับสิ่งที่สนใจมากขึ้น และการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชี้ให้เห็นว่า

มีคลื่นเดลต้า เตา อัลฟา ลดลง และมีคลื่นเบต้าและแกมมาเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแกมมาที่เกิดขึ้นบริเวณออกซิพิทัลคอร์เทกซ์ (Occipital cortex) เป็นส่วนสำคัญในการประมวลผลการมองเห็น

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูและบุคลากรทางการศึกษา นำฝึกด้วยโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ไปใช้สอนในคาบกิจกรรมหรือคาบโฮมรูม เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมด้านสติปัญญาของนักเรียนสำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาต่อไป

2. สถาบันการศึกษาสามารถติดตั้งโปรแกรมการเคลื่อนไหวตัวอย่างรวดเร็วสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกสมองตามความสนใจและตามเวลาที่นักเรียนต้องการ อาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด หรือพักครู เป็นต้น

3. หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานฝึกรบสามารถนำไปปรับใช้กับบุคคลในกลุ่มอื่น เช่น เยาวชนในท้องถิ่น กลุ่มชมรม กลุ่มกิจกรรม เพื่อเป็นกิจกรรมเสริมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ค่ายคณิตศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้จำนวนรูปร่างเรขาคณิตจำนวน 3, 4 และ 5 ภาพเท่านั้น ดังนั้นควรมีการศึกษาผลของจำนวนรูปร่างเรขาคณิตต่อการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนด้วย

2. จำนวนครั้งที่ฝึกหรือระยะเวลาที่แตกต่างกันส่งผลต่อความคงทนของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อาจเป็นตัวแปรหนึ่งที่สามารถนำไปศึกษาในครั้งต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2558  
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

## เอกสารอ้างอิง

Dusit Pophan & Seree Chadcham. (2016). Enhancing the Attention of Marine non-Commissionedofficer Students Using a Saccadic eye Movement Computer training Program : An event-Related Potential Study. **Research Methodology & Cognitive Science**, 14(2).1-18.

Parinya Ruangtip & Decha Wunnaphool. (2014). A Development Spatial Ability of High School Students by Sudoku Games. **Journal of Rajanagarindra**, 11(25).35-42.

Piyawan Tanudtanusilp Suchada Kornpetpanee & Parinya Ruangtip. (2017). Increasing Spatial Recognition Ability Using Three Dimensional Multiple Object Tracking (3D-MOT) Task for Upper Secondary School Students : An Electroencephalogram Study. **Research Methodology & Cognitive Science**, 15(1).73-92.

Poliny Ung & Suchada Kornpetpanee. (2017). Development of a Three-Dimensional Multiple-Moving Block Tracking Model (3D-MBTM) for Enhancing Spatial Ability in Early Adolescence. **Research Methodology & Cognitive Science**, 15(2).12-24.

Withawat Penphu & Suchada Kornpetpanee. (2017). Enhancing the Visual Perception Ability of Motorcycle Taxi Riders Using a 3D Motion Object Tracking Training Program. **Research Methodology & Cognitive Science**, 15(1). 54-64.

### **วารสารต่างประเทศ**

Arce, C., Ramos, J., Guevara, M. A., & corsi-Cabrera, M. (1995). Effect of spatial ability and sex on EEG power in high school students. **International Journal of Psychophysiology**, 20(1), 11-20.

Barcelo, F. (2003). The Madrid card sorting test (MCST) : a task switching paradigm to study executive attention with even-related potentials. **Brain Research Protoclls**, 11, 18-23.

Brosseau-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.

Bhattacharya, J., & Petsche, H. (2002). Shadows of artistry : cortical synchrony during perception and imagery of visual art. **Cognitive Brain Research**, 13(2), 179-186.

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

Christman, S.D., & Propper, R. E. (2010). Dreaming, handedness, and sleep architecture : interhemispheric mechanisms. **Int Rev Neurobiol**, 9(2), 215-232.

- Chowdhury, R., Guitart-Masip, M., Bunzeck, N., Dolan, R. J., & Duzel, E. (2012). Dopamine modulates episodic memory persistence in old age. *J Neurosci*, 32(41), 14193-14204.
- Corsi-Cabrera, M., Arce, C., Ramos, J., & Guevara, M. A. (1997). Effect of spatial ability and sex inter- and intrahemispheric correlation of EEG activity. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 102 (1), 5–11.
- 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. (2017). **An Applied Reference Guide to Research Designs : Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods**. Sage Publication.
- Gualberto Cremades, J. (2002). The effects of imagery perspective as a function of skill level on alpha activity. *International Journal of Psychophysiology*, 43(3), 261-271.
- Hasselmo, M. E. (2006). The Role of Acetylcholine in Learning and Memory. *Current*. Jausovec, N., & Jausovec, K. (2012). Sex differences in mental rotation and cortical activation patterns : Can training change them? *Intelligence*, 40(2), 151-162.
- Koepp, M. J., Gunn, R. N., Lawrence, A. D., Cunningham, V. J., Dagher, A., Jones, T., Brooks, D. J., Bench, C. J., and Grasby, P. M. (1998). Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature* 393 : 266–26

- Liu, L., Johnson, H. L., Cousens, S., Perin, J., Scott, S., Lawn, J. E., ... & Mathers, C. (2012). Global, regional, and national causes of child mortality : an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. **The Lancet**, 379(9832), 2151-2161.
- Mahncke, H. W., Connor, B. B., Appelman, J., Ahsanuddin, O. N., Hardy, J. L., Wood, R. A., ... & Merzenich, M. M. (2006). Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity-based training program : a randomized, controlled study. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 103(33), 12523-12528.
- Moore, T., & Fallah, M. (2001). Control of eye movements and spatial attention. **Proc Natl Acad Sci U S A**, 98(3), 1273-1276.
- Newton, P. (2009) **Psychometric success-spatial ability**. Retrieved from [www.psychometric-success.com](http://www.psychometric-success.com)
- Poe, G. R., Walsh, C.M., & Bjorness, T. E. (2010). Cognitive neuroscience of sleep. **Prog Brain Res**, 185(8), 1-19.
- Parsons, B., Magill, T., Boucher, A., Zhang, M., Zogbo, K., Bérubé, Scheffer, Beauregard, & Faubert, J. (2014). Enhancing cognitive function using perceptual-cognitive training. **Clinical EEG and Neuroscience**, 47(1), 37-47.
- Shepherd, M., Findlay, J. M., & Hockey, R. J. (2007). The relationship between eye movements and spatial attention. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 38(3), 475-491.

- Souto, D., & Kerzel, D. (2011). Attentional constraints on target selection for smooth pursuit eye movements. **Vision research**, 51(1), 13-20.
- Torralba, A., Oliva, A., Castelhana, M. S., & Henderson, J. M. (2006). Contextual guidance of eye movements and attention in real-world scenes : the role of global features in object search. **Psychological review**, 113(4), 766.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C. Newcombe, N. S., (2012). The malleability of spatial skills : a meta-analysis of training studies. **Psychological Bulletin**, 139(2), 352-402.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains : Aligning over fifty years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. **Journal of Educational Psychology**, 101, 817–835.
- Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. **Journal of Learning Disabilities**, 39(6), 496–506.
- Zhong, M., Zhao, X., Zou, X.-c., Wang, J. Z., & Wang, W. (2014). Markov chain based computational visual attention model that learns from eye tracking data. **Pattern Recognition Letters**, 49(0), 1-10.