

การพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีดัดตนและโยคะสำหรับเพิ่ม หน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น

The Development of Mixed Rusie Dutton and Yoga Exercise Program for Enhancing Executive Function of Brain in Early Adult

นิรุติ ผึ้งผล (Nirut Phuengphol)¹* ดร.ปรัชญา แก้วแก่น (Dr.Pratchaya Kaewkaen)**

ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง (Dr.Poonpong Suksawang)***

(Received: December 13, 2018; Revised: March 22, 2019; Accepted: March 28, 2019)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีดัดตนและโยคะ และศึกษาผลของโปรแกรมต่อการเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 4 อย่าง คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การกหนด การบริหารลมหายใจ และการทำสมาธิ ใช้เวลาประมาณ 77 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วง ได้แก่ การทำสมาธิ การอบอุ่นร่างกาย การออกกำลังกาย และการผ่อนคลาย เมื่อศึกษาผลของโปรแกรมต่อการเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมอง ในผู้ใหญ่ตอนต้นจำนวน 40 คน โดยทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมองด้วยการทำกิจกรรม Wisconsin card sorting task (WCST), 2-Back task และ Stroop color-word task (SCWT) ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ก่อนและหลังการใช้โปรแกรม พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ของกลุ่มทดลอง หลังการใช้โปรแกรมมากกว่าก่อนการใช้โปรแกรม ($p < .01$, $p < .01$ และ $p < .01$ ตามลำดับ) 2) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ของกลุ่มทดลอง หลังการใช้โปรแกรมน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรม ($p < .01$, $p < .01$ และ $p < .01$ ตามลำดับ) 3) ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หลังการใช้โปรแกรมของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม ($F = 11.54$, $p < .01$, $\eta^2 = .49$) และ 4) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หลังการใช้โปรแกรมของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($F = 20.24$, $p < .01$, $\eta^2 = .63$) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีดัดตนและโยคะ สามารถเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองได้ ดังนั้นควรนำไปใช้เป็นทางเลือกใหม่ในการพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้นต่อไป

¹Correspondent author: Phuengphol@gmail.com

* นิสิต หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

** อาจารย์ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา



ABSTRACT

The objectives of this research were to develop the Mixed Rusie Dutton and yoga exercise program, and to assess its effectiveness for enhancing executive of brain function in early adults. The program had 4 elements including muscles stretching, acupressure, breathing exercise and meditation. The practice duration was 77 minutes a day, 3 days per week for 8 weeks divided into 4 sessions involving meditation, warm up, exercise and cool down. Forty early adults participated in this program. Executive function of brain were assessed by Wisconsin card sorting task (WCST), 2-Back task and Stroop color-word task (SCWT) on the computer screen at before and end of the program. The research found that, comparing results within the experimental group, the accuracy scores of WCST, 2-Back task and SCWT at end of the program were higher than before program ($p < .01$, $p < .01$, $p < .01$ respectively), and the reaction times of WCST, 2-Back task and SCWT at end of program were lower than before program ($p < .01$, $p < .01$, $p < .01$ respectively). Moreover, comparing results between groups at end of program, the accuracy scores of WCST, 2-Back task and SCWT in the experimental group were higher than the control group ($F = 11.54$, $p < .01$, $\eta^2 = .49$), and the reaction times of WCST, 2-Back task and SCWT in the experimental group were lower than the control group ($F = 20.24$, $p < .01$, $\eta^2 = .63$). These results showed that the Mixed Rusie Dutton and yoga exercise program could enhance executive function of brain. Therefore, this program of exercise should be used as a new alternative way to improve executive function of brain in early adults.

คำสำคัญ: การออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีคัดคนและ โยคะ หน้าที่บริหารจัดการของสมอง

Keywords: Mixed rusie dutton and yoga exercise, Executive function, Brain

บทนำ

หน้าที่บริหารจัดการของสมอง (Executive functions: EF) เป็นการทำงานของสมองที่ครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่มุ่งไปสู่เป้าหมาย เป็นการแสดงออกให้เห็นถึงความสามารถของบุคคลในการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ [1-2] โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) เช่น การปรับเปลี่ยนการทำงานของสมองตามสถานการณ์หรือสิ่งกระตุ้นที่เปลี่ยนไป (Shifting) ความจำขณะทำงาน (Working memory) การยับยั้งควบคุมอารมณ์ความคิดและพฤติกรรม (Inhibitory control) ความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive flexibility) การวางแผนการปฏิบัติ (Planning) เป็นต้น [3-7] อาจกล่าวได้ว่าหน้าที่บริหารจัดการของสมองเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบรรลุเป้าหมายในชีวิตของมนุษย์ ทั้งนี้ความสามารถด้านหน้าที่บริหารจัดการของสมองจะมีการพัฒนาอย่างมากในช่วงอายุ 3-6 ปี และจะพัฒนาต่อไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ตอนต้นแต่ในอัตราที่ช้าลง [8-9] หลังจากนั้นความสามารถนี้จะเสื่อมลงเรื่อยๆตามอายุ [10]

