ผลของการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

Effect of Mindfulness of Breathing Meditation Practice and Binaural Beats on Emotion Regulation: Behavioral and EEG Studies

วีรชัย คำธร[1*] ปรัชญา แก้วแก่น[2] พีร วงศ์อุปราช[2]

Wirachai Kamthorn[1], Pratchaya Kaewkaen[2], Peera Wongupparaj[2]

[1] *Institute of Research and Development, Dhonburi Rajabhat University*

[2] *Cognitive Science and Innovation Research Unit (CSIRU), College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University, Thailand*

บทคัดย่อ

สมาธิมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และผลของการฝึกสมาธิคือการสร้างความสมดุลทางร่างกายและจิตใจที่สมบูรณ์ ดังนั้นในการวิจัยนี้มุ่งพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและการปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์ และเพื่อศึกษาผลของการฝึกปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและการปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์ ด้วยการ (1) เปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์ จากการศึกษาเชิงพฤติกรรมระหว่าง การปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ (2) เพื่อเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์ จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ระหว่างการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ วิเคราะห์ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมองขณะนั่งสมาธิของนิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมการทดลอง มีอายุระหว่าง 18-23 ปี จำนวน 42 คน ประกอบด้วย กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ (*กลุ่มควบคุม*) จำนวน 21 คน และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ (*กลุ่มทดลอง*) จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบรายงานการควบคุมอารมณ์ และเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองระบบ Neuroscan และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยายและสถิติทดสอบที ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ผลการพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์มีความเหมาะสมซึ่งส่งผลต่อการควบคุมอารมณ์ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมอง

2. ผลเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาเชิงพฤติกรรม (1) ก่อนการทดลอง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการควบคุมอารมณ์ พบว่า ด้านความยากลำบากในการควบคุมแรงกระตุ้นในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) หลังการทดลอง เปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์ 6 มิติ พบค่าเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมมากกว่ากลุ่มทดลอง

3. ผลเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง (1) การปฏิบัติสมาธิในกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองคลื่นเธต้า (Theta) ช่วงเวลาพื้นฐาน (Baseline) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด FZ TP7 CP1 (2) การปฏิบัติสมาธิในกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจและกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองคลื่นอัลฟ่า (Alpha) ช่วงเวลาพื้นฐาน (Baseline) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด (N/A) อธิบายคือไม่พบผลกระตุ้นจากการปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธี

สรุปการฝึกสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคลื่นเธต้าแต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคลื่นอัลฟ่า

คำสำคัญ: สมาธิ, ไบนิวรอลบีทซ์, คลื่นไฟฟ้าสมอง, การควบคุมอารมณ์

**Corresponding author. E-mail: wirachai.k@dru.ac.th*

ABSTRACT

Meditation is very important to human life. It creates physical and mental balancing. This research, therefore, aimed to develop mindfulness on breathing along with listening to binaural beats, and to study the effect of the proposed method on emotional control. The effect of the proposed method was compared with the normal mindfulness on breathing (control group) by considering on the emotion regulation score and the EEG power spectrum. Forty-two volunteer students, aged 18-23 years old, participated in this study. All of them were randomly assigned into two groups; 21 students in experimental group and 21 students in control group. The students in experimental group was trained to follow the mindfulness on breathing along with listening to binaural beatsand control group practiced the normal mindfulness on breathing meditation. The research instruments consisted of an emotion regulation self-assessment and EEG recording in Neuroscan system. The descriptive statistics and *t*-test were analyzed in this study.

The research results show that:

1. The mindfulness on breathing along with listening to binaural beats and normal mindfulness on breathing meditation significantly effected on emotion regulation scores and also changing in brain waves.

2. The results on emotional regulation showed that (1) there was significantly different on impulse control difficulties scores between 2 groups in pre-experimental stage, (2) the students in control group demonstrated significantly higher emotional regulation scores in 6 aspects after completing practicing period.

3. The result on EEG waves in post test showed that (1) there were significant different in theta wave at three points of electrodes in baseline stage, including FZ, TP7 and CP1, (2) both groups did not present difference in alpha wave at baseline stage.

In conclusion, the mindfulness on breathing meditation with binaural beats does not have an effect on the changing of theta and alpha wave.

Keywords: meditation, binaural beats, brain wave, emotion regulation

ความนำ

การปฏิบัติสมาธินั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาให้เข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้องเพราะมีความสำคัญต่อผู้ปฏิบัติทำให้ผู้ปฏิบัติได้รับประโยชน์หลายประการ ดังปรากฏหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ คือ สมาธิมีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมองเมื่อคลื่นไฟฟ้าสมองเปลี่ยนแปลงเป็นคลื่นแบบเธต้า (ความถี่ 4-7.9 เฮิร์ตซ์) ช่วยให้ร่างกาย จิตใจผ่อนคลาย เป็นผลดีต่อชีวิตและสุขภาพ สามารถบำบัดโรคบางอย่างได้ เช่น โรคความดันโลหิตสูง และโรคซึมเศร้าความวิตกกังวลความเครียดในการเรียน (ปฐมพร โพธิ์ถาวร และสาวิตรี วงค์ประดิษฐ์, 2560) การทำสมาธิอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานเป็นผลดีต่อการทำงานของสมอง (Cahn & Polich, 2009) อีกทั้งการทำสมาธิทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองเมื่อใช้วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองแบบอีอาร์พี (ERP) โดยคลื่น P300 ซึ่งเป็นคลื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสติปัญญาเริ่มต้น คือ ความใส่ใจ (Attention) พบความบกพร่องของความใส่ใจจดจ่อ โดยเฉพาะการลดลงของความสูงของคลื่น (Sarang & Telles, 2006) มีหลักฐานที่ปรากฏว่าการปฏิบัติสมาธิเจริญสติมีความสัมพันธ์กับการรักษาอาการวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้า (Perich, Manicavasagar, Mitchell, & Ball, 2013) โดยประเภทของการเจริญสติที่แตกต่างกันมีผลต่อการไหลเวียนของเลือดในสมองแตกต่างกัน โดยศึกษาด้วยเทคนิคภาพถ่ายรังสีสมองด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (fMRI) (Wang et al., 2011) นอกจากนี้การฝึกอบรมการเจริญสติเป็นการเสริมสร้างการจัดการตนเองของอาการเจ็บป่วยทางจิต อาการความเมื่อยล้าจากความคิดเรื่องต่าง ๆ ในศาสตร์การแพทย์แผนจีนได้อธิบายถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของร่างกายด้วยการฝึกอบรมเจริญสติ (Lo, Ng, Chan, Lam, & Lau, 2013) เป็นการผ่อนคลายผ่านทางสมอง (Rosenkranz et al., 2013) ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติเกิดความรู้สึกพร้อมรู้ตัวของการรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง (Koole, Govorun, Cheng, & Gallucci, 2009) มีผลทางสรีรวิทยาซึ่งเป็นการวัดการทำงานในร่างกายพบว่า ความเครียด อาการปวดศีรษะไมเกรน และอัตราการเต้นของหัวใจ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลมาจากวิธีการปฏิบัติสมาธิแบบมีสติ ในปัจจุบันนั้นได้มีเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการปรับความเครียด ความเครียด (Stress) คือผลรวมของปฏิกิริยาตามธรรมชาติของมนุษย์ ที่เกิดขึ้นเมื่อต้องเผชิญกับปัญหา การเปลี่ยนแปลง หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ความเครียดที่เหมาะสม (Eustress) จะกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวแก้ไขปัญหา แต่ความเครียดที่มากเกินไปเป็นผลเสียต่อร่างกาย และจิตใจ เกิดความไม่สบายใจ (Distress) ทำให้เกิดอาการต่าง ๆ ทำให้ปรับตัวไม่ได้เช่น ใช้พลังงานจากการกระตุ้นคลื่นเสียงการเหนี่ยวนำคลื่นสมอง (Brainwave entrainment) เป็นการนำคลื่นที่มีความถี่จำเพาะในการกระตุ้นสมอง เพื่อให้

เกิดการเหนี่ยวนำของคลื่นสมองตามคลื่นที่กระตุ้นนั้น คลื่นที่ใช้อาจเป็นคลื่นเสียง ได้แก่ ไอโซโครนิคโทน (Isochronic tones) โมนิวรอลบีทซ์ (Monaural beats) หรือไบนิวรอลบีทซ์ (Binaural beats)

การกระตุ้นไบนิวรอลบีทซ์ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมอง และการควบคุมไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอารมณ์ความรู้สึก (López-Caballero & Escera, 2017) จุดเริ่มต้นของไบนิวรอลบีทซ์ในสมอง เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงบริเวณนิวเคลียสในระบบสมอง ข้อมูลความถี่ที่ส่งผ่านไปยังระบบประสาทส่งไปยังโครงข่ายของระบบสมอง ไบนิวรอลบีทซ์ สามารถได้ยินเสียงที่ความถี่ต่ำได้อย่างง่าย ความถี่ที่เกิดขึ้นคือลักษณะของสเปกตรัมคลื่นสมอง มีการเชื่อมโยงกันภายในระบบประสาทส่วนกลางไขว้กันเหมือนโครงข่ายแสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของการกระตุ้นเยื่อหุ้มสมอง การศึกษาชี้ชัดว่า มีการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองในช่วงระยะเวลาแรกเริ่มของการกระตุ้นมีคลื่นไฟฟ้าสมองระดับเดลต้า (Delta) เพิ่มขึ้นและในระยะท้ายมีคลื่นไฟฟ้าสมองระดับอัลฟ่า (Alpha) ลดลง การเพิ่มการเปลี่ยนแปลงของคลื่นเดลต้า บ่งชี้ว่า การกระตุ้นเยื่อหุ้มสมองลดลง การกำหนดเปลี่ยนระยะเวลาของสิ่งเร้าแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ลึกขึ้นของการผ่อนคลายเพิ่มขึ้น และเข้าสู่การหลับเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของสติมีการเชื่อมโยงกับคลื่นไฟฟ้าสมองระดับเดลต้าที่เพิ่มขึ้น (Atwater, 2009) การกระตุ้นคลื่นสมองด้วยคลื่นความถี่ที่ต้องการเป็นการสร้างภาวะทางอารมณ์การตื่นตัวหรือเสริมสร้างศักยภาพสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าและไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอารมณ์ความรู้สึก เช่น การกระตุ้นด้วยคลื่นความถี่เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ระหว่างการนอนโดยมีจังหวะไบนิวรอลบีทซ์คลื่นความถี่ที่ 2-8 Hz พบว่า การกระตุ้นการได้ยินเสียงด้วยคลื่นความถี่มีผลเชิงบวกต่อการนอนหลับและการตื่นนอนที่มีคุณภาพ (Abeln, Kleinert, Struder, & Schneider, 2014) ทั้งนี้เมื่อนำเสนอโทนเสียงความถี่ 250 Hz ที่หูข้างซ้าย และนำเสนอ 256 Hz พร้อมกันไปที่หูข้างขวา แอมพลิจูดที่มีอัตราความถี่ 6 Hz คือ สมองรับรู้ นอกจากความแตกต่าง ใน 2 เสียง หมายถึงเสียงของผู้ให้บริการซึ่งเป็นเสียงต่ำของ 2 เสียง ยังมีส่วนร่วมในการรับรู้จังหวะหนึ่ง ในการศึกษาครั้งแรกการรับรู้ของจังหวะที่แตกต่างกันของสัญญาณ แนะนำว่าผู้ให้บริการความถี่กลางที่ 440 เฮิร์ตซ์ อำนวยความสะดวกในการรับรู้จังหวะที่กว้างที่สุดเมื่อเทียบกันเพื่อลดระดับเสียงของความถี่ และความถี่ที่สูงขึ้นซึ่งอำนวยความสะดวกช่วงที่แคบลง (Miller & Licklider, 1950) ไบนิวรอลบีทซ์ทำให้เกิดผลที่น่าสนใจเรียกว่า ความถี่ ผลกระทบนี้ (Moushegian, Rupert, & Stillman, 1973) สามารถกระตุ้นสมอง กิจกรรมที่สอดคล้องกับจังหวะการรับรู้กระบวนการของการประสานกิจกรรมสมองกับจังหวะการรับรู้เรียกว่า ไบนิวรอลบีทซ์ (Wahbeh, Calabrese, & Zwickey, 2007) มีการศึกษาหลายเรื่องดำเนินการตรวจสอบผลกระทบนี้ และได้พยายามตรวจสอบตำแหน่งของสมองโดยการฝึกไบนิวรอลบีทซ์ (Binaural beats) เป็นต้น การศึกษานี้มุ่งกระตุ้นการเกิดสมาธิ 2 วิธี ด้วยการกำหนดนับลมหายใจและการฟังไบนิวรอลบีทซ์ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเกิดสมาธิทั้งภายในและภายนอกเป็นสำคัญจากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าว ดังนั้นในการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์ และศึกษาผลวิธีปฏิบัติสมาธิดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์
2. เพื่อศึกษาผลของการฝึกปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์

2.1 เพื่อเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาเชิงพฤติกรรม ระหว่าง การปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ระหว่าง การปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาผลของการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดจากศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ โดยบูรณาการจากทั้งสามศาสตร์สาขา คือ แนวคิดทางพระพุทธศาสนา (Buddhism's) แนวคิดจิตวิทยาทางปัญญา (Cognitive psychology) และแนวคิดการทำงานของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับ สรีรวิทยา ระบบประสาท (Physiology of the nervous system: Brain function) จากการบูรณาการแนวคิดทั้งสามดังกล่าวนี้ ทำให้ได้โปรแกรมการฝึกสมาธิ (Meditation programs) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางของเซลล์ประสาทในสมอง กระบวนการทางปัญญา และการรับรู้สติ

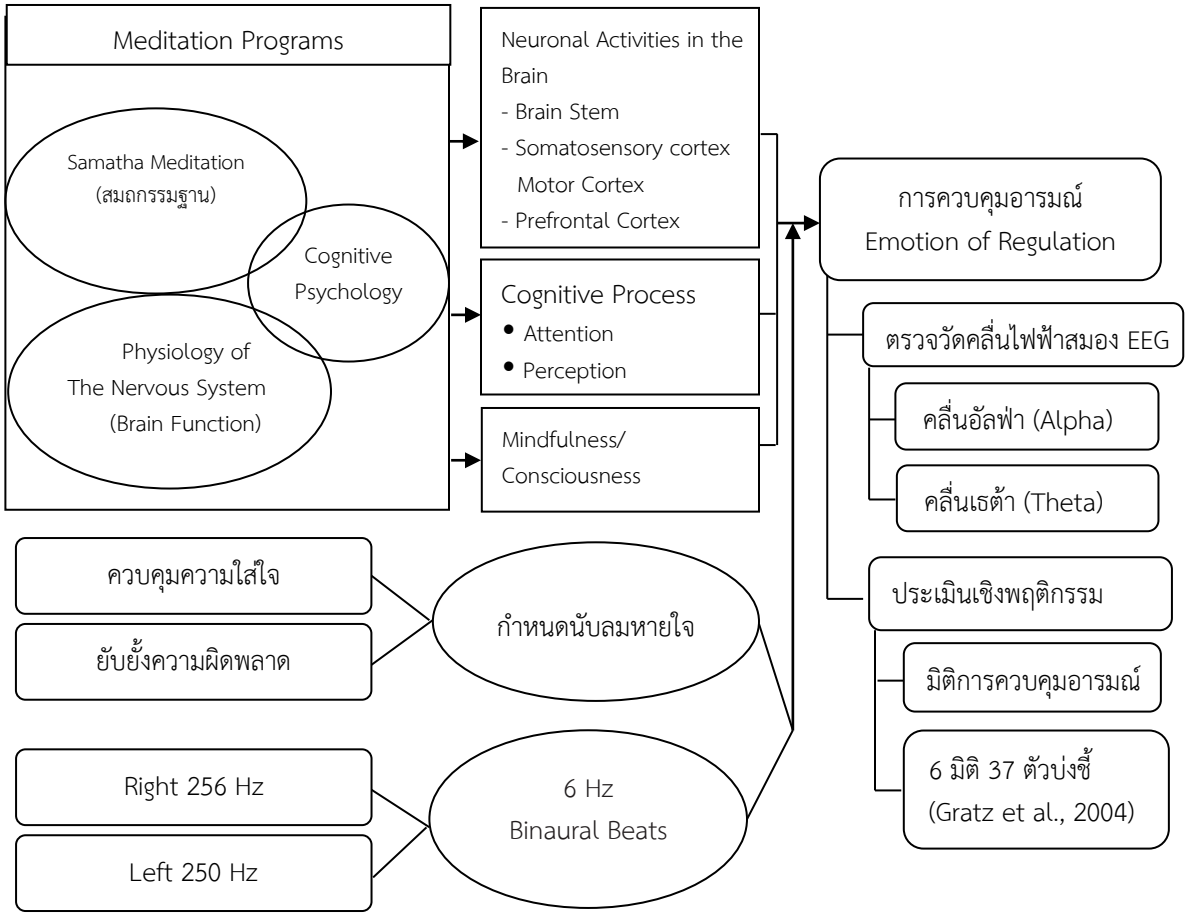
การพัฒนาวิธีการฝึกสมาธิแบบนับลมหายใจอยู่บนแนวคิดพื้นฐานของการศึกษาวิจัยในอดีต คือ การศึกษาการทดสอบความใส่ใจแบบมุ่งเน้น (Focus attention) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและได้มาตรฐาน ได้แก่ (1) ความควบคุมตนเองด้วยการให้นั่งสมาธิในระยะเวลานาน ๆ (2) การทำอักษรสองตัวด้านบนและอักษรสองตัวด้านล่าง โดยได้รับคำสั่งให้ตัดอักษร ที่มีตัวอักษร D ด้วยการให้ทำเครื่องหมายไว้ ทำให้ได้มากที่สุด (3) การทำอักษรไขว้ตัวอักษรเพื่อให้มีความเข้มข้นในการควบคุมตนเอง (Hagger, Wood, Stiff, & Chatzisarantis, 2010) การควบคุมความใส่ใจ ด้วยวิธีการแยกแยะตัวอักษรที่มีขนาดแตกต่างกันด้วยวิธีการแยกแยะอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีการยับยั้งเนื่องจากผู้เข้าร่วมต้องยับยั้งจากการกระตุ้นที่มองเห็น การทำอย่างรวดเร็วไม่ให้ผิดพลาด เป็นการควบคุมความใส่ใจ ลักษณะดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสบการณ์การทำสมาธิเป็นเวลานาน ๆ (Moore & Malinowski, 2009) จุดเน้นของการควบคุมอารมณ์ ในการศึกษานี้ คือ การควบคุมความใส่ใจ ด้วยการนับลมหายใจเป็นคู่ ๆ นับไปถึงคู่ที่ 5 เริ่มนับใหม่ เพื่อให้เกิดการยับยั้ง การนับเกินหรือการนับผิดพลาด เป็นต้น (Friese, Messner, & Schaffner, 2012)

ความสัมพันธ์ระหว่างสมองกับการทำสมาธิ มีพื้นฐานมาจากโครงสร้างและหน้าที่สมองที่ประกอบแด้วยเซลล์ประสาทจำนวนมาก แต่ละเซลล์นั้นได้สร้างกระแสไฟฟ้าซึ่งรวมกันแล้วทำให้เกิด คลื่นสมองซึ่งเปลี่ยนไปตามความเปลี่ยนแปลงของจิตใจหรือของอารมณ์ ในปัจจุบันมีการกระตุ้นไบนิวรอลบีทซ์ (Binaural beats) เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมอง และการควบคุมไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอารมณ์ความรู้สึก (López-Caballero & Escera, 2017) ต้นกำเนิดของไบนิวรอลบีทซ์มีต้นกำเนิดมาจากนิวเคลียสในระบบสมอง ข้อมูลความถี่ที่ส่งผ่านไปยังระบบประสาทส่งไปยังใยตาข่ายของระบบสมอง ไบนิวรอลบีทซ์ สามารถได้ยินเสียงที่ความถี่ต่ำได้อย่างง่าย คือลักษณะของสเปกตรัมคลื่นสมอง มีการเชื่อมโยงกันภายในระบบประสาทส่วนกลาง ไขว้กันเหมือนใยตาข่ายแสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของการกระตุ้นเยื่อหุ้มสมอง การศึกษาชี้ชัดว่ามีการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองในช่วงระยะเวลาแรกเริ่มของการกระตุ้นมีคลื่นไฟฟ้าสมองระดับเดลต้า (Delta) เพิ่มขึ้น และในระยะท้ายมีคลื่นไฟฟ้าสมองระดับอัลฟ่า (Alpha) ลดลง การเพิ่ม

การเปลี่ยนแปลงของคลื่นเดลต้าบ่งชี้ว่าการกระตุ้นเยื่อหุ้มสมองลดลง การกำหนดเปลี่ยนระยะเวลาของสิ่งเร้าแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ลึกขึ้นของการผ่อนคลายเพิ่มขึ้น และเข้าสู่การหลับ เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของสติมีการเชื่อมโยงกับคลื่นสมองระดับเดลต้าที่เพิ่มขึ้น (Atwater, 2009)

การศึกษาเกี่ยวกับไบนิวรอลบีทซ์ เช่น การศึกษาการล้มเหลวในการเพิ่มประสิทธิภาพพลังคลื่นไฟฟ้าสมองและการเร้าอารมณ์ด้วยจังหวะคลื่นความถี่ของสองเสียงที่มีความถี่แตกต่างกันเล็กน้อยนำเสนอพร้อมกันที่หูทั้งสองข้าง (373 Hz และ 407.49 Hz) ซึ่งเสียงจังหวะที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับความแตกต่างของความถี่ (34.49 Hz) มีการกำหนดเงื่อนไขไบนิวรอลบีทซ์ด้วยความถี่ในช่วงของคลื่นไฟฟ้าสมอง แกมม่า (Gamma) นำเสนอต่อหูข้างหนึ่งในขณะที่หูฟังอีกข้างกำหนดคลื่นความถี่ที่ 407.49 เฮิร์ตซ์ โดยจังหวะความถี่สอดคล้องกับความถี่ (34.49 Hz) ที่สร้างขึ้นในการได้ยิน ส่วนตัวแบบทดลองกำหนดเวลา 90 วินาที เสียง 180 วินาที ความถี่ 90 วินาที วิเคราะห์พลังงานคลื่นความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง (López-Caballero & Escera, 2017)

การกำหนดเสียงที่มีคลื่นความถี่ต่ำ ไบนิวรอลบีทซ์ เป็นการกระตุ้นคลื่นสมองด้วยคลื่นความถี่ที่ต้องการ เพื่อสร้างสภาวะการควบคุมทางอารมณ์ ความรู้สึกตื่นตัว การเสริมสร้างศักยภาพสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้า และการควบคุมไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอารมณ์ความรู้สึกอื่น เช่น การกระตุ้นด้วยคลื่นความถี่ต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ระหว่างการนอนโดยมีจังหวะไบนิวรอลบีทซ์คลื่นความถี่ที่ 2-8 Hz ชี้ชัดว่า การกระตุ้นการได้ยินเสียงด้วยคลื่นความถี่ต่ำมีผลเชิงบวก ซึ่งพบผลดีต่อการนอนหลับและการตื่นนอนที่มีคุณภาพ (Abeln et al., 2014) ทั้งนี้ผลกระทบของการใช้คลื่นความถี่เพื่อลดความวิตกกังวลก่อนผ่าตัดภายหลังให้ยาชาเป็นเวลา 10 นาที โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการฟังเสียงคลื่นความถี่ที่ระดับ 200 Hz สำหรับหูข้างซ้าย และ 209.3 Hz สำหรับหูข้างขวา ไม่มีการดูแลเป็นพิเศษ ได้มีการบันทึกความวิตกกังวลอีกครั้ง และถูกถอนฟันออกไปตามปกติ ระดับความวิตกกังวลในกลุ่มควบคุมไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนในกลุ่มทดลองพบว่า ลดความวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าการให้คลื่นความถี่ที่ระดับ 200 Hz สำหรับหูข้างซ้าย และ 209.3 Hz ทำให้เกิดประโยชน์ช่วยลดความวิตกกังวลก่อนการผ่าตัดในทางทันตกรรม (Isik, Esen, Buyukerkmen, Kilinc, & Menziletoglu, 2017) เป็นต้น ดังนั้นจึงสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. การปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ทำให้การควบคุมอารมณ์จากในกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับแบบไบนิวรอลบีทซ์ มีความแตกต่างกันแตกต่างกัน

2. การปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ทำให้คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับแบบไบนิวรอลบีทซ์ มีความแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) ผู้วิจัยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา กำหนดขนาดตัวอย่างด้วยการคำนวณโดยใช้โปรแกรม G Power 3.1.9.2 สำหรับ Windows กำหนดค่า อำนาจจำแนกความแตกต่างที่ระดับร้อยละ 80 ระดับความน่าจะเป็นที่ 0.05 ใช้สถิติที (*t*-test) และกำหนดขนาดอิทธิพลระดับสูง 0.08 ในการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2555, หน้า 74-80) ผลการคำนวณได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 21 คน ต่อกลุ่ม รวม 2 กลุ่ม รวมทั้งหมด 42 คน หลังจากนั้นทำการสุ่มแบ่งเข้ากลุ่มด้วยวิธีจับฉลาก (Random assignment) แบ่งเข้ากลุ่ม คือ (1) กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจ และ (2) กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ แบบไม่คืนที่ กลุ่มละ 21 คน รวมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 42 คน

แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) ศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มเข้ากลุ่ม ทดสอบก่อนและหลัง (Pretest-posttest control group design) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง (Christensen, Johnson, & Turner, 2011, pp. 241-242) ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

สุ่ม	Pretest	กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง	วิธีปฏิบัติสมาธิ	Posttest
R	O_1	E_1	X_1	$O_{1,2}$
	O_1	E_2	X_2	$O_{1,2}$
			เวลา 45 นาที	

จากตารางที่ 1 อธิบายความหมายของสัญลักษณ์ คือ

E_1 แทน กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ

E_2 แทน กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

O_1 แทน การวัดเชิงพฤติกรรมด้วยแบบรายงานการควบคุมอารมณ์

O_2 แทน การวัดเชิงพฤติกรรม และวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG)

X_1 แทน วิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ

X_2 แทน วิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

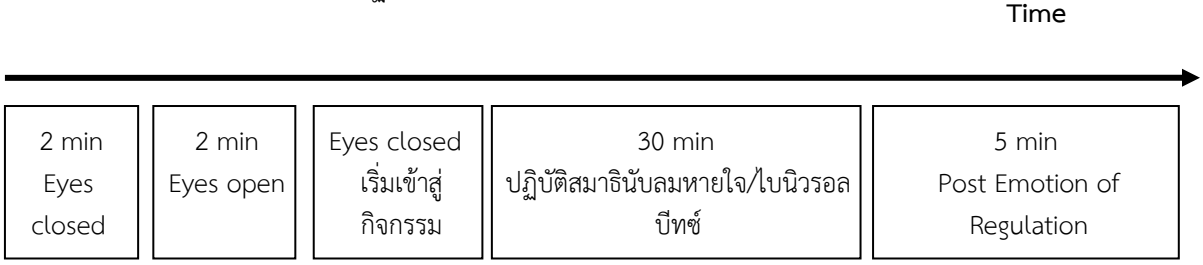
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ คู่มือวิธีปฏิบัติสมาธิ แบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ แบ่งวิธีปฏิบัติสมาธิเป็น 2 วิธี คือ (1) วิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และ (2) วิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบิทซ์

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ เครื่องมือแบบรายงานการควบคุมอารมณ์ แปลเครื่องมือวิจัยโดยใช้เทคนิคการแปลย้อนกลับ (Backward to ward) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ด้วยการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) เท่ากับ 1.00 รวมทั้งการหาคุณภาพเครื่องมือแบบรายงานการควบคุมอารมณ์ ด้วยการทดลองใช้ (Try out) ประชากรที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน (Cronbach's Alpha Coefficient) มีคุณภาพเครื่องมือ ค่าความเที่ยง = .938 และกระบวนการควบคุมอารมณ์เชิงพฤติกรรม ค่าความเที่ยง = .824

การดำเนินการทดลอง

กระบวนการทดลองในห้องปฏิบัติการกำหนดขั้นตอนของการทดลองดังนี้



ภาพที่ 2 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง (พัฒนาจาก Jirakittayakorn & Wongsawat, 2017)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการทดลองออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะก่อนการทดลอง ระยะทดลอง และระยะหลังการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

1. ระยะก่อนทดลอง

1.1 ผู้วิจัยทำหนังสือถึงนิสิต ผู้สมัครใจ เพื่อขอความอนุเคราะห์เข้าร่วมโครงการ

1.2 ผู้วิจัยพบนิสิต เพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการทำวิจัย หาอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย และให้นิสิตที่อาสาสมัครกรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลและแบบประเมินเพื่อคัดกรองอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด

1.3 เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยคัดเลือกอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.4 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Random assignment) เข้ากลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม

1.5 ชี้แจงขั้นตอนการทำวิจัยและกำหนดตารางการนัดหมายเพื่อฝึกซ้อม และอธิบายวิธีการเตรียมตัวก่อนเริ่มการปฏิบัติตาม วิธีปฏิบัติสมาธิ แบบนับลมหายใจในกลุ่มทดลอง และวิธีปฏิบัติสมาธิแบบไบนิวรอลบิทซ์ พร้อมทั้งนัดวันเวลาในการดำเนินการทดลอง

1.6 เตรียมพร้อมเครื่องมือสำหรับการวัดคลื่น EEG

2. ระยะทดลอง ดำเนินการดังนี้

2.1 ประเมินกระบวนการการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมอง ได้แก่ ตรวจสอบการวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง EEG ภายหลังฝึกปฏิบัติสมาธิ 2 วิธี หลังปฏิบัติได้ 7 วัน เพื่อศึกษาการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

2.2 ระยะเวลาในการปฏิบัติสมาธิ หรือการฝึกปฏิบัติสมาธิ มีความใกล้เคียงกับระยะเวลา การปฏิบัติของนักวิจัยในอดีต เช่น Chen et al. (2012) ระยะเวลาปฏิบัติใกล้เคียงกับแนวคิดการฝึกสมาธิ 5 วัน วันละ 20 นาที ทำให้กลุ่มเป้าหมายมีความใส่ใจเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมทั้งนี้การฝึกอบรมระยะเวลาสั้น ๆ จำนวน 5 วัน ในระหว่างที่ฝึกผู้นำการฝึกจะตอบข้อคำถาม สังเกตใบหน้า และอากัปกิริยาร่างกาย ประเมินอาการกระสับกระส่ายกับวิธีปฏิบัติสมาธิ ทั้งนี้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมการมีสมาธิ การเข้าถึงสถานะที่สมดุลของจิตใจ ด้วยการชี้นำของผู้นำการฝึกอบรม ด้วยการสอนให้ผู้ปฏิบัติผ่อนคลายปรับลมหายใจ และการใช้จิตภาพเพราะวิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ฝึกใหม่หรือมือใหม่ (Tang et al., 2007)

กลุ่มนิสิตปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ กำหนดกิจกรรมดังนี้

ตารางที่ 2 กำหนดกิจกรรมการปฏิบัติสมาธิ แบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

วัน	เวลา	กิจกรรม*
วันที่ 1	ช่วงที่ 1 (1-2 min)	ลงทะเบียน
	ช่วงที่ 2 (3-10 min)	เตรียมชี้แจงการเข้าร่วมโครงการ/สุ่มจับฉลากเข้ากลุ่ม /ตอบแบบรายงานการควบคุมอารมณ์ ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
	ช่วงที่ 3 (1-30 min)	เริ่มปฏิบัติสมาธิโดยแบ่งตามกลุ่ม ใช้เวลา 30 นาที
วันที่ 2-7	ช่วงที่ 1 (1-2 min)	ลงทะเบียน
	ช่วงที่ 2 (3-10 min)	เตรียมพร้อม/ย้ำเตือนวิธีปฏิบัติ/สอบถามความพร้อมของร่างกายและจิตใจ/
	ช่วงที่ 3 (1-30 min)	กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจและกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์
วันที่ 8	ทดลอง (1-50 min)	จัดเตรียมชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคลื่น EEG ขณะปฏิบัติและตอบแบบรายงานการควบคุมอารมณ์

* กิจกรรมการปฏิบัติสมาธิ ปรับจาก Chen et al. (2012)
การฝึกสมาธิ 5 วัน ๆ ละ 20 นาที ทำให้ความใส่ใจเพิ่มขึ้น (Tang et al., 2007)

2.3 ห้องปฏิบัติการและการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

ห้องปฏิบัติการฝึกสมาธิ มีการจัดสภาพแวดล้อมของปฏิบัติ ผู้วิจัยคำนึงถึงความเงียบสงบของ สภาพอากาศเย็นสบาย ควบคุมอุณหภูมิห้องด้วยเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นั่งปฏิบัติบนเก้าอี้ สภาพบรรยากาศภายในห้องไม่อึดอัด มีความรู้สึกผ่อนคลาย

ภาพที่ 3 กลุ่มตัวอย่างถูกจัดกระทำการฝึกสมาธิ 2 วิธี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มแตกต่างกัน

จากภาพที่ 3 แสดงการจัดเตรียมสถานที่ หรือการจัดเตรียมสภาพห้องฝึกปฏิบัติสมาธิ ผู้วิจัยเลือกห้องปฏิบัติสมาธิที่เงียบ ไม่มีเสียงรบกวน อากาศเย็นสบาย มีเครื่องปรับอากาศภายในห้อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการ จากเจ้าหน้าที่หอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อใช้สำหรับฝึกนิสิตทั้งสองกลุ่มให้ครบเวลาตามจำนวน 42 คน และปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธีจนกว่าจะครบตามจำนวนคาบเวลา คือ 7 คาบ ๆ ละ 30-50 นาที

การใช้ห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม หลังการปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติสมาธิ และทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EEG โดยใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองระบบ Neuroscan ใช้โปรแกรม STIM^2 ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างกิจกรรมการทดลอง และโปรแกรม Curry Neuroimaging Suit 7.0 สำหรับกรองสัญญาณ ใช้เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าสมอง SynAmps RT 64-channel Amplifier จ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุดที่แรงดัน +-10 โวลท์ (+-10 VDC) ที่ปริมาณกระแสไฟฟ้า 100 มิลลิแอมป์ สามารถปรับอัตราการสุ่มความถี่ (Sampling rate) ได้สูงสุด 20,000 Hz ใช้เป็นเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ส่วนเครื่องมือวัดเชิงพฤติกรรมใช้เครื่องมือวัดเป็นแบบสอบถามเป็นเครื่องมือวัดตัวแปรตามงานงานวิจัยนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์การพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือคู่มือปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์ จากการศึกษาเชิงพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการควบคุมอารมณ์กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ โดยใช้สถิติทดสอบ ค่าที สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Simple *t*-test)

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ โดยการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองเธต้า (Theta) และคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่า (Alpha)

ผลการวิจัย

ประการที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์

ผลของการพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิ 2 วิธี โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา = 1.00 ผู้วิจัยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (1) มีผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรม คือ หลังจากกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธี ส่งผลให้คะแนนค่าเฉลี่ยการควบคุมอารมณ์ลดน้อยลง (2) การปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมอง คลื่นเธต้า (Theta) และคลื่นอัลฟ่า (Alpha) โดยมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ประการที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาเชิงพฤติกรรมระหว่าง การปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

2.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

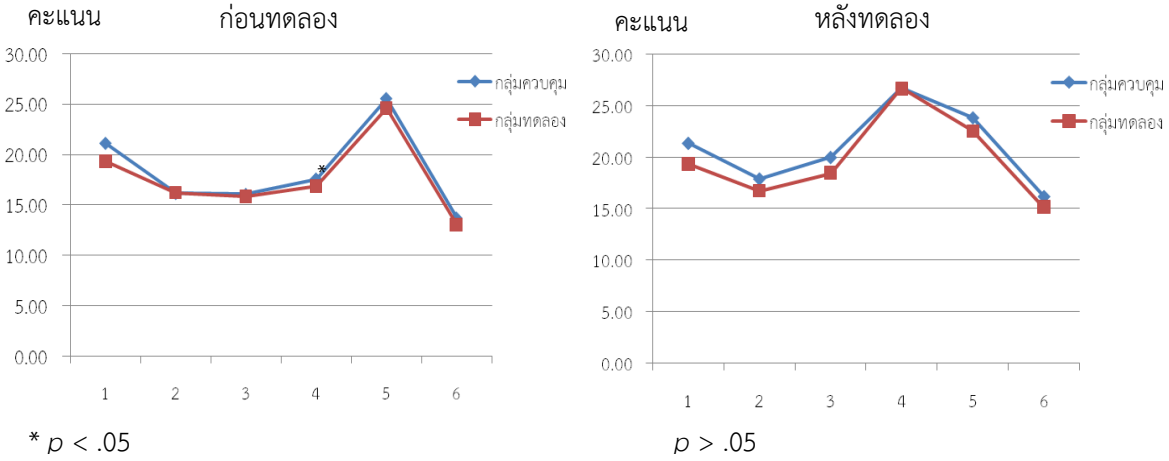
ผู้เข้าร่วมการทดลอง มีอายุระหว่าง 18 ปี ถึง 23 ปี ส่วนใหญ่มีอายุ 21 ปี (ร้อยละ 38.1) ศึกษาชั้นปีที่ 1-4 ส่วนใหญ่เป็นชั้นปีที่ 3 (ร้อยละ 64.3) สังกัดคณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ (ร้อยละ 42.9) มีประสบการณ์ปฏิบัติสมาธิ (ร้อยละ 69.0) และปฏิบัติสมาธิต่อครั้ง 1-30 นาที/ครั้ง (ร้อยละ 78.6)

2.2 ก่อนการทดลอง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการควบคุมอารมณ์

ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง การควบคุมอารมณ์ด้านการตอบสนองต่อความรู้สึกที่ไม่อยากให้เกิดขึ้น ด้านความยากลำบากกำหนดพฤติกรรมไปสู่เป้าหมาย ด้านการขาดตระหนักรู้ด้านอารมณ์ ด้านการจำกัดการเข้าถึงการควบคุมอารมณ์ และด้านขาดความชัดเจนทางอารมณ์ ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้พบว่า ด้านความยากลำบากในการควบคุมแรงกระตุ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 หลังการทดลอง เปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์

การควบคุมอารมณ์ 6 มิติ พบค่าเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมมากกว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งอธิบายได้ว่า หลังจากปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธีส่งผลดีต่อการควบคุมอารมณ์ ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยการควบคุมอารมณ์ใน 6 มิติ ลดน้อยลง การปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธี ส่งผลให้สามารถควบคุมอารมณ์ได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งอธิบายได้ว่า หลังการทดลอง ด้วยวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ส่งผลดีต่อการควบคุมอารมณ์ทำให้การควบคุมอารมณ์ลดน้อยลงไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนการควบคุมอารมณ์ 6 มิติ ก่อน-หลัง การทดลอง

2.4 กระบวนการควบคุมอารมณ์เชิงพฤติกรรม

ก่อนทดลอง กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ มีกระบวนการควบคุมอารมณ์น้อยกว่า กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ทั้งนี้ หลังการทดลอง กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบนับลมหายใจมีกระบวนการควบคุมอารมณ์เชิงพฤติกรรมมากกว่ากลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

ประการที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ระหว่างการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

3.1 เปรียบเทียบพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองคลื่นเธต้า (Theta) พบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วงเวลาพื้นฐาน (Baseline) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด FZ TP7 CP1 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพลังงาน พบว่า กลุ่มควบคุมมากกว่า กลุ่มทดลองที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด FPZ FZ FCZ CZ CPZ ส่วนตำแหน่งอิเล็กโทรด PZ และ POZ พบกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

3.2 เปรียบเทียบพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองคลื่นอัลฟ่า (Alpha) ไม่พบที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดใด (N/A) ที่เกิดการกระตุ้นจากการปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองคลื่นอัลฟ่า (Alpha) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด FPZ FZ FCZ CZ CPZ PZ และ POZ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติสมาธิ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองพบว่า กลุ่มทดลองมีพลังงานคลื่นไฟฟ้าอัลฟ่า (Alpha) มากกว่ากลุ่มควบคุม

การอภิปรายผล

ประการที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ที่มีต่อการควบคุมอารมณ์

การพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิมีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา = 1.00 เมื่อนำไปใช้พบผลดีคือ (1) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรม คือ คะแนนค่าเฉลี่ยการควบคุมอารมณ์ลดลง และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองคลื่นเธต้า (Theta) และคลื่นอัลฟ่า (Alpha) ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าการพัฒนาวิธีปฏิบัติสมาธิและระยะเวลาในการฝึก คือ 7 คาบ ส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งร่างกายและจิตใจ สอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกสมาธิ 1-7 คาบ (19.55-20.35 น.) ส่งผลต่อความดันเลือดลดลงมากขึ้นหลังการทดลองในกลุ่มทำสมาธิมากกว่าในกลุ่มควบคุมอีกทั้งความวิตกกังวลอยู่ในระดับปานกลางมีความสัมพันธ์กับผลการทำสมาธิสูงสุด (Chen et al., 2012)

ประการที่ 2 ผลเปรียบเทียบการควบคุมอารมณ์จากการศึกษาเชิงพฤติกรรม (1) ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยการควบคุมอารมณ์ ด้านความยากลำบากในการควบคุมแรงกระตุ้น ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 และ (2) หลังการทดลอง การควบคุมอารมณ์ 6 มิติ พบค่าเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมมากกว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งอธิบายได้ว่า การปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรม เช่น การตระหนักรู้ในตนเอง การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถทางสมอง ความตระหนักรู้ในตนเอง และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ หลังเข้าร่วมการฝึกสมาธิตามรูปแบบที่กำหนด กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ความสามารถทางสมอง คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ในตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการฝึกสมาธิตามแนวสติปัฏฐาน 4 มีผลต่อการพัฒนาความสามารถทางสมองช่วยฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล สร้างเสริมความตระหนักรู้ในตนเอง อันเป็นลักษณะพึงประสงค์ของการเรียนรู้ในทศวรรษที่ 21 (ศุภวรรณ ธนุภาพรังสรรค์ และมาลีวัล เลิศสาครศิริ, 2559)

ประการที่ 3 กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ พบผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าเธต้า (Theta) ซึ่งระดับคลื่นความถี่ที่ 4-7 Hz ผลคือจิตผ่อนคลาย

(1) บริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด FZ พบผลดีกระตุ้นด้วยวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของนักวิจัยพบว่า พื้นที่สมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex) และซิงกูเลทไจรัส (Cingulate gyrus) มีการกระตุ้นการทำงานระหว่างการฝึกสมาธิตั้งแต่องค์ประกอบที่สำคัญของการปฏิบัติสมาธิ คือ การให้ความใส่ใจแบบเพ่งเป็นพิเศษ (Newberg & Iversen, 2003) โดยมีภาพจากกระบวนการปฏิบัติสมาธิที่ชี้ให้เห็นว่า พื้นที่สมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex) และสมองส่วนซิงกูเลทไจรัสมีการเปิดใช้งานระหว่างการทำสมาธิ โดยสังเกตจากการเพิ่มขึ้นของเลือดไปเลี้ยงที่สมองเฉพาะตำแหน่ง (regional Cerebral Blood Flow: rCBF) หรือมีการเผาผลาญอาหาร ในพื้นที่สมองส่วนหน้า และซิงกูเลท ไจรัส (Cingulate gyrus) ในระหว่างการปฏิบัติสมาธิแบบต่าง ๆ ได้แก่ การปฏิบัติสมาธิแบบพุทธทิเบต การปฏิบัติสมาธิแบบโยคะ และการสวดมนต์ (Newberg et al., 2001; Newberg & Iversen, 2003) การทำงานของสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) มีการสนับสนุนกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงในโครงข่ายสมองส่วนลิมปิก (Limbic structures) เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางอารมณ์จากการปฏิบัติสมาธิ

(2) บริเวณสมองส่วนกลีบข้างบน (Parietal lobe) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด CP1 ซึ่งพบผลดีจากการกระตุ้นด้วยวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์

สอดคล้องกับการศึกษา การลดลงของกิจกรรมที่พื้นที่กลีบสมองเหนือส่วนท้ายทอย (Parietal lobe) ระหว่างการทำสมาธิ แสดงให้เห็นว่า มีการลดการใช้งานลงในพื้นที่กลีบสมองส่วนเหนือท้ายทอย ส่วนบริเวณสมองส่วนขมับ (Pariatal region) มีการเปลี่ยนแปลงตามความรู้สึกของตนเองระหว่างการทำสมาธิ (Lazar et al., 2005; Brefczynski-Lewis et al., 2007; Lutz et al., 2008; Newberg et al., 2001; Newberg & Iversen, 2003; Zaehle et al., 2006; Tagini & Raffone, 2010)

(3) บริเวณสมองส่วนกลีบขมับซ้าย (Left temporal lobe) ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรด TP7 ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมอารมณ์ การจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งพบผลดีจากการกระตุ้นด้วยวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจและวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า การปฏิบัติสมาธิแบบสัมมาสติเพื่อยับยั้งการสูญเสียการควบคุมตนเองโดยช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ของการปฏิบัติสมาธิแบบสัมมาสติเป็นกลยุทธ์ที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพื่อส่งเสริมให้เกิดการควบคุมตนเองภายใต้เงื่อนไขของการใช้ทรัพยากรที่น้อย (Friese et al., 2012) อีกทั้งการมีสัมมาสติช่วยลดอุปนิสัยการตอบสนองการเรียนรู้บนพื้นฐานความรู้ ชี้ให้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่สามารถโต้ตอบได้ ซึ่งเป็นการจัดการตามกระบวนของการมีสัมมาสติ (Whitmarsh, Udden, Barendregt, & Petersson, 2013) อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของสมองในช่วงเวลาของการปฏิบัติสมาธิที่แตกต่างกันในบุคคลคนเดียวชี้ชัดว่า หน้าที่ทางสมองมีการเปลี่ยนแปลง และมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติสมาธิ (Wang et al., 2011) ซึ่งพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองและระบบประสาทสรีรวิทยาเผยให้เห็นถึงความสำคัญของระดับสมาธิซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับระบบประสาทสามารถอธิบายถึง การรู้คิด อารมณ์ ความใส่ใจ การตระหนักรู้ในตนเองเพิ่มขึ้น (Manna et al., 2010) อีกทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของนักวิจัยซึ่งพบว่า ผลกระทบความถี่สะสมของคลื่นความถี่ในระดับเธต้า (Theta) ซึ่งเพิ่มศักยภาพสมองการเชื่อมต่อการทำหน้าที่ โดยพบว่า ใช้คลื่นความถี่ 3 นาที ระดับคลื่นความถี่ที่ 7 Hz ยังไม่เพียงพอที่จะฝึกสมอง แต่หากกระตุ้น 6 นาที สามารถเปลี่ยนพลังสัมพันธ์ในกลีบขมับ (Temporal and parietal lobes) เสริมแรงกระตุ้นถึง 9 นาที สามารถเปลี่ยนแปลงเครือข่ายสมองได้ (Ala, Ahmadi-Pajouh, & Nasrabadi, 2018)

ประการที่ 3 กลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจ และกลุ่มปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ ส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานคลื่นไฟฟ้าอัลฟ่า (Alpha) ไม่พบผลกระตุ้นจากการปฏิบัติสมาธิทั้ง 2 วิธี ($p > .05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาตำแหน่งอิเล็กโทรดที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติสมาธิ พบค่าเฉลี่ยกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้ สามารถอธิบายได้ว่า การกระตุ้นด้วยวิธีปฏิบัติสมาธิแบบกำหนดนับลมหายใจร่วมกับไบนิวรอลบีทซ์ส่งผลต่อตำแหน่งอิเล็กโทรดที่เกี่ยวข้องกับสมาธิอย่างชัดเจน สอดคล้องกับการศึกษาอิทธิพลของเสียงคลื่นความถี่ (Binaural beats) ที่มีต่อสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยศึกษาจังหวะคลื่นความถี่ที่ 10 Hz หูข้างซ้าย สัญญาณคลื่นความถี่ที่ 100 Hz หูข้างขวา ระดับความแรง 73 dB ด้วยการวิเคราะห์ความหนาแน่นของสเปกตรัมความแรงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่พิสูจน์แล้วว่า การแสดงออกของคลื่นความถี่ที่ทำให้เกิดได้ผลลดลงสัญญาณความแรงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่ช่วงความถี่ในระดับอัลฟ่า (Alpha) (Kasprzak, 2011, p.986)

ประโยชน์จากการศึกษานี้คือการกระตุ้นการเกิดสมาธิสามารถกระทำได้ด้วยการฝึกสมาธิ 2 วิธีคือการกำหนดนับลมหายใจและฟังเสียงคลื่นความถี่ ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเกิดสมาธิได้ทั้งภายในบุคคลและภายนอก ส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมองและการควบคุมอารมณ์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ปฐมพร โพธิ์ถาวร และสาวิตรี วงค์ประดิษฐ์. (2560). ประสบการณ์การปฏิบัติสมาธิด้วยการหายใจ เพื่อลดความเครียดในการสอบวิชาปฏิบัติการพยาบาลมารดาทารกและการผดุงครรภ์ 2 ของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, 4*(1), 171-179.

ศุภวรรณ ธนุภาพรังสรรค์ และมาลีวัล เลิศสาครศิริ. (2559). ผลของการใช้รูปแบบการฝึกสมาธิโดยบูรณาการสติปัฏฐาน 4 กับเอสเคที 1 ต่อความสามารถทางสมอง ความตระหนักรู้ในตนเองและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารพยาบาลสงขลานครินทร์, 36*(ฉบับพิเศษ), 13-28.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2555). การกำหนดขนาดตัวอย่าง และสถิติวิเคราะห์ใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ. *Retriee on January 20, 2019,* From http://lllskill.com/web/files/GPower.pdf.

Abeln, V., Kleinert, J., Struder, H. K., & Schneider, S. (2014). Brainwave entrainment for better sleep and post-sleep state of young elite soccer players - a pilot study. *Eur J Sport Sci, 14*(5), 393-402. doi:10.1080/17461391.2013.819384

Ala, T. S., Ahmadi-Pajouh, M. A., & Nasrabadi, A. M. (2018). Cumulative effects of theta binaural beats on brain power and functional connectivity. *Biomedical Signal Processing and Control*, *42*, 242-252.

Atwater, H. (2009). Binaural Beats and The Regulation of arousal levels. *A Research and Educational Publication of The Monroe Institute TMI journal*, Vol.1 Winter/Spring 2009, Nos, 1&2.

Brefczynski-Lewis, J. Lutz, A. Schaefer, H. Levinson, D. Davidson, R. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *PNAS, 104*, 11483.

Cahn, B. R., & Polich, J. (2009). Meditation (Vipassana) and the P3a event-related brain potential. *International Journal of Psychophysiology, 72*(1), 51-60. doi:10.1016/j.ijpsycho.2008.03.013

Chen, Y., Yang, X., Wang, L., & Zhang, X. (2013). A randomized controlled trial of the effects of brief mindfulness meditation on anxiety symptoms and systolic blood pressure in Chinese nursing students. *Nurse Educ Today, 33*(10), 1166-1172. doi:10.1016/j.nedt.2012.11.014

Christensen, L. B., Johnson, B., Turner, L. A., & Christensen, L. B. (2011). *Research methods, design, and analysis*. California: Pearson.

Friese, M., Messner, C., & Schaffner, Y. (2012). Mindfulness meditation counteracts self-control depletion. *Consciousness and Cognition, 21*(2), 1016-1022. doi:10.1016/j.concog.2012.01.008

Gratz, K. L., & Roemer, L. (2004). Multidimensional assessment of emotion regulation and dysregulation: Development, factor structure, and initial validation of the difficulties in emotion regulation scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment, 26*(1), 41-54.

Hagger, M. S., Wood, C., Stiff, C., & Chatzisarantis, N. L. (2010). Ego depletion and the strength model of self-control: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *136*(4), 495-525.

Isik, B. K., Esen, A., Buyukerkmen, B., Kilinc, A., & Menziletoglu, D. (2017). Effectiveness of binaural beats in reducing preoperative dental anxiety. *Br J Oral Maxillofac Surg, 55*(6), 571-574. doi:10.1016/j.bjoms.2017.02.014

Jirakittayakorn, N. & Wongsawat, Y. (2017). Brain responses to a 6-Hz binaural beat: Effects on general theta rhythm and frontal midline theta activity. *Frontiers in Neuroscience*, *11*, 365. doi: 10.3389/fnins.2017.00365

Kasprzak, C. (2011). Influence of binaural beats on EEG signal. *Acta Physica Polonica A*, *119*(6), 986-990.

Koole, S. L., Govorun, O., Cheng, C. M., & Gallucci, M. (2009). Pulling yourself together: Meditation promotes congruence between implicit and explicit self-esteem. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*(6), 1220-1226. doi:10.1016/j.jesp.2009.05.018

Lo, H. H., Ng, S. M., Chan, C. L., Lam, K. F., & Lau, B. H. (2013). The Chinese medicine construct "stagnation" in mind-body connection mediates the effects of mindfulness training on depression and anxiety. *Complementary Therapies in Medicine, 21*(4), 348-357. doi:10.1016/j.ctim.2013.05.008

López-Caballero, F., & Escera, C. (2017). Binaural beat: A failure to enhance EEG power and emotional arousal. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 557.

Lutz, A., Slagter, H. A., Dunne, J. D., & Davidson, R. J. (2008). Attention regulation and monitoring in meditation. *Trends Cogn Sci, 12*(4), 163-169. doi:10.1016/j.tics.2008.01.005

Lazar, S. W., Kerr, C. E., Wasserman, R. H., Gray, J. R., Greve, D. N., Treadway, M. T., et al., (2005). Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport, 16*, 1893-1897.

Manna, A., Raffone, A., Perrucci, M. G., Nardo, D., Ferretti, A., Tartaro, A., ... & Romani, G. L. (2010). Neural correlates of focused attention and cognitive monitoring in meditation. *Brain Res Bull, 82*(1-2), 46-56. doi:10.1016/j.brainresbull.2010.03.001

Moore, A., & Malinowski, P. (2009). Meditation, mindfulness and cognitive flexibility. *Consciousness and Cognition*, *18*(1), 176-186.

Moushegian, G., Rupert, A. L., & Stillman, R. D. (1973). Scalp-recorded early responses in man to frequencies in the speech range. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *35*(6), 665-667.

Miller, G. A., & Licklider, J. C. (1950). The intelligibility of interrupted speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *22*(2), 167-173.

Newberg, A., Alavi, A., Baime, M., Pourdehnad, M., Santanna, J., & d'Aquili, E. (2001). The measurement of regional cerebral blood flow during the complex cognitive task of meditation: a preliminary SPECT study. *Psychiatry Research: Neuroimaging, 106*(2), 113-122.

Newberg, A. B., & Iversen, J. (2003). The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations. *Medical hypotheses, 61*(2), 282-291.

Perich, T., Manicavasagar, V., Mitchell, P. B., & Ball, J. R. (2013). The association between meditation practice and treatment outcome in Mindfulness-based Cognitive Therapy for bipolar disorder. *Behaviour Research Therapy, 51*(7), 338-343. doi:10.1016/j.brat.2013.03.006

Rosenkranz, M. A., Davidson, R. J., Maccoon, D. G., Sheridan, J. F., Kalin, N. H., & Lutz, A. (2013). A comparison of mindfulness-based stress reduction and an active control in modulation of neurogenic inflammation. *Brain Behav Immun, 27*(1), 174-184. doi:10.1016/j.bbi.2012.10.013

Sarang, P. S., & Telles, S. (2006). Oxygen consumption and respiration during and after two yoga relaxation techniques. *Appl Psychophysiol Biofeedback, 31*(2), 143-153. doi:10.1007/s10484-006-9012-8

Tagini, A., & Raffone, A. (2010). The 'I' and the 'Me' in self-referential awareness: a neurocognitive hypothesis. *Cogn Process, 11*(1), 9-20. doi:10.1007/s10339-009-0336-1

Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., ... & Posner, M. I. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proc Natl Acad Sci U S A, 104*(43), 17152-17156. doi:10.1073/pnas.0707678104

Wang, D. J., Rao, H., Korczykowski, M., Wintering, N., Pluta, J., Khalsa, D. S., & Newberg, A. B. (2011). Cerebral blood flow changes associated with different meditation practices and perceived depth of meditation. *Psychiatry Res, 191*(1), 60-67. doi:10.1016/j.pscychresns.2010.09.011

Wahbeh, H., Calabrese, C., & Zwickey, H. (2007). Binaural beat technology in humans: A pilot study to assess psychologic and physiologic effects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, *13*(1), 25-32.

Whitmarsh, S., Uddén, J., Barendregt, H., & Petersson, K. M. (2013). Mindfulness reduces habitual responding based on implicit knowledge: Evidence from artificial grammar learning. *Consciousness and Cognition*, *22*(3), 833-845.

Zaehle, S., Sitch, S., Prentice, I. C., Liski, J., Cramer, W., Erhard, M., ... & Smith, B. (2006). The importance of Age-related decline in forest NPP for modeling regional carbon balances. *Ecological Applications*, *16*(4), 1555-1574.