

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้นำมาเรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. พัฒนาการสมองของวัยรุ่นตอนต้น
2. การเลือกสนใจและการรับรู้
3. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง
4. การออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิต
5. การออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตด้วยไม้พลอง
6. ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองกับการออกกำลังกาย

1. พัฒนาการทางสมองของวัยรุ่นตอนต้น

คำจำกัดความ "วัยรุ่น" มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับความแตกต่างของชนบทรอบนิยาม ประเพณี และวัฒนธรรม ตลอดจนความแตกต่างทางสังคม และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของวัยรุ่นในแต่ละแห่ง องค์การอนามัยโลกได้กำหนดความหมายกว้าง ๆ ของวัยรุ่นไว้ดังนี้ (ศิริกุล อิศรานุรักษ์, 2547)

วัยรุ่น หมายถึง เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายที่พร้อมจะมีเพศสัมพันธ์
วัยรุ่น เป็นระยะที่มีการพัฒนาทางจิตใจมาจากความเป็นเด็กไปสู่ความเป็นผู้ใหญ่
วัยรุ่นเป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่ต้องพึ่งพาทางเศรษฐกิจไปสู่ภาวะที่ต้องรับผิดชอบ และพึ่งพาตนเอง

วัยรุ่นครอบคลุมอายุโดยประมาณ คือ เด็กหญิงระหว่างอายุ 10-20 ปีและเด็กชายระหว่างอายุ 12-22 ปี ช่วงวัยดังกล่าวค่อนข้างยาว ทางการศึกษาและจิตวิทยาพัฒนาการ จึงแบ่งออกเป็น 2-3 ระยะ เนื่องจากระยะต้นกับระยะปลายของวัยเด็กจะมีการเจริญเติบโตทั้งกาย อารมณ์และจิตใจแตกต่างกันมาก ในที่นี้จะแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ วัยรุ่นตอนต้น ตอนกลาง และตอนปลาย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วัยรุ่นตอนต้น เด็กผู้หญิงอยู่ในช่วงอายุ 10-14 ปี เด็กผู้ชายอยู่ในช่วงอายุ 12-16 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกายอย่างรวดเร็ว เช่น มีเต้านมใหญ่ขึ้น มีประจำเดือน การสร้างฮอร์โมน เอสโตรเจน (Estrogen) และโปรเจสเตอโรน (Progesterone) มีขนตามรักแร้และอวัยวะเพศภายนอก มีรูปร่างสูงใหญ่ ค่อนข้างหลงตัวเอง (Narcissistic phase) ความเพ้อฝัน (Magical thinking) มีความเป็นอิสระ (Emancipation) แต่ยังคงพึ่งพาพ่อแม่ ยังสนใจเพศเดียวกัน

วัยตอนกลาง เด็กผู้หญิงอยู่ในช่วง 14-18 ปี เด็กผู้ชายในช่วงอายุ 16-20 ปี มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ เป็นระยะที่ดื้อรั้น โมโหง่าย มักจะมีความขัดแย้งกับพ่อแม่สูง การเปลี่ยนแปลงทางร่างกายเริ่มสมบูรณ์เต็มที่ เริ่มทดลองเกี่ยวกับเพศ มีความคิดเพ้อฝัน วัยรุ่นระยะนี้จึงมีปัญหาและบ่อบายที่สุด

วัยรุ่นตอนปลาย เด็กหญิงอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 18–20 ปี เด็กผู้ชายอยู่ในช่วง 20–22 ปี เป็นระยะที่เจริญเติบโตเข้าสู่วัยผู้ใหญ่เต็มที่

แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกิดขึ้นเมื่อเข้าสู่วัยรุ่น เช่น ร่างกาย จิตใจหรืออารมณ์ สังคม แต่สิ่งหนึ่งที่ผู้ใหญ่ควรให้ความสำคัญ คือ การพัฒนาสมอง เพราะสมองบางส่วนเริ่มพัฒนาในวัยนี้ เช่น พรีพรอนทัล ซึ่งเป็นสมองส่วนที่สำคัญในพุ่มสมองส่วนหน้าและเป็นส่วนที่เจริญเติบโตหลังสุดทำหน้าที่สำคัญเปรียบได้กับเป็น “นายของสมอง” (Chief Executive Officer หรือ CEO ของสมองทั้งหมด) คือ การควบคุมตัวเอง การตัดสินใจ การควบคุมอารมณ์ การวางแผน และจัดการความสนใจ (Weinberger, et al., 2005) และสมองส่วนหน้า นอกจากนี้ สมองหลายส่วนควร จะได้รับการกระตุ้น เช่น สมองส่วนพาริเอทัล ซึ่งควบคุมการเห็น การได้ยิน การพูด กระบวนการสื่อสารจากประสาทสัมผัสต่าง ๆ และสมองส่วนขมับ ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน ควบคุมทางด้านภาษา และอารมณ์ (White, 2009)

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเซลล์ของสมอง

สมองประกอบด้วยเซลล์สมองจำนวนกว่า 1 แสนล้านเซลล์ ลักษณะของเซลล์สมองแต่ละเซลล์จะมีส่วนที่ยื่นออกไปเป็นเส้นใยสมองแตกแขนงออกมามากมายเป็นพัน ๆ เส้นใย และเชื่อมโยงต่อกับเซลล์สมองอื่น ๆ เป็นวงจร (Brain Wiring) เส้นใยสมองเหล่านี้เรียกว่า แอ็กซอน (Axon) และเดนไดรต์ มีจุดเชื่อมต่อ เรียกว่า ซิแนปส์ (Synapses) แอ็กซอนทำหน้าที่ส่งสัญญาณประสาทไปยังเซลล์สมองที่อยู่ถัดไป โดยแอ็กซอน (Axon) ที่มีไมอีลิน (Myelin Sheath) หุ้มจะทำให้เซลล์สมองส่งผ่านสัญญาณประสาทได้เร็วขึ้น ส่วนเดนไดรต์เป็นเส้นใยสมองที่ยื่นออกไปอีกทางหนึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณกระแสประสาทจากเซลล์สมองข้างเคียง (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551) เส้นใยสมองเหล่านี้จะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการกระตุ้นประสาทสัมผัส และกระตุ้นสมองในเวลาที่เหมาะสม (อุดม เพชรสังหาร, 2548) เพราะเมื่อใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ มากเท่าใดใยประสาทซึ่งอยู่รอบ ๆ เซลล์ประสาทจะเจริญเติบโตมากขึ้น และกระตุ้นให้สมองหลายส่วนเกิดการเชื่อมโยงข้อมูลอันหลากหลายเข้าด้วยกัน ทำให้เซลล์สมองส่งข้อมูลติดต่อกันและเครือข่ายประสานประสาทได้อย่างต่อเนื่องช่วยกระตุ้นให้เกิดไมอีลินรอบแอ็กซอน (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551 ข) สิ่งที่น่าทึ่งชัดเจนในสมองวัยนี้ คือ ชั้นสมองสีขาว ซึ่งเป็นที่อยู่ของกลุ่มเซลล์สมองและแอ็กซอนที่มีไมอีลินหุ้มเพิ่มขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นตรงในช่วงอายุ 4-22 ปี ขณะที่ชั้นสมองสีเทา ซึ่งเป็นที่อยู่ของกลุ่มเซลล์สมองและแอ็กซอนที่ไม่มีไมอีลินหุ้มไม่ได้เพิ่มขึ้นในลักษณะเดียวกัน แต่เริ่มลดลงในวัยรุ่น โดยการเริ่มต้นของการลดปริมาณเนื้อสมองสีเทาจะปรากฏในบริเวณที่รับรู้ความรู้สึกและควบคุมการเคลื่อนไหว ท้ายสุดที่บริเวณแลทเทอรัลพรีพรอนทัล และสมองขมับ (Kelly et al., 2008)

การมีโครงข่ายใยประสาทของสมองที่พร้อมสร้างจุดเชื่อมโยง แต่ถ้าจุดเชื่อมโยงเหล่านี้ไม่ถูกเชื่อมไว้ โครงข่ายเหล่านั้นจะสลายไปตามธรรมชาติ ผลลัพธ์ คือ ทำให้บุคคลนั้นสูญเสียโอกาสแห่งพฤติกรรมที่ควรจะมี (สายฤดี วรกิจโกศาทร และประภาพรรณ จูเจริญ, 2551) การทำงานของสมองมนุษย์เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์หลาย ๆ ล้าน ๆ ตัวทำงานพร้อมกัน การกระตุ้นประสาทสัมผัสของมนุษย์ยังซับซ้อนเท่าไรจะทำให้การทำงานของสมองมนุษย์ดีขึ้น เพราะการกระตุ้นประสาทสัมผัสและสมองจะทำให้เกิดวงจรสมอง และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมอง ดังนั้น ในวัยรุ่น

ช่วงอายุ 10-12 ปี จึงควรได้รับการกระตุ้นหลาย ๆ ด้านทั้งการเห็น การได้ยิน การคิดเหตุผล อารมณ์ (การควบคุมอารมณ์) กล้ามเนื้อเล็ก (การประสานกันระหว่างมือกับสายตา) กล้ามเนื้อใหญ่ (ทั้งร่างกาย) เป็นต้น ไม่เช่นนั้นสมองบางส่วนเหล่านี้อาจไม่ได้พัฒนาเต็มศักยภาพทำให้มีผลต่อพฤติกรรม (อุดม เพชรสังหาร, 2548) นอกจากนี้ ยังมีผลต่อการยับยั้งชั่งใจ และการจัดการตัวเอง ในช่วงวัยรุ่นตอนกลาง เพราะระบบลิมบิกซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ และเชื่อมโยงกับสมอง หลานส่วนมีพัฒนาการเติบโตเต็มที่ในช่วงวัยรุ่น

การเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมีของสมอง

เมื่อเซลล์สมองเรียงต่อกันเป็นวงจรมีการเจริญเติบโตเต็มที่ เซลล์สมองเหล่านี้จะถูกหุ้มด้วยชั้นไขมันสีขาว คือ ไมอีลิน (Myeline Sheath) ช่วยเร่งให้การสื่อสารข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยยึดระยะทางการเหนี่ยวนำของประจุไฟฟ้าภายในแกนแอกซอนออกไป และป้องกันการรบกวนของประจุที่เกิดจากการทำงานของแขนงประสาท หรือเซลล์สมองตัวอื่นที่อยู่ใกล้กัน นอกจากนี้ เซลล์สมองเหล่านี้มีการส่งโดปามีนไปช่วยทำให้เกิดการเชื่อมโยงในสมองพรีฟรอนทัลเพิ่มขึ้น โดปามีนเป็นสารสื่อประสาทที่มีความสำคัญต่อการรวมความสนใจไปยังสิ่งกระตุ้นที่อยู่รอบ ๆ เมื่อจำเป็นต้องเลือกกระทำตัวเลือกที่มีความแตกต่างกันโดยเฉพาะเมื่อยังไม่มีเป้าหมาย การเลือกจะอยู่บนพื้นฐานของความจำไม่ได้เกิดจากแรงกระตุ้นที่มาจากความต้องการภายใน การที่โดปามีนเข้ามาในสมองพรีฟรอนทัล จึงเป็นกลไกทางประสาทอย่างหนึ่งที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการตัดสินใจ และการควบคุมความต้องการภายใน เมื่อเริ่มเข้าสู่วัยรุ่นโดปามีนจึงมีความสำคัญต่อสมองส่วนหน้าโดยช่วยเพิ่มความสามารถในเรียนรู้ต่อการตอบสนองเพื่อรางวัล เริ่มใช้ความสามารถในการกระทำตามสิ่งที่คิด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Weinberger et al., 2005)

ปัจจุบันการแข่งขันทางการเรียน และการมีเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ทันสมัย ส่งผลทำให้เด็ก ๆ ส่วนใหญ่จะใช้เวลาอยู่การเรียนรู้พิเศษ และการเรียนในห้องเรียนวันละ 8-10 คาบต่อวัน โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ เป็นกลุ่มคนที่ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมากที่สุด ลดการออกไปวิ่งเล่น หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยเสริมสร้างให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง อวัยวะการรับรู้ต่าง ๆ ถูกจู่โจมอย่างรวดเร็วจากข้อมูลที่มาจกเทคโนโลยีต่าง ๆ ทำให้เด็กหมกมุ่นสมองทำงานหนักและเครียด ส่งผลให้เกิดสารเคมีที่หลั่งออกมาเวลาเครียดหยุดยั้งการทำงานของสารสื่อประสาทในภาวะปกติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลของสารสื่อประสาท เช่น คอร์ติซอล โดปามีน เซโรโทนิน เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจ ความจำ ความสามารถในการตัดสินใจ และพฤติกรรม (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551ก) ดังนั้น การขาดการกระตุ้นที่เหมาะสมจึงเป็นการสร้างสมองให้มีภาพลบ (กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี, 2545)

2. การเลือกสนใจและการรับรู้

ความสนใจ มีความสำคัญในฐานะเป็นส่วนประกอบของการรับรู้ เป็นตัวช่วยให้เกิดการรับรู้ข้อมูลที่จำเป็นท่ามกลางข้อมูลอันมากมาย หากไม่สามารถควบคุมความสนใจ ข้อมูลเหล่านี้จะไหลเข้าสู่การรับรู้จนนำไปสู่การเสียสติได้ ความสนใจนี้ครอบคลุมทั้งในส่วนที่มีสติ (Awareness) และไม่มีสติ (Unawareness) (นันทพล โรจนโกศล, 2551) ความสนใจเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมีความเกี่ยวข้องกับ

การทำงานร่วมกันของความจำขณะคิด และการควบคุมขั้นสูงเพื่อดำเนินการแยกสิ่งสำคัญจากข้อมูลความรู้สึกต่าง ๆ ที่มีอยู่จำนวนมาก (Luck & Gold, 2008)

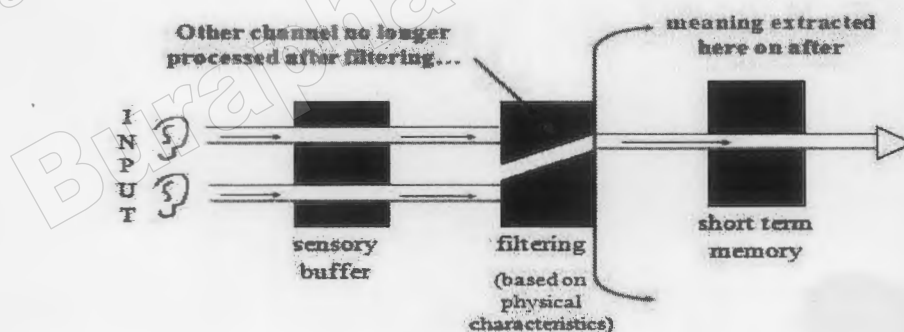
การเลือกสนใจ หมายถึง กระบวนการรวมความสนใจต่อลักษณะเฉพาะของสิ่งแวดล้อมภายใน หรือภายนอก แม้ว่ามีสิ่งอื่นมารบกวนความสนใจ เช่น การสนใจเฉพาะการสนทนาในงานเลี้ยง ในขณะที่เดียวกันจะไม่สนใจต่อสิ่งอื่น เช่น เสียงเพลง เป็นต้น นักจิตวิทยาจึงสนใจว่า อะไรทำให้เราสนใจต่อสิ่งหนึ่งมากกว่าสิ่งหนึ่ง (การเลือกสนใจ) ทำไมบางครั้งเราจึงเปลี่ยนไปสนใจบางสิ่งซึ่งเราไม่สนใจมาก่อน (เช่น กลุ่มอาการโรคค็อกเทลปาร์ตี้: Cocktail Party Syndrome) และมีสิ่งต่าง ๆ หลายสิ่งที่เราสามารถสนใจได้ในเวลาเดียวกัน (ศักยภาพของความสนใจ) โมเดลที่เกี่ยวข้องกับการเลือกความสนใจมีหลายโมเดล (Mcleod, 2008) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Broadbent's Filter Model of Selective Attention

เนื่องจากมีข้อมูลจำนวนมากที่เข้ามาตามช่องทางทั้งข้อมูลที่สนใจและไม่สนใจ ซึ่งเกินกว่าที่รับได้ เหตุผลนี้ทำให้ข้อมูลหนึ่งต้องถูกยับยั้งหรือไม่สนใจ (Mcleod, 2008)

ลักษณะหลักของโมเดลมีดังนี้ (แสดงในภาพที่ 2)

- แหล่งเก็บข้อมูลรับสัมผัส ข้อมูลที่เข้ามาได้รับการจัดเก็บไว้ในหน่วยรับสัมผัสในช่วงระยะเวลาสั้นๆ
- ตัวกรองข้อมูลรับสัมผัส ข้อมูลที่สนใจยึดหลักคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพ ส่วนข้อมูลที่เหลือจะถูกกรองออก โดยข้อมูลที่กรองเข้ามาแล้วจะได้รับการประมวลผลต่อ ในขณะที่ข้อมูลที่ถูกกรองออกจะหายไปทันที



ภาพที่ 2 Broadbent's Filter Model of Selective Attention (Mcleod, 2008)

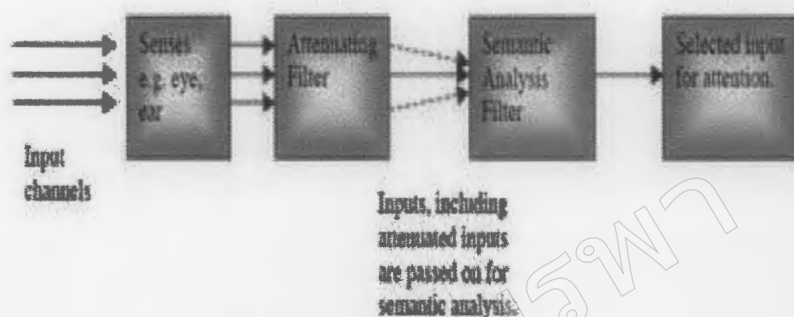
Treisman's Attenuation Model

โมเดลเป็นรูปแบบการกรองขั้นต้นที่ดำเนินการกับลักษณะทางกายภาพของข้อมูล เช่นเดียวกับ Broadbent's Filter Model of Selective Attention แต่ความแตกต่างที่สำคัญคือ ตัวกรองของ Treisman Attenuates เป็นการลดทอนแทนที่จะกำจัดสิ่งที่ไม่สนใจ (Fulcher, 2009)

ลักษณะหลักของโมเดลมีรายละเอียดดังนี้ (แสดงในภาพที่ 3)

- การเลือกอยู่บนพื้นฐานของด้านกายภาพเป็นหลักเช่นเดียวกับโมเดลการกรองของการเลือกสนใจของ Broadbent

- ถ้าข้อมูลที่ถูกกลดทอนลงยังอยู่กับข้อมูลที่สนใจ มันสามารถรบกวน และส่งผลต่อการกระทำได้



ภาพที่ 3 โมเดล Treisman's Attenuation (Fulcher, 2009)

Deutsch and Deutsch's Late Selection Model

ความเกี่ยวข้อง (Pertinence) หมายถึง ลักษณะสำคัญของสิ่งกระตุ้น ความเกี่ยวข้องกับสิ่งกระตุ้น เช่น เสียงเรียกชื่อของเรา หรือสิ่งที่มองเห็นนั้นเป็นสิ่งที่เราสนใจ หรือมีผลกระทบโดยตรงต่อกิจกรรมที่กำลังทำอยู่ (เช่น สัญญาณไฟจราจรในขณะที่เรากำลังขับรถ) แนวคิดของโมเดลนี้มีความเกี่ยวข้องกับการเบี่ยงเบนการรับรู้ และกระบวนการทางจิต ช่วยอธิบายปรากฏการณ์คือกิลเลสปาร์ตี้ และบางสิ่งของโมเดลของบรอดเบนท์ (Broadbent) ให้ชัดเจนขึ้น ตลอดจนสามารถอธิบายการเลือกสนใจได้มากกว่าโมเดลของ Treisman (Fulcher, 2009)

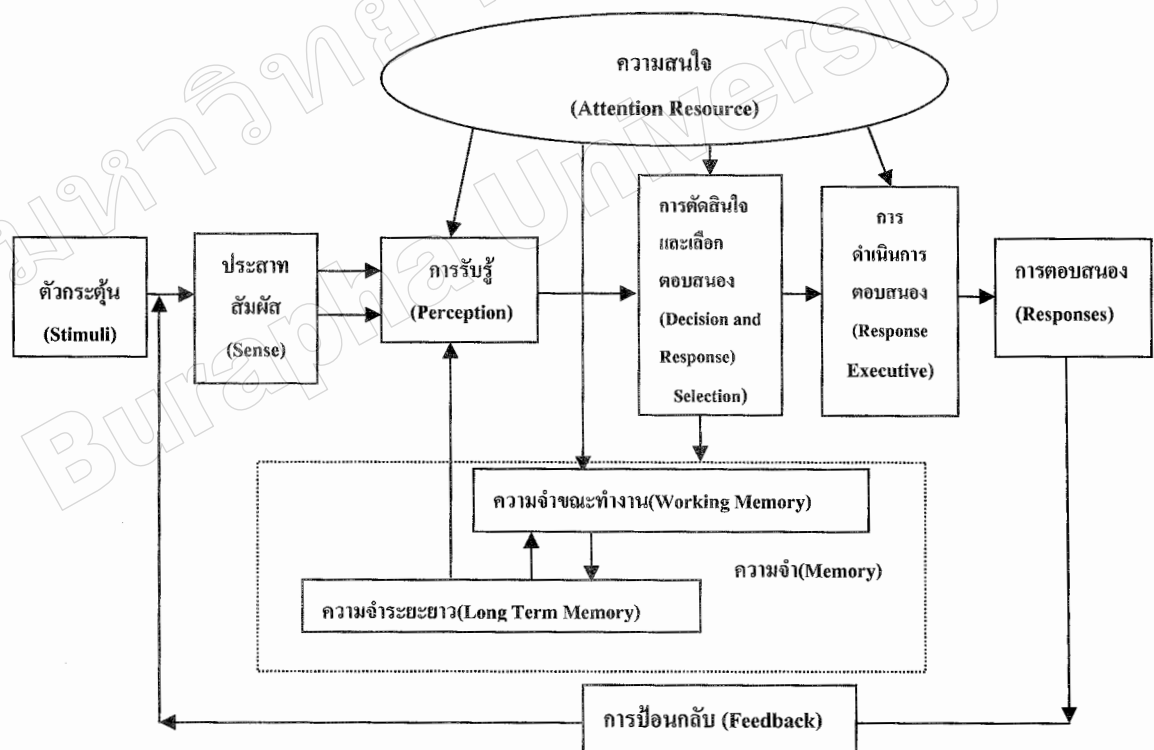
เมื่อพิจารณาโมเดลทั้ง 3 โมเดลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ล้วนอยู่ในกรอบการทำงานของโมเดลกระบวนการประมวลผลข้อมูล

Model of Human Information Processing

โมเดลกระบวนการประมวลผลข้อมูล (Information Processing) ประกอบด้วย ลำดับของขั้นตอน หรือกล่องที่นำเสนอขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการ ส่วนลูกศรแสดงการไหลเวียนของข้อมูลจากขั้นตอนหนึ่งไปยังขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนการนำเข้