Original Article

ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ความเครียด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมต้นที่เกิดจาก รูปแบบการสอน CMEN

สุวิทย์ อุปสัย[1], พรพิมล พาพิมูล[2], ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์[3], สุพรรณี ปูนอน[1]

[1]คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]โรงเรียนน้ำพองพัฒนศึกษา รัชมังคลาภิเษก อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

[3]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบผลของการสอนด้วย รูปแบบการสอนตามแนวคิด constructivism และ metacognition ร่วมกับความรู้ประสาทวิทยศึกษาศาสตร์เป็นฐาน (CMEN) กับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา และความเครียดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนน้ำพองพัฒนศึกษา รัชมังคลาภิเษก อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 จำนวน 56 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 28 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามรูปแบบการสอน CMEN ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามรูปแบบการสอน 5E ผลการศึกษาพบว่า 1) กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตสูงกว่ากลุ่มนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานและด้านความตั้งใจส่วนใหญ่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และ 0.5 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานและด้านความตั้งใจส่วนใหญ่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และ 0.5 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความเครียดที่ได้จากแบบวัดความเครียดฉบับของกรมสุขภาพจิตต่ำกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 สรุปได้ว่ารูปแบบการสอน CMEN สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและยังสามารถลดความเครียดของนักเรียนได้

หลักการและเหตุผล

การดำรงชีวิตของมนุษย์ส่วนใหญ่แล้วนั้นล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านเทคโนโลยีมีการพัฒนาและก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว การที่จะส่งเสริมหรือพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศให้มีความก้าวหน้านั้นจะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาให้มีคุณภาพ การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยจึงต้องเป็นไปอย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ มุ่งหวังที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการและสามารถนำเอาองค์ความรู้นั้นไปใช้ได้จริง ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และมีการทำกิจกรรมในการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายรวมไปจนถึงมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย[1]

จากผลการประเมินการศึกษาในระดับชาติไม่ว่าจะเป็น การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education; O-NET) หรือในระดับนานาชาติ เช่น การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Trends in International Mathematics and Science Study;TIMSS) หรือ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment;: PISA) พบว่าเด็กไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ ซึ่งจากผลการประเมินต่าง ๆ เหล่านี้สามารถสะท้อนคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ยังล้าหลัง และไม่สามารถสร้างให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดได้ [2]

การจัดการเรียนการสอนของสังคมไทยในอดีตไม่เอื้อให้ผู้เรียนได้โต้แย้งหรือตั้งข้อสงสัยและหาข้อพิสูจน์ในประเด็นที่ตนสนใจทั้งในบทเรียนหรือนอกบทเรียน จึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูล การคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการตีความอย่างมีประสิทธิภาพ [3] กระบวนการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมนั้น ควรเน้นให้ตัวผู้เรียนเป็นคนผู้ลงมือกระทำ ฝึกคิดด้วยตนเอง ในส่วนของผู้สอนมีทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะมีความเหมาะสมกว่าจะเป็นผู้มาบอกเล่าให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระ

Anderson et al [4] ระบุว่าการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ได้ลงมือเรียนรู้และศึกษาด้วยตนเองนั้นมีความเชื่อมโยงกับทฤษฎี constructivism ที่มีความเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้มากกว่ารับความรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้จะสนับสนุนกระบวนการสร้างความรู้มากกว่าการพยายามถ่ายทอดความรู้ โดยมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่ของแต่ละบุคคลอย่างเหมาะสม ทฤษฎี constructivism นี้มาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

ของ Piaget โดยมีความเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่แต่ละบุคคลได้สร้างความรู้ขึ้นโดยผ่านการปรับความสมดุล ซึ่งกลไกของความสมดุลเป็นกระบวนการการปรับตัวของตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยการดูดซึม (assimilation) และการปรับหรือจัดระบบโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) ซึ่งการดูดซึมเป็นกระบวนการที่มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์หรือได้รับรู้สิ่งใหม่กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับเอาประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่มีความเหมือนหรือมีความคล้ายคลึงกัน โดยสมองจะมีการปรับและนำประสบการณ์ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ส่วนการปรับหรือจัดระบบโครงสร้างทางปัญญาจะเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนดูดซึม โดยที่เมื่อเกิดการดูดซึมเอาประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับมาเข้าไปในโครงสร้างเดิมแล้วก็จะทำการปรับโครงสร้างให้เข้ากัน แต่ถ้าประสบการณ์ใหม่เข้ากับโครงสร้างเดิมไม่ได้ก็จะมีการปรับโครงสร้างเพื่อรองรับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งแนวคิดของ Piaget นี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky ที่มีความเชื่อว่าผู้เรียนมีการสร้างความรู้โดยผ่านการมีส่วนร่วมในสังคมและวัฒนธรรมรวมไปจนถึงการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น จึงสามารถสรุปได้ว่าปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่มนุษย์สร้างขึ้นมีส่วนสำคัญในการพัฒนาทางพุทธิปัญญา

การตระหนักรู้และควบคุมการรู้คิดของตนเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น metacognition เป็นการตระหนักรู้และควบคุมกระบวนการรู้คิดของบุคคลเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย มีความตระหนักในงาน ซึ่งผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้าน metacognition จะสามารถจัดกระทำหรือปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ได้อย่างรวดเร็วฉับไวและเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมที่มีได้เป็นอย่างดี โดยสามารถควบคุมและกำกับตนเอง สามารถเข้าใจกระบวนการคิดของตน และใช้การรับรู้นี้ในการควบคุมพฤติกรรมและตรวจสอบประเมินความก้าวหน้าในสิ่งที่ตนทำ ตลอดจนสามารถหาทางแก้ไขข้อบกพร่องเมื่อตนเองมีปัญหา ผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้าน metacognition ที่กล่าวมานี้มักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คือรู้ว่า ตนกำลังอยู่ในกระบวนการคิดใด และสามารถควบคุมตนเองให้ทำตามนั้นได้ การตระหนักรู้และควบคุมการรู้คิดของตนจึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น[5,6]

ในการจัดการเรียนการสอน สิ่งที่ผู้สอนควรที่จะต้องคำนึงถึงนอกเหนือจากองค์ความรู้ คืออารมณ์และความรู้สึกของผู้เรียน ทั้งสองสิ่งนี้ส่งผลต่อการเรียนรู้ อารมณ์ในเชิงลบ เช่นความเครียดจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อสิ่งเร้าลดลง ความเครียดในระดับที่พอดีหรือในระยะสั้น ๆ จะช่วยกระตุ้นให้บุคคลมีพลังและมีความกระตือรือร้นในการต่อสู้ชีวิต ช่วยผลักดันให้เอาชนะปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ความเครียดจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางร่างกาย จิตใจ และพฤติกรรม เช่น วิตกกังวลไม่มีสมาธิ ซึมเศร้า หลงลืมง่าย เป็นต้น[7]

ประสาทวิทยศึกษาศาสตร์ (educational neuroscience) เป็นศาสตร์เชิงบูรณาการแขนงใหม่ที่เกิดขึ้นมาในลักษณะการนำเอาองค์ความรู้

ทางประสาทวิทยาศาสตร์เชิงพุทธิปัญญา (cognitive neuroscience) จิตวิทยาทางการศึกษา (educational psychology) เทคโนโลยีทางการศึกษา (educational technology) และทฤษฎีการเรียนรู้ (learning theories) เข้ามาประยุกต์ใช้ประกอบการดำเนินงานและปฏิบัติการในบริบทของชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมคุณภาพและสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อส่งเสริมคุณภาพและสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยยึดเป้าหมายหลักร่วมกันใน 3 ทิศทาง ได้แก่ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเด็ก เพื่อทำความเข้าใจศักยภาพการเรียนรู้ได้ของมนุษย์ทั้งด้านกระบวนการทำงานของสมองและด้านพฤติกรรมในแต่ละช่วงวัยของการดำเนินชีวิต และเพื่อกำหนดทิศทางการปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษา[8] จากแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ความสามารถทางด้าน metacognition ความรู้ทางประสาทวิทยศึกษาศาสตร์ (educational neuroscience) และสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต โดยการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิด constructivism และ metacognition ร่วมกับความรู้ประสาทวิทยศึกษาศาสตร์เป็นฐานกับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านความจำขณะทำงาน (working memory) ความตั้งใจ (attention) และการตระหนักรู้ (cognitive ability) ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนทั้งสองรูปแบบของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1) คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องในการปฏิบัติภาระงานความจำขณะทำงาน 3) ค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานความจำขณะทำงาน และ 4) คะแนนเฉลี่ยของความเครียดที่ได้จากแบบวัดความเครียดฉบับของกรมสุขภาพจิต

วิธีดำเนินการวิจัย

ใช้รูปแบบการวิจัยแบบ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experiment designs) แบบกลุ่มไม่สมมูลเปรียบเทียบวัดก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest nonequivalent comparison group design) ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนน้ำพองพัฒนศึกษา รัชมังคลาภิเษก อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ส่วนกลุ่มตัวอย่าง คือ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/2 จำนวน 56 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนน้ำพองพัฒนศึกษา รัชมังคลาภิเษก จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 28 คน โดยที่ กลุ่มทดลอง เรียนโดยใช้รูปแบบการสอน CMEN ซึ่งประกอบด้วย 1) ขั้นการสร้างการรับรู้และความตั้งใจ (perceived and attention) 2) ขั้นกำหนดเป้าหมาย วางแผนและกำกับการเรียน (objective, planning and monitoring) 3) ขั้นบูรณาการประสาทสัมผัสพหุ (multisensory integration) 4) ขั้นการเชื่อมโยง (linking) 5) ขั้นทบทวน และฝึกฝน (rehearsal and practice) และ 6) ขั้นสรุปและประเมินผล (summary and evaluation) ที่พัฒนาขึ้นโดยสุวิทย์ อุปสัย[5,6] ส่วนกลุ่มควบคุมเรียน ตามรูปแบบการสอน 5E ซึ่งประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน เนื้อหาที่ใช้สอนคือรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

E O_1 X_1 O_2
C O_3 X_2 O_4

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

O_1 แทน การเก็บข้อมูลก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง โดยเก็บคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและความเครียด

O_2 แทน การเก็บข้อมูลหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยเก็บคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและความเครียด

O_3 แทน การเก็บข้อมูลก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมโดยเก็บคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและความเครียด

O_4 แทน การเก็บข้อมูลหลังเรียนของกลุ่มควบคุมโดยเก็บคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและความเครียด

X_1 แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบ CMEN

X_2 แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE613033

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วยแบบวัดทั้ง 3 ประเภท ดังนี้

1) แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา (cognitive ability) เป็นเครื่องมือวัดสมรรถนะสมองด้านพุทธปัญญาฉบับภาษาไทย (computerize battery test) ที่ถูกสร้างขึ้นและพัฒนาโดยทัศนีย์ บุญเติม และคณะ[9] ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบด้วย เครื่องมือวัดความจำขณะทำงาน (working memory test) และ เครื่องมือวัดความตั้งใจ (attention test)ในแต่ละแบบทดสอบย่อย จะทำการวัดเวลาในการตอบสนอง (reaction time) ในหน่วยมิลลิวินาที และความถูกต้องในการปฏิบัติภาระงาน (correctness) เวลาตอบสนองและความถูกต้อง

ในการปฏิบัติภาระงานเป็นพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกภายใต้การควบคุมและประมวลผลของสมองที่แสดงถึงประสิทธิภาพของระบบประสาทและการเรียนรู้

เครื่องมือวัดความจำขณะทำงาน (working memory test) เป็นชุดทดสอบความจำขณะทำงานที่ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ การจัดการกับข้อมูล (processing) การจัดเก็บ (storage) การปรับปรุงข้อมูล (updating) การสกัดกั้นข้อมูลที่ไม่ต้องการ (inhibition) และการทำสลับไปมาใน 2 ภาระงาน (switching) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยจำนวน 13 แบบทดสอบ ได้แก่ 1) stroop, 2) Flanker- arrow, 3) odd-even, 4) vowel-consonant, 5) switch-Thai Letter Number, 6) left-right, 7) up-down, 8) switch-up-down-left-right, 9) Thai word span, 10) number updating, 11) รามเกียรติ 0 -back, 12) รามเกียรติ 1 -back และ 13) รามเกียรติ 2 -back

เครื่องมือวัดความตั้งใจ (attention test) เป็นชุดทดสอบความตั้งใจโดยวัดความตั้งใจ 4 ด้าน ได้แก่ เวลาในการตอบสนอง (simple reaction time) การเลือกรับข้อมูลที่ต้องการ (selected attention) ความจดจ่อในภาระงาน (focus attention) และการคงความตั้งใจในภาระงาน (sustain attention) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยจำนวน 14 แบบทดสอบ ได้แก่ 1) SR- sound, 2) Select-ch- sound, 3) Sustain- sound, 4) SR-letter Thai, 5) Focus-letter Thai, 6) Sustain-letter Thai, 7) Select-ch-letter Thai (20), 8) Select-ch- letter Thai (21), 9) SR-dot, 10) Focus-dot, 11) Sustain-dot, 12) Select-ch-dot (20), 13) Select-ch-dot(21) และ 14) Series Thai letter

2) แบบวัดความเครียดของกรมสุขภาพจิต เป็นแบบประเมินและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผ่านการหาคุณภาพของแบบวัดจากการตรวจสอบคุณภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอุบลรัตน์พิทยาคม ปีการศึกษา 2560 จำนวน 60 คนจากการหาคุณภาพของแบบวัดโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ของ Cronbach มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ หน่วยที่ 4 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต ที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 จำนวน 45 คน มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.33-0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27-0.53 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ปฐมนิเทศ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ วิธีการทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการ และผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนทั้งสองก่อนที่จะทำการทดลอง

2) ระยะก่อนการทดลอง เก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างได้แก่ อายุ ระดับสติปัญญาที่วัดด้วย แบบวัด Raven's progressive matrices และค่าดัชนีมวลกาย จากนั้นทำการทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบวัดทั้ง 3 ประเภท

3) ระยะทดลอง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอน CMEN กับกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนรู้แบบ 5E กับกลุ่มควบคุม รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง

4) ระยะหลังการทดลอง ผู้วิจัยจัดให้มีการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบวัดทั้ง 3 ประเภท

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของนักเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า อายุ ดัชนีมวลกาย (body mass index) และสติปัญญาที่วัดด้วยแบบวัด Raven's progressive matrices ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ($T^2 = .109$; $F_{(3,53)} = 2.879$; $p = .065$) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ ดัชนีมวลกายและสติปัญญา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
อายุ (ปี)	13.71	0.46	13.82	0.39
สติปัญญา	39.48	6.55	39.21	6.34
ดัชนีมวลกาย (กก/ม^2)	19.83	3.68	17.7	3.42

ตอนที่ 2 ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา

ความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยพิจารณาจากความถูกต้องและเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานความตั้งใจ (attention) และความจำขณะทำงาน (working memory) การวิเคราะห์ข้อมูลของทั้ง 2 ตัวแปรนี้ โดย ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ก่อนเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความตั้งใจของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน ($T^2 = 0.283$; $F_{(14,41)} = 0.828$; $p = 0.636$) ส่วนหลังเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบสนองของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($T^2 = .474$; $F_{(14,41)} = 1.388$)

ทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ของตัวแปรด้วย univariate analysis ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความตั้งใจและผลการทดสอบ univariate analysis รายคู่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความตั้งใจและผลการทดสอบ univariate analysis รายคู่

	ก่อนเรียน				หลังเรียน				univariate analysis
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	F
SR-sound	766.27	320.34	869.21	263.13	514.99	239.5	659.4	354.73	3.188
Select ch. sound	941.19	322.34	873.54	299.75	696.05	142.04	849.18	285.84	6.444*
Sustain sound	762.48	272.3	785.27	291.09	588.07	149.07	718.9	284.4	4.649*
SR-dot	760.13	334.8	722.36	317.75	408.15	112.18	504.95	200.03	4.989*
Select ch.-dot(20)	831.32	394.05	824.4	386.7	425.24	70.84	587.17	285.61	8.480**
Select ch.-dot(21)	898.89	321.41	848.78	372.09	534.53	92.67	683.2	245.88	8.964**
Focus dot	716.26	221.79	644.88	230.42	452.36	92.46	526.1	135.99	5.630*
Sustain dot	755.82	261.51	667.06	253.56	477.31	80.84	585.28	177.59	8.574**
SR-letter	822.98	314.45	860.31	294.38	568.92	198.41	658.49	331.96	1.502
Select ch.-letter(20)	992.82	396.38	861.45	388.04	572.36	107.45	724.29	304.85	6.186*
Select ch.-letter(21)	977.31	234.49	930.46	263.6	731.44	152.14	845.82	193.24	6.056*
Focus letter	696.09	234.96	726.74	264.71	504.87	78.58	535.12	145.25	0.939
Sustain letter	815.46	248.29	813.54	242.2	556.28	88.23	566.53	156.01	0.092
Series letter	576.33	153.78	554.82	154.8	437.99	100.08	486.73	146.44	2.114

*p<0.05 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

**p<0.01 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2) ก่อนเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความตั้งใจของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน (T^2 = 0.159 ; $F_{(14,41)}$ = 0.466 ; p = 0.938) ส่วนหลังเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องในการตอบสนองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (T^2 = 0.735 ; $F_{(14,41)}$ = 2.153 ; p <0.05) ทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ของตัวแปรด้วย univariate analysis ค่าเฉลี่ยและ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของของคะแนนความถูกต้องในการตอบสนองและผลการทดสอบ univariate analysis รายคู่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความถูกต้องในการตอบสนองและผลการทดสอบ univariate analysis รายคู่

	ก่อนเรียน				หลังเรียน				univariate analysis
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	F
SR-sound	32.82	14.12	31.5	13.41	40.75	12.33	39.14	9.62	0.296
Select ch. sound	28.5	13.64	25	13.75	39.32	12.74	28	12.18	11.552**
Sustain sound	5.29	3.05	5	2.78	7.21	2.64	5.14	2.94	7.684**
SR-dot	34.25	17.99	34.54	18.61	20.14	17.26	19.75	16.24	0.008
Select ch.-dot(20)	40	11.29	35.71	13.21	47.68	4.16	39.36	13.55	9.651**
Select ch.-dot(21)	16.71	3.7	15.07	5.75	17.64	4.09	13.46	6.29	8.688**
Focus dot	8.07	1.94	8.21	2.33	8.64	2.54	7.21	3	3.699
Sustain dot	7.39	2.64	7.89	2.42	8.93	2.12	7.04	3.1	7.113*
SR-letter	31.04	14.91	30.25	15.56	23.54	18.52	21.57	17.18	0.169
Select ch.-letter(20)	30.11	15.11	29.07	12.9	40.43	13.24	32.07	12.41	5.942*
Select ch.-letter(21)	13.89	5.38	13.29	5.44	16.18	4.79	13.29	5.1	4.786*
Focus letter	6.79	2.9	6.79	2.23	8.21	2.48	6.64	2.98	4.585*
Sustain letter	7.29	2.65	6.93	2.52	7.93	2.68	6.93	2.89	1.801
Series letter	27.61	6.46	28.71	4.4	29.57	6.2	29.25	4.35	0.05

* p<0.05 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

** p<0.01 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3) ก่อนเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน (T^2 = 0.595 ; $F_{(14\ ,\ 41)}$ = 1.742 ; p = .084) ส่วนหลังเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาการตอบสนองของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (T^2 = 9.536 ; $F_{(14\ ,\ 41)}$ = 27.928 ; p < 0.01) เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วย univariate analysis ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานและผลของการทดสอบ univariate analysis รายคู่แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานและผลของการทดสอบ univariate analysis รายคู่

	ก่อนเรียน				หลังเรียน				univariate analysis
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
	$\overline{x}$	SD	$\overline{x}$	SD	$\overline{x}$	S.D.	$\overline{x}$	S.D.	F
Odd - even	926.7	148.91	867.54	265.02	857.09	172.9	882.4	300.04	0.15
Vowel - consonant	805.12	95.9	762.76	226.71	750.71	111.94	777.97	281.63	0.226
Switch - Thai letter number	868.49	188.74	716.11	300.18	826.69	211.45	863.03	304.22	0.269
Left - right	619.36	103.42	581.75	133.14	564.05	116.33	589.53	116.1	0.673
Up - down	648.44	118.73	651.76	198.85	636.63	124.15	640.83	146.23	0.013
Switch-up-down-left-right	823.69	202.08	766.33	249.33	745.76	172.9	754.39	267.41	0.021
Stroop	818.9	195.4	718.87	161.62	673.84	144	695.32	224.29	0.182
Flanker	710.68	98.77	654.16	127.2	644.35	65.23	675.12	123.06	1.366
2 words span	4223.04	773.18	4208.07	901.69	2849.35	721.91	4130.28	739.02	43.045**
3 words span	5612.32	1000.43	5221.53	548.77	3600.2	566.37	5145.23	693.46	83.376**
4 words span	6569.13	1302.46	5776.91	2184.53	4571.26	1306.9	6184.46	1339.92	20.799**
รามเกียรติ 0 back	1110.55	413.7	1192	222.91	621.45	171.06	1406.52	226.89	213.730**
รามเกียรติ 1 back	1077.3	300.27	1091.37	307.82	703.29	257.54	921.54	333.66	7.507**
รามเกียรติ 2 back	1273.53	280.71	1285.64	425.89	687.06	266.65	1148.19	341.98	31.660**

** p<0.01 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4) ก่อนเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องของการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($T^2 = 0.852$; $F_{(14,41)} = 2.494$; $p = 0.12$) ส่วนหลังเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องของการตอบสนองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($T^2 = 2.07$; $F_{(14,41)} = 9.31$; $p < 0.01$) ทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วย univariate analysis ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความถูกต้องของการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานและผลการทดสอบ univariate analysis รายคู่ แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความถูกต้องของการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานและผลการทดสอบ univariate analysis รายคู่

	ก่อนเรียน				หลังเรียน				univariate analysis
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	F
Odd - even	30.61	11.16	21.39	11.65	31.29	9.96	23.11	11.12	0.617
Vowel - consonant	37.04	9.57	27.18	14.23	36.32	11.24	28.57	13.5	0.04
Switch -Thai letter number	20.79	8.27	16.29	7.99	25.75	12.71	16.57	8.28	2.476
Left - right	52.68	10.44	43.86	19.61	48.36	13.71	36.25	18.54	10.292**
Up - down	43.68	17.33	35.71	19.67	47.64	15.95	36.29	16.7	0.939
Switch-up-down-left-right	22.5	10.16	17.57	10.45	28.43	13.82	19.39	10.36	5.684*
Stroop	58.89	25.03	70.5	23.76	79.32	21.86	63.5	27.07	2.78
Flanker	80.36	19.96	76.43	23.57	88.79	8.54	70.18	24.01	0.108
2 words span	1.91	0.61	1.98	0.62	6.07	1.02	5.04	1.4	5.082*
3 words span	2.55	0.77	2.59	0.73	12.11	1.71	9.07	1.82	39.020**
4 words span	2.52	0.6	2.38	0.91	3.14	0.65	2.14	0.71	5.248*
รามเกียรติ 0 back	5.32	0.94	4.71	1.27	4.45	0.58	2.11	0.42	44.268**
รามเกียรติ 1 back	8.96	1.1	8.04	1.67	3.32	0.92	2.34	1	3.037
รามเกียรติ 2 back	2.21	0.42	2.36	0.87	6.21	3.05	4.43	1.43	77.705**

* p<0.05 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

** p<0.01 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 ความเครียด

จากการศึกษาพบว่าก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยความเครียดที่ได้จากแบบวัดความเครียดฉบับของกรมสุขภาพจิตของกลุ่มทดลองมีค่าเป็น 20.64±5.19 และกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 19.61±7.78 ทดสอบค่าสถิติที (t-test) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม (t=.172 ; p = 0.843) ส่วนหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยความเครียดของกลุ่มทดลองมีค่าเป็น 17.54 ±3.69 และกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 22.07±4.11 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยความเครียดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (t=4.35, p<.01)

ตอนที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาพบว่าก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ย

ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตของกลุ่มทดลองมีค่าเป็น 7.79±2.11 และกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 7.54±2.42 ทดสอบค่าสถิติที (t-test) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม (t=0.465, p=0.498) ส่วนหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเป็น 13.54±2.28 และกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 10.18±3.41 ทดสอบค่าสถิติที (t-test) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (t=5.99, p<0.05)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองละกลุ่มควบคุมมีอายุ ดัชนีมวลกาย และระดับสติปัญญาที่ไม่แตกต่างกัน เพื่อลดความลำเอียงหรือปัจจัยอื่นๆที่จะมีผลต่อตัวแปรตามที่ศึกษา เนื่องจากปัจจัยที่กล่าวมาล้วนส่งผลต่อความสามารถด้านพุทธิปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเครียดของผู้เรียนทั้งสิ้น[10,11] นอกจากนั้นก่อนดำเนินการวิจัยก็ได้ทำการทดสอบความแตกต่างของตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านพุทธิปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเครียดของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม แสดงถึงผลที่จะเกิดจากภายหลังจากการดำเนินการวิจัยนั้นมาจากตัวแปรต้นซึ่งก็คือรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยจัดให้ผู้เรียนนั้นเอง สามารถนำผลการวิจัยมาอภิปรายตามลำดับดังต่อไปนี้

1) ความตั้งใจ (attention) และความจำขณะทำงาน (working memory) เป็นความสามารถเชิงพุทธิปัญญา (cognitive ability) ที่สำคัญในการส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน[12] ในการวิจัยครั้งนี้ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน วัดด้วยจากความถูกต้องและเวลาในการตอบสนองจากการปฏิบัติภาระงานซึ่งเป็นเครื่องมือชนิด Computerize Battery Test ที่สามารถวัดจำนวนข้อที่ถูกต้องเป็นคะแนน (accuracy) และวัดระยะเวลาการตอบสนองในข้อนั้นเริ่มจากเห็นสิ่งเร้าจนถึงการตอบสนองด้วยการกดแป้นพิมพ์ (reaction time) มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที ซึ่งได้ผ่านการหาคุณภาพของเครื่องมือมาแล้ว[9] ภายหลังจากการดำเนินการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองใช้เวลาในการตอบสนองการปฏิบัติภาระงานด้านความตั้งใจน้อยกว่ากลุ่มควบคุมทุกภาระงานและยังพบว่าเวลาในการตอบสนองการปฏิบัติภาระงานนี้ส่วนใหญ่ (9 ใน 14 ภาระงาน) น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนในกลุ่มนี้มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วมากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้เรียนเกิดความเข็งแรงของกระแสประสาทที่ได้มาจากการฝึกฝนในขั้นตอนการสอนแบบ CMEN สอดคล้องกับการศึกษาของ Takeuchi et al.[13] ที่ทำการศึกษากับอาสาสมัครที่เป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัย Sendai ที่ได้รับการฝึกฝนด้วยภาระงานด้านความจำขณะทำงานโดยศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับ white matter ด้วยวิธีการ fractional anisotropy (FA) พบว่า ปริมาณภาระงานด้านความจำขณะทำงานที่ฝึกฝนสัมพันธ์กับ

ปริมาณความหนาของ myelination ของ white matter บริเวณรอบ right prefrontal cortex, intraparietal sulcus และ ส่วนหน้าของ body of the corpus callosum แสดงให้เห็นว่าการฝึกฝนภาระงานด้านความจำขณะทำงานส่งเสริมให้เกิดเกิดความเข็งแรงของกระแสประสาททำให้มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้มีความสามารถทางปัญญาดีขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามมา ส่วนอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งได้แก่ คะแนนความถูกต้องในการตอบสนองพบว่าภายหลังจากการดำเนินการวิจัยนักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบด้านความตั้งใจได้ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมทุกภาระงานและยังพบว่าคะแนนความถูกต้องในการตอบสนองภาระงานด้านนี้ส่วนใหญ่ (8 ใน 14 ภาระงาน) สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการตอบสนองที่ได้รับการฝึกฝนในขั้นตอนการสอนแบบ CMEN

2) ความจำขณะทำงาน (working memory) เป็นตัวแปรสำคัญหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน[5,6,10,12,13] ภายหลังจากการดำเนินการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองใช้เวลาการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานน้อยกว่ากลุ่มควบคุมทุกภาระงาน และยังพบว่าเวลาการตอบสนองของนักเรียนกลุ่มทดลองในการปฏิบัติภาระงานทางด้านการจัดเก็บ (storage) และการปรับปรุงข้อมูล (updating) ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของความจุของความจำขณะทำงาน (working memory capacity; WMC)[14,15] น้อยกว่าเวลาการตอบสนองของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.01$) ซึ่งได้แก่ภาระงาน words span และ n back (ตารางที่ 3) นอกจากนั้นคะแนนความถูกต้องในการตอบสนองในการปฏิบัติภาระงานด้านความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองยังสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกภาระงาน และผลวิจัยพบว่า 7 ใน 14 ภาระงานซึ่งส่วนใหญ่เป็นภารกิจทางด้านการจัดเก็บ (storage) และการปรับปรุงข้อมูล (updating) ของความจำขณะทำงาน ของกลุ่มทดลองมีความถูกต้องสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมี working memory capacity มากกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Uopasai et al.[6,16] เนื่องจากรูปแบบการสอน CMEN มีขั้นตอนการเรียนรู้ซึ่งกระบวนการนั้นได้เอื้อให้ผู้เรียนตั้งใจหรือ concentrate ในสิ่งที่เรียน มีการใช้การ repeating และ practicing ซึ่งทำให้เกิดความเข็งแรงของกระแสประสาทของผู้เรียน ซึ่งส่งผลต่อความสามารถด้านพุทธิปัญญาทั้งความจำขณะทำงานและความตั้งใจของผู้เรียน[17]

3) แบบวัดความเครียดฉบับของกรมสุขภาพจิตเป็นแบบประเมินความเครียดที่พัฒนามาจากโรงพยาบาลสวนปรุง (Suanprung Stress Test 20 [SPST-20]) ซึ่งเป็นแบบประเมินความเครียดมาตรฐานที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดระดับความเครียดที่เหมาะสมกับคนไทย โดยใช้กรอบแนวคิดทางด้านชีวภาพจิตใจและสังคม[18] พบว่าก่อนดำเนินการวิจัยนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเครียดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแม้ว่ากลุ่มทดลองจะมีระดับคะแนนความเครียดที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอยู่เล็ก

น้อยก็ตาม แต่เมื่อสิ้นสุดการวิจัยแล้วพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับคะแนนความเครียดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) ซึ่งหมายถึงการสอนแบบ CMEN ช่วยทำให้นักเรียนมีความผ่อนคลายเนื่องจากรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนสามารถวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการเรียนด้วยตนเอง อยู่ในบรรยากาศการเรียนที่ ผ่อนคลาย ไม่เครียด สอดคล้องกับข้อเสนอของ นัยพินิจ คชภักดี [19] ที่แนะนำการจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้มีลักษณะผ่อนคลายและตื่นตัว และ จินตนาภรณ์ วัฒนธร[7] ที่กล่าวว่าอารมณ์ในทางลบเช่นความเครียดทำให้ผู้เรียนมีความตั้งในในสิ่งเร้าลดลง การไม่ต้องการให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในสิ่งเร้าลดลงต้องจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนตื่นตัว (arouse) การนำเสนอสื่อ กิจกรรมรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจในการเรียนเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามระดับความเครียดที่เกิดขึ้นในนักเรียนทั้งสองกลุ่มยังจัดอยู่ในความเครียดระดับน้อยที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ[18]

4) ภายหลังการดำเนินการวิจัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสอน CMEN สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Jaeggi et al.[20] และ Buschkuehl et al.[21] ที่พบว่าการฝึกความจำขณะทำงานสามารถพัฒนา fluid intelligence (Gf) ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล การสรรค์สร้างนวัตกรรมใหม่ๆ การแก้ปัญหา การคิดในทางนามธรรม และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

รูปแบบการสอน CMEN เมื่อนำมาทดลองใช้กับรายวิชาทางวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนน้ำพองพัฒนศึกษา รัชมังคลาภิเษก อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีอายุยังไม่มากแต่ก็ยังสามารถเพิ่มทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและยังสามารถลดความเครียดของนักเรียนได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2546.
2. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2559.
3. อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง. นครปฐม: ไอ.คิว. บุ๊คเซ็นเตอร์; 2554.
4. Anderson O, Roger, Brandoni, Chira. Neurocognitive theory and constructivism in

science education : review of neurobiological, cognitive and cultural perspectives. Brunei Int Of Sci & Math Edu 2009; 1: 5-9.

6. สุวิทย์ อุปสัย, ทัศนีย์ บุญเติม. ผลการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิด constructivism และ metacognition ร่วมกับความรู้ประสาทวิทยศึกษาศาสตร์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความเข้าใจคำศัพท์วิทยาศาสตร์สุขภาพ.วารสารสมาคมประสาทวิทยาศาสตร์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2558; 10: 19-33.
7. Suwit Uopasai, Tassanee Bunterm, Supaporn Muchimapura , Keow Ngang Tang. The effect of constructivism, metacognition and neurocognitive based teaching model to enhance veterinary medicine students' learning outcomes. Pertanika J Soc Sci & Hum 2018; 26 : 2313 - 31.
8. จินตนาภรณ์ วัฒนธร. การสัมมนาทางวิชาการสรีรวิทยาครั้งที่ 1 เรื่องกลยุทธ์การพัฒนาสมอง :โดย ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับสรีรวิทยาสมาคมแห่งประเทศไทยและชมรมประสาทวิทยาศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ขอนแก่น: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2554.
9. นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างประสาทวิทยศึกษาศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ศึกษา. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา;2553.
10. ทัศนีย์ บุญเติม และคณะ. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะสมองด้านพุทธิปัญญาฉบับภาษาไทย. (เอกสารอัดสำเนา). 2556.
11. Wu N, Chen Y, Yang J, Li F. Childhood obesity and academic performance: the role of working memory. Front Psychol 2017;8:611. Published 2017 Apr 19. doi:10.3389/fpsyg.2017.00611.
12. Tabriz AA, Sohrabi MR, Parsay S, et al. Relation of intelligence quotient and body mass index in preschool children: a community-based cross-sectional study. Nutr Diabete. 2015;5:e176. Published 2015 Aug 10. doi:10.1038/nutd.2015.27.
13. Diane E. Napier. Predicting adolescents' academic achievement: the contribution of attention and working memory.[dissertation]. South Florida: University of South Florida; 2014.
14. Takeuchi H, Atsushi Sekiguchi, Yasuyuki Taki, Sato Suzuki, Ryuta Kawashima.
15. Training of working memory impacts structural connectivity. J Neuroscience 2010; 9:3297-303.
16. Ecker UKH, Lewandowsky S, Oberauer K, Chee AEH. The components of working memory updating: an experimental decomposition and individual differ-

ences. J Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition 2010; 36: 170-89.

17. Zhao X, Zhou R, Fu L. Working memory updating function training influenced brain activity. PLoS One 2013;8:e71063. Published 2013 Aug 27. doi:10.1371/journal.pone.0071063.
18. Uopasai S, Bunterm T, Muchimapura, Tang KN. The effect of working memory training on the behavioral, electrophysiological and achievement change. The Turkish Online Journal of Educational Technology - December 2017; 69: 1861 - 5.
19. Pamela N. Build the brain for reading grades 4 - 12. California. Corwin. 2011.
20. สุจิตรา อู่รัตนมณี, สุภาวดี เลิศสำราญ. ความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้าของนักเรียนวัยรุ่นที่เตรียมตัวสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัย.วารสารการพยาบาลจิตเวชและสุขภาพจิต 2560; 31:78-94.
21. นัยพินิจ คชภักดี. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน : จากภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ โครงการวิจัยชีววิทยาระบบประสาทและพฤติกรรม. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2548.
22. Jaeggi S.M, Buschkuehl M, Jonides J, Perrig WJ. Improving fluid intelligence with training on working memory. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2008; 105: 6829-33.
23. Buschkuehl M, Hernandez-Garcia L, Jaeggi SM, Bernard JA, Jonides J. Neural effects of short-term training on working memory. Cogn Affect Behav Neurosci 2014 ;14:147-60. doi: 10.3758/s13415-013-0244-9.