ปัจจุบันมีหลายงานวิจัยชี้ให้เห็นถึงวิธีการพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมอง เช่น การฝึกสมาธิสามารถเพิ่มการยับยั้งควบคุมอารมณ์ความคิด [11] และความจำขณะทำงานได้ [12] การวิ่งออกกำลังกายแบบแอโรบิกครึ่งหนึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถด้านความยืดหยุ่นทางปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ [13] การว่ายน้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 เดือนจะช่วยเพิ่มความสามารถด้านหน้าที่บริหารจัดการของสมอง [14] เป็นต้น จากวิธีการเบื้องต้นจะเห็นว่าการออกกำลังกายเป็นวิธีช่วยเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการออกกำลังกายที่ร่างกายต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น (Aerobic exercise) มีหลายงานวิจัยได้ข้อสรุปที่ชัดเจนว่าการออกกำลังกายจะทำให้เกิด

การเปลี่ยนแปลงทั้งโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของสมอง [15] แต่อาจมีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติได้ เช่น วิถีชีวิตและสภาพร่างกายของผู้ออกกำลังกายไม่เหมาะสม สถานที่ออกกำลังกายคับแคบ ไม่มีสถานที่ออกกำลังกาย สถานที่ออกกำลังกายขาดความปลอดภัย สถานที่ออกกำลังกายอยู่ห่างไกล ขาดแคลนชุดหรืออุปกรณ์ออกกำลังกาย สภาพดินฟ้าอากาศไม่อำนวย เป็นต้น [16-17] ดังนั้นการหาวิธีออกกำลังกายเพื่อพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมองที่ช่วยลดข้อจำกัดเหล่านี้ เช่น การออกกำลังกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ [14] เป็นต้น ย่อมเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีต่อประชาชนต่อไป

โยคะเป็นการออกกำลังกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อชนิดหนึ่ง โดยประสานการเคลื่อนไหวร่างกายให้สัมพันธ์กับจิตและลมหายใจเข้าออก ส่งผลกระตุ้นศูนย์รวมของระบบประสาทซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย รวมทั้งการทำงานของสมองให้มีประสิทธิภาพ [18] มีงานวิจัยหลายเรื่องสนับสนุนว่าการฝึกโยคะสามารถเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองได้ [19-20] ตลอดทั้งโยคะยังเป็นการออกกำลังกายที่สามารถปฏิบัติได้ในหลายๆสถานที่ ไม่ต้องลงทุนด้านอุปกรณ์สูง สามารถลดข้อจำกัดของการออกกำลังกายทั่วไปได้ นอกจากการออกกำลังกายแบบโยคะแล้วยังมีฤาษีคัดคนซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ใช้หลักของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อต่างๆ การกด บิบนวดและดัดอวัยวะ และการบริหารระบบหายใจเป็นหลัก [21] ซึ่งมีงานวิจัยที่บ่งชี้ว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ส่งผลต่อการสูดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ รวมทั้งสมองเพิ่มขึ้น [22] จึงเกิดผลดีต่อการทำงานของสมอง รวมทั้งหน้าที่บริหารจัดการของสมองด้วย นอกจากนี้การออกกำลังกายแบบฤาษีคัดคนยังสามารถปฏิบัติได้ง่ายในบุคคลทั่วไป [23] สามารถปฏิบัติได้ในหลายๆสถานที่ ไม่ต้องลงทุนด้านอุปกรณ์สูง จึงถือว่าเป็นการออกกำลังกายที่สามารถลดข้อจำกัดของการออกกำลังกายทั่วไปได้เป็นอย่างดี

แม้ว่าการออกกำลังกายแบบโยคะและฤาษีคัดคน จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับหน้าที่บริหารจัดการของสมอง แต่มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ การฝึกโยคะมีท่าทางส่วนใหญ่โลดโผนหรือฝืนร่างกายจนเกินไป ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อระบบข้อต่อ กระดูก และกล้ามเนื้อของผู้ที่ฝึกได้ [21] โดยมีรายงานว่าผู้ฝึกโยคะจะมีการปวดกระดูกและกล้ามเนื้อถึงร้อยละ 10.7 และถ้ามีอาการปวดกระดูกและกล้ามเนื้ออยู่แล้วจะมีการแย่ลงถึงร้อยละ 21 ซึ่งอัตราการบาดเจ็บนี้สูงกว่าที่เคयरรายงานไว้ 10 เท่า [24] นอกจากนี้โยคะหลายท่ายังมีข้อควรระวังพิเศษและควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้เชี่ยวชาญ เช่น ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงและหญิงตั้งครรภ์ไม่ควรทำท่าสรวางคาสนะ ผู้ที่ปวดศีรษะไม่ควรทำท่าภูชคาสนะ เป็นต้น [21, 25] ขณะที่ฤาษีคัดคนแม้ว่าจะเป็นการออกกำลังกายที่มีท่าทางไม่โลดโผนหรือฝืนร่างกายจนเกินไป [24] แต่มีข้อจำกัดด้วยท่าทางส่วนใหญ่ไม่สามารถยืดเหยียดกล้ามเนื้อมัดที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวได้ครบ ดังนั้นการบูรณาการท่าออกกำลังกายทั้งสองเข้าด้วยกันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และลดข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤาษีคัดคนและโยคะสำหรับเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น และศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤาษีคัดคนและโยคะต่อการเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น โดยประเมินหน้าที่บริหารจัดการของสมองจากการทำกิจกรรม Wisconsin card sorting task (WCST), 2-Back task และ Stroop color-word task (SCWT) ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่รับรอง 029/2560 เมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2560 มีขั้นตอนการวิจัยหลัก 2 ขั้นตอน ได้แก่



ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดตึงและโยคะ

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่บริหารจัดการของสมอง การออกกำลังกายแบบผสมผสาน การออกกำลังกายแบบโยคะ และการออกกำลังกายแบบยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จากเอกสารมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป ส่วนงานวิจัยต้องตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2560

2. วิธีดำเนินการวิจัย การพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดตึงและโยคะ มี 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดตึงและโยคะตามหลักเกณฑ์ของ PRISMA 2009 จากเอกสารที่คัดเลือกไว้จำนวน 50 เรื่อง มี 42 เรื่องที่สมบูรณ์และตรงตามเกณฑ์ที่ต้องการศึกษา การดำเนินการในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่บริหารจัดการของสมอง แนวคิดในการออกกำลังกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แนวคิดในการออกกำลังกายแบบผสมผสาน แนวคิดในการฝึกโยคะ และแนวคิดเกี่ยวกับหน้าที่บริหารจัดการของสมอง จากฐานข้อมูล Scisearch, Pubmed, Google scholar, Springerlink, ISI Web of science, CINAHL Plus with full text และ ThaiLis ในห้องสมุดของมหาวิทยาลัยบูรพา และวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี

2.2 กำหนดกรอบและจุดมุ่งหมายในการพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดตึงและโยคะ ดังนี้

2.2.1 เป็นโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น โดยบูรณาการการออกกำลังกายแบบผสมผสาน และโยคะเข้าด้วยกัน

2.2.2 เป็นโปรแกรมที่ให้ความสำคัญเรื่องการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การกอดรัด การบริหารลมหายใจ และการทำสมาธิ โดยโปรแกรมนำจะส่งผลให้เซลล์ประสาททำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมองต่อไป

2.3 ออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดตึงและโยคะ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 วิเคราะห์ทำการออกกำลังกายแบบผสมผสาน ทั้งหมด 127 ท่า [23, 25-28] กับท่าการฝึกโยคะจาก คัมภีร์หฐยัตินิเทศ คัมภีร์เชรันดาสมิตา และตำราไอยengar โยคะทั้งหมด 115 ท่า [29-33] ที่มีความเกี่ยวข้องกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวตามตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้อคอ กล้ามเนื้อกระบังลม กล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อกระดูกสันหลัง

2.3.2 คัดเลือกท่าการออกกำลังกายแบบผสมผสาน 10 ท่า และท่าโยคะ 10 ท่า โดยมีหลักการคัดเลือก ดังนี้ 1) เป็นท่าที่เป็นตัวแทนอิริยาบถต่าง ๆ ได้แก่ ท่ายืน ท่านั่ง และท่านอน 2) เป็นท่าที่รักษาความสมดุลของโครงสร้างร่างกายและการบริหารร่างกายตามแนวต่างๆ ได้แก่ แนวตั้ง แนวราบ แนวเฉียง 3) เมื่อบูรณาการท่าการออกกำลังกายทั้งสองเข้าด้วยกันจะเป็นท่าที่ครอบคลุมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวได้แก่ กล้ามเนื้อคอ กล้ามเนื้อกระบังลม กล้ามเนื้อลำตัว กล้ามเนื้อกระดูกสันหลัง และมีการกอดรัดรวมด้วย 4) เป็นท่าที่ผู้ใหญ่ตอนต้นทั่วไปสามารถปฏิบัติได้ง่าย

2.4 ตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดตึงและโยคะ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ได้แก่ แพทย์แผนไทย ครูฝึกโยคะ และนักวิทยาศาสตร์การกีฬา ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา วิธีการฝึก ระยะเวลาการฝึก และการใช้ภาษา มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาทุกข้อทุกด้าน เท่ากับ 1.00 และมีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาทั้งฉบับ เท่ากับ 1.00

2.5 แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดหยุ่นและโยคะตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.6 พัฒนาคู่มือการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดหยุ่นและโยคะ

2.7 ทดลองใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดหยุ่นและโยคะ (Pilot study) เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยทดลองใช้ในกลุ่มนักศึกษาหลักสูตรปฏิบัติการฉุกเฉินทางการแพทย์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 4 คน ชาย 2 คน หญิง 2 คน ใช้เวลาฝึกสัปดาห์ละ 4 วัน จำนวน 6 สัปดาห์ มีการทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมอง ก่อนและหลังใช้โปรแกรม พบว่า ทั้งคะแนนความถูกต้อง และระยะเวลาการตอบสนองขณะทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมดีกว่าก่อนใช้โปรแกรม

ตอนที่ 2 การศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดหยุ่นและโยคะต่อการเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมอง

1. ประชากร เป็นนักศึกษาแพทย์แผนไทยบัณฑิต วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี ชั้นปีที่ 2 - 4 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นอาสาสมัครนักศึกษาแพทย์แผนไทยบัณฑิต วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี ชั้นปีที่ 2 - 4 ปีการศึกษา 2560 ทั้งเพศชายและหญิง ที่มีอายุ 20 – 25 ปี จำนวน 40 คน โดยมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด สุ่มตัวอย่าง (Random selection) ด้วยวิธีแบ่งกลุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified sampling) ตามชั้นปีที่ศึกษาและเพศ ได้กลุ่มตัวอย่าง 40 คน หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Random assignment) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random) ด้วยวิธีการจับสลากรายชื่อเข้ากลุ่มทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน ซึ่งเป็นจำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มที่เพียงพอในการวิจัยเชิงทดลอง [34]

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการทดลอง ได้แก่

3.1.1 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดหยุ่นและโยคะ โดยมีระยะเวลาการใช้โปรแกรมประมาณ 77 นาทีต่อครั้ง สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

3.1.2 เสื่อโยคะ

3.1.3 นาฬิกาจับเวลา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลตัวแปรตาม [35]

3.2.1 กิจกรรม WCST ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

3.2.2 กิจกรรม 2-Back Task ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

3.2.3 กิจกรรม SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ทั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลตัวแปรตาม ผ่านการทดสอบความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ .87

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง และระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรม ด้วยสถิติทดสอบที สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test)

4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง และระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-



Back task และ SCWT ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หลังการใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA)

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีตัดตนและโยคะ

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีตัดตนและโยคะที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบสำคัญ 4 อย่าง คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การกดอวัยวะ การบริหารลมหายใจ และการทำสมาธิ ใช้เวลาในการฝึกประมาณ 77 นาทีต่อครั้ง สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ต่อเนื่องกัน 8 สัปดาห์ โดยแบ่งการออกกำลังกายเป็น 4 ช่วง ดังนี้

1.1 การทำสมาธิ (Meditation) ใช้เวลา 2 นาที

1.2 การอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ประยุกต์มาจากท่าฤๅษีตัดตน มีจำนวน 5 ท่า ได้แก่ 1) ท่าตัดตนแก้ลมปวดศีรษะ กับท่าแก้ปวดท้อง ขัดข้อเท้า 2) ท่าตัดตนแก้เข้าขัด และแก้กล่อน 3) ท่าตัดตนแก้เมื่อยปลายมือปลายเท้า 4) ท่าตัดตนแก้ตะคริวมือ เท้า และ 5) ท่าตัดตนแก้เข้า ขา และแก้ไหล่ ขา

1.3 การออกกำลังกาย (Exercise) พัฒนามาจากการผสมท่าฤๅษีตัดตนกับท่าโยคะ มีจำนวน 10 ท่า ได้แก่ 1) ท่าตัดตนแก้วิ่งเวียน กับท่าอุปวิถะโกณาสนะ (Upavistha konasana) 2) ท่าตัดตนแก้ลมต้นขาและสันนิบาตตามัว กับท่าชานูสิรยาสนะ (Janu sirsasana) 3) ท่าตัดตนแก้ให้หมดราก กับท่าหनुมานอาสนะ (Hanumanasana) 4) ท่าตัดตนแก้จุก กับท่าเอกบาทราชาคะโกทาสนะ (Ekapada rajakapotasana) 5) ท่าตัดตนแก้แน่นหน้าอกแน่นท้อง กับท่าประสาริตะปาโทตตานาสนะ (Prasarita padottanasana) 6) ท่าตัดตนแก้ปวดตะคริว กับท่าปราสโวตตานาสนะ (Prasvottanasana) 7) ท่าตัดตนแก้คอเคล็ด ไหล่ขัด กับท่าวิรภทราสนะ 3 (Virabhadrasana III) 8) ท่าตัดตนแก้ลมในอก ในเอว กับท่าอุษฐิตะตรีโกณาสนะ (Uthita trikonasana) 9) ท่าตัดตนแก้ลมเลื้อนัยน์ตามัว กับท่าภูงคาสนะ (Bhujangasana) และ 10) ท่าตัดตนแก้โรคในอก กับท่าสัพตะปาทางกุฐฐาสนะ (Supta padangusthasana)

1.4 การผ่อนคลาย (Cool down) ประยุกต์มาจากท่าฤๅษีตัดตน มีจำนวน 5 ท่า เหมือนกับการอบอุ่นร่างกาย

2. การศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมฤๅษีตัดตนและโยคะต่อการเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมอง

2.1 กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย 20 คน และเพศหญิง 20 คน ส่วนใหญ่มีอายุ 21 ปี นอนหลับเฉลี่ย 7 ชั่วโมงต่อวัน ทุกคนไม่ได้เป็นนักกีฬา ทุกคนไม่ได้ออกกำลังกายในระยะ 3 เดือนที่ผ่านมา ไม่มีโรคประจำตัวทุกคน ไม่มีการใช้ยาหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารทุกคน ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือสมองทุกคน ไม่มีประวัติเกี่ยวกับสุขภาพจิตทุกคน ไม่พบภาวะซึมเศร้าทุกคน การเคลื่อนไหวร่างกายปกติทุกคน หนักมือขวาทุกคน มีความคมชัดของสายตาปกติทุกคน และได้ยินปกติทุกคน

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมมากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$, $p < .01$ และ $p < .01$ ตามลำดับ) ดังตารางที่ 1

2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p < .01$, $p < .01$ และ $p < .01$ ตามลำดับ) ดังตารางที่ 2

2.4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า ภาพรวมค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมองทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 11.54$, $p < .01$, $\eta^2 = .49$) ดังตารางที่ 3 และ 4

2.5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า ภาพรวมระยะเวลาการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมองทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 20.24$, $p < .01$, $\eta^2 = .63$) ดังตารางที่ 5 และ 6

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า 1) ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ของกลุ่มทดลอง หลังการใช้โปรแกรมมากกว่าก่อนการฝึกโปรแกรม 2) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ของกลุ่มทดลอง หลังการใช้โปรแกรมน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรม 3) ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมของกลุ่มทดลอง มากกว่ากลุ่มควบคุม และ 4) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังการใช้โปรแกรมของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งผลทั้งหมดเกิดจากโปรแกรมมีหลักการสำคัญที่ช่วยเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองจากกลไก 4 อย่างได้แก่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การกดนิ้ว การบริหารลมหายใจ และการทำสมาธิ โดย 1) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะช่วยผ่อนคลายกลไกการกระตุ้นเอ็นก้ามเนื้อ (Golgi tendon organ: GTO) ที่ควบคุมปฏิกิริยาสะท้อนกลับกล้ามเนื้อต่างๆ เพื่อผ่อนคลายความเครียด ส่งผลให้เกิดความสมดุลระหว่างจิตใจและร่างกายทำให้เกิดความเสถียรของการจัดสรรความสนใจและคลายความเครียดในกระบวนการรวบรวมข้อมูลของสมอง [36] นอกจากนี้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อยังช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดให้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดไปหล่อเลี้ยงสมองได้ดีขึ้น 2) การกดนิ้วช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดให้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดไปหล่อเลี้ยงสมองได้ดีขึ้น [23, 28] 3) การบริหารลมหายใจจะช่วยเพิ่มสมรรถนะของหัวใจและประสิทธิภาพของการหายใจ ส่งผลให้มีการไหลเวียนของออกซิเจนไปสู่สมองเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การบริหารลมหายใจยังช่วยเพิ่มความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่มากขึ้น [37] ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนาหน้าที่บริหารสมอง และ 4) การทำสมาธิจะทำให้เกิดการมุ่งความสนใจ (Focused attention) และการมีสติ (Open monitoring) สามารถเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองได้โดยตรง [37] นอกจากนี้การทำสมาธิยังช่วยเพิ่มสมรรถนะของหัวใจและประสิทธิภาพของการหายใจ ส่งผลให้มีการไหลเวียนของออกซิเจนไปสู่สมองเพิ่มขึ้น [23, 28] ผลจากการไหลเวียนของเลือดและออกซิเจนไปสู่สมองเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งโครงสร้างและการทำงานของสมอง โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถทางปัญญาในด้านต่างๆ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองได้แก่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อสมองสีเทา (Gray matter) ที่สมองส่วนหน้า โดยเฉพาะพรีฟรอนทัล (Prefrontal) จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ประสาท นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของร่างแหประสาทและการเพิ่มแขนงเดนไดรต์ (Dendrite) ทำให้มีการรับและจัดเก็บข้อมูลดีขึ้น [38] ส่วนการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองได้แก่ การสร้างและหลั่งสารสื่อประสาท เช่น อะเซทิลโคลีน โดปามีน นอร์เอพิเนฟรินเพิ่มขึ้น [39-40] การเพิ่มการสร้างสารกระตุ้นสมองที่เรียกว่า บิโตนิน (Brain-derived neurotrophic factor: BDNF) ซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นให้เซลล์



สมองแตกกิ่งก้านสาขาเสริมสร้างเครือข่าย (Neurogenesis) มากขึ้น และช่วยให้เซลล์ประสาทมีการจัดเรียงตัวใหม่ และมีการเปลี่ยนโครงสร้างภายในเซลล์ประสาท (Synaptic plasticity) ทำให้การส่งสัญญาณประสาทที่จุดประสานประสาท (Synapse) มีประสิทธิภาพสูงขึ้น[41-42] ส่งผลให้เซลล์ประสาททำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมองเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อนำโปรแกรมมาทดลอง จึงทำให้กลุ่มทดลองมีคะแนนความถูกต้อง และระยะเวลาการตอบสนองขณะทำกิจกรรม WCST, 2-Back Task และ SCWT ภายหลังใช้โปรแกรมดีกว่าก่อนใช้โปรแกรม และกลุ่มทดลองมีคะแนนความถูกต้อง และระยะเวลาการตอบสนองขณะทำกิจกรรม WCST, 2-Back Task และ SCWT ภายหลังใช้โปรแกรมดีกว่าในกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gothe และคณะ[43] ศึกษาผลของการฝึกโยคะ 8 สัปดาห์ต่อหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้สูงอายุ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความถูกต้องในการทำกิจกรรมทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมองดีกว่ากลุ่มควบคุม บ่งชี้ว่าการฝึกโยคะเป็นเวลา 2 เดือนสามารถเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gothe และคณะ [44] ศึกษาผลทันทีของการฝึกโยคะต่อหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น พบว่า กลุ่มที่ฝึกโยคะ 20 นาที ทำให้มีคะแนนความถูกต้องและเวลาในการตอบสนองต่อการทำกิจกรรมทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมองดีกว่ากลุ่มที่การออกกำลังกายแบบแอโรบิก 20 นาที และกลุ่มควบคุม

การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานยืดหยุ่นและโยคะ สามารถเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้นและมีความปลอดภัยต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ดังนั้นควรนำไปใช้เป็นทางเลือกในการส่งเสริมการพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมองในผู้ใหญ่ตอนต้น ตลอดจนนำไปใช้ส่งเสริมการออกกำลังกายในบุคคลที่ต้องการหลีกเลี่ยงข้อจำกัดจากการออกกำลังกายด้วยท่าทางที่เป็นอันตรายต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัย ภายใต้แผนพัฒนาศักราชบัณฑิตวิจัยรุ่นใหม่ ระดับปริญญาเอก ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

1. Chan RCK, Shum D, Touloupoulou T, Chen EYH. Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 2008; 23: 201-216.
2. Diamond A. Executive functions. *Annual Review of Psychology*. 2013; 64: 135-168.
3. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*. 2000; 41: 49-100.
4. Goldberg E. *The executive brain*. New York: Oxford University Press; 2001.
5. Baron IS. *Neuropsychological evaluation of the child*. New York: Oxford University Press; 2004.
6. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. *Neuropsychological assessment*. 4th ed. New York: Oxford University Press; 2004.

7. Diamond A. The early development of executive functions. In: Bialystok E, Craik F, editors. *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change*. New York: Oxford University Press; 2006. p. 70-95.
8. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of frontal lobe function*. 2002: 466-503.
9. Luna B, Garver KE, Urban TA, Lazar NA, Sweeney JA. Maturation of Cognitive Processes from Late Childhood to Adulthood. *Child Development*. 2004; 75(5): 1357-1372.
10. Center on the Developing Child. InBrief: Executive Function [Internet]. 2016 [update 2016; cited 2016 Oct 5]. Available from: <http://www.developingchild.harvard.edu>
11. Quach D, Mano KEJ, Alexander K. A Randomized Controlled Trial Examining the Effect of Mindfulness Meditation on Working Memory Capacity in Adolescents. *Journal of Adolescent Health*. 2016; 58: 489-496.
12. Gallant SN. Mindfulness meditation practice and executive functioning: Breaking down the benefit. *Consciousness and Cognition*. 2016; 40: 116-130.
13. Diamond A, Lee K. Interventions and programs demonstrated to aid executive function development in children 4-12 years of age. *Science*. 2011; 333: 959-964.
14. Albinet CT, Abou-Dest A, Andre N, Audiffren M. Executive functions improvement following a 5-month aquaerobics program in older adults: Role of cardiac vagal control in inhibition performance. *Biological Psychology*. 2016; 115: 69-77.
15. Colcombe SJ, Kramer AF, McAuley E, Erickson KI, Scalf P. Neurocognitive aging and cardiovascular fitness: recent findings and future directions. *J. Mol. Neurosci*. 2004; 24(1): 9-14.
16. Yeemin V, Prachakool V. The Barriers for Doing Exercise among Muslim Men in Koo Kwang Sub-district. *Journal of exercise and sport science*. 2014; 11(1): 1-22. Thai.
17. Polrat N, Siladee K, Prateepkaew N, Chuenmuang A, Okatrat S, Pootkorn W. Related Factors to Student's Exercise at Thammasat University Rangsit Campus. *Science and technology journal*. 2004; 12(1): 65-71. Thai.
18. Department of Thai traditional and alternative medicine. *Yoga teen guide-Self practice*. Bangkok: Express transportation organization of Thailand; 2008. Thai.
19. Purohit SP, Pradhan B. Effect of yoga program on executive functions of adolescents dwelling in an orphan home: A randomized controlled study. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2017; 7: 99-105.
20. Gothe NP, Keswani RK, McAuley E. Yoga practice improves executive function by attenuating stress levels. *Biological Psychology*. 2016; 121: 109-116.
21. Department of Thai traditional and alternative medicine. *The elderly care with Thai traditional medicine and integrated medicine guideline*. Bangkok: Mahachulalongkornrajavidyalaya University; 2017. Thai.
22. Phuangphae A, Khaothin J, Ruanthai R. Effects of ascetic exercise on health related physical fitness in female students of Sukhothai business school. *Journal of Sports Science and Technology*. 2010; 10(1): 163-182. Thai.
23. Burapha P. *Rusie Dutton- Thai massage Wat Pho*. Bangkok: Thaiquality; 2013. Thai.
24. Campo M, Shiyko MP, Kean MB, Roberts L, Pappas E. Musculoskeletal pain associated with recreational yoga participation: A prospective cohort study with 1-year follow-up. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2017; 1: 1-6.



25. Warapongpichet P. Yoga for body and mind developing. Bangkok: Active print; 2007. Thai.
26. Traditional medicine school of Wat phra chetuphon vimolmangklararm. Marble inscriptions of herbal formulas at Wat phra chetuphon vimolmangklararm. Bangkok: Numaksorn printing; 2015. Thai.
27. Traditional medicine school of Wat phra chetuphon vimolmangklararm. Rusie Dutton textbook of Wat pho. Bangkok: Numaksorn printing; 2006. Thai.
28. Thai traditional development foundation. 127 Rusie Dutton Thai exercise. Bangkok: Sam charoen panich (Bangkok); 2006. Thai.
29. Svatmarama YS. Hatha Yoga Pradipika (Sinh P, Trans.). New Delhi, India: Munshirm Manoharlal Pub. Pvt. Ltd.; 1997.
30. Svatmarama YS. The Hatha Yoga Pradipika (Akers BD, Trans.). New York: YogaVidya.com; 2002.
31. Iyengar BKS. The Illustrated Light on Yoga. India: HarperCollins Publishers; 2005.
32. Kalote ML. Yogic Techniques.(Krivit V, Tungchitmethee J, Trans.). Bangkok: Folk Doctor; 2008. Thai.
33. Supaporn S. Iyengar Yoga Textbook. Bangkok: Feungfa; 2004. Thai.
34. McMillan JH, Schumacher S. Research in Education Evidence-Based Inquiry. 7th ed. New Jersey: Pearson Education; 2010.
35. Compumedics Neuroscan. Offline Analysis of Acquired Data 2009. [Software Manual]. El Paso, TX: Compumedics Neuroscan; 2009.
36. Sagar M, et al. Intensive training induces longitudinal changes in meditation state-related EEG oscillatory activity. Front. Hum. Neurosci. 2012; 6(256): 1-14.
37. Luu K, Hall PA. Hatha yoga and executive function: a systematic review. Journal of Alternative and complementary medicine. 2016; 22(2): 125-133.
38. Ruscheweyh R, Willemer C, Krüger K, Duning T, Warnecke T, Sommer J, et al. Physical activity and memory function: An Intervention study. Neurobiology of Aging 2016; 16: 1304-1319.
39. Colcombe SJ, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A Meta-Analytic Study. Journal of Psychological Science. 2003; 14(2): 189-193.
40. Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in ageing humans. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2006; 61(11): 1166-1170.
41. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. Trends in Neuroscience. 2002; 25: 295-301.
42. Knaepen K, Goekint M, Heyman EM, Meeusen R. Neuroplasticity exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. Sports Med. 2010; 40: 765-801.
43. Gothe NP, Kramer AF, McAuley E. The Effects of an 8-Week Hatha Yoga Intervention on Executive Function in Older Adults. J. Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2014; 69(9): 1109–1116.
44. Gothe N, Pontifex MB, Hillman C, McAuley E. The Acute Effects of Yoga on Executive Function. Journal of Physical Activity and Health. 2013; 10: 488-495.

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรม

กิจกรรม	n	$\bar{x}$ (%)	S.D.	Mean Difference	df	t	p
WCST							
ก่อนการใช้โปรแกรม	20	60.62	11.85	12.53	19	-10.14	.000**
หลังการใช้โปรแกรม	20	73.15	11.15				
2-Back Task							
ก่อนการใช้โปรแกรม	20	2.05	2.91	24.00	19	-5.45	.000**
หลังการใช้โปรแกรม	20	26.05	19.52				
SCWT							
ก่อนการใช้โปรแกรม	20	67.80	2.75	1.70	19	-6.47	.000**
หลังการใช้โปรแกรม	20	69.50	2.65				

** $p < .01$

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรม

กิจกรรม	n	$\bar{x}$ (ms)	S.D.	Mean Difference	df	t	p
WCST							
ก่อนการใช้โปรแกรม	20	2,001.66	437.48	742.68	19	7.15	.000**
หลังการใช้โปรแกรม	20	1,258.98	212.96				
2-Back Task							
ก่อนการใช้โปรแกรม	20	464.22	50.05	135.72	19	10.41	.000**
หลังการใช้โปรแกรม	20	328.50	41.85				
SCWT							
ก่อนการใช้โปรแกรม	20	514.35	75.99	52.03	19	5.42	.000**
หลังการใช้โปรแกรม	20	462.32	65.10				

** $p < .01$



ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร

Wilks' Lambda	<i>F</i>	Hypothesis <i>df</i>	Error <i>df</i>	<i>p</i>	η^2
.51	11.54	3	36	.000	.49

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back Task และ SCWT หลังใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบตัวแปรเดียว

กิจกรรม	n	$\bar{x}$ (%)	SD	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
WCST									
กลุ่มควบคุม	20	61.67	12.86	1,317.80	1	1,317.80	9.10	.005**	.19
กลุ่มทดลอง	20	73.15	11.15						
2-BACK									
กลุ่มควบคุม	20	7.70	10.61	3,367.23	1	3,367.23	13.64	.001**	.26
กลุ่มทดลอง	20	26.05	19.53						
SCWT									
กลุ่มควบคุม	20	62.55	13.27	483.03	1	483.03	5.27	.027*	.12
กลุ่มทดลอง	20	69.50	2.65						

* $p < .05$

** $p < .01$

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back task และ SCWT หลังใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร

Wilks' Lambda	<i>F</i>	Hypothesis <i>df</i>	Error <i>df</i>	<i>p</i>	η^2
.37	20.24	3	36	.000	.63

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในการทำกิจกรรม WCST, 2-Back Task และ SCWT หลังใช้โปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบตัวแปรเดียว

กิจกรรม	n	$\bar{x}$ (ms)	SD	SS	df	MS	F	p	η^2
WCST									
กลุ่มควบคุม	20	1,812.86	338.14	3,067,841.62	1	3,067,841.62	38.42	.000**	.50
กลุ่มทดลอง	20	1,258.98	212.97						
2-BACK									
กลุ่มควบคุม	20	368.53	55.58	16,030.01	1	16,030.01	6.62	.014*	.15
กลุ่มทดลอง	20	328.50	41.85						
SCWT									
กลุ่มควบคุม	20	544.60	103.94	67,703.28	1	67,703.28	9.00	.005**	.19
กลุ่มทดลอง	20	462.32	65.10						

* $p < .05$

** $p < .01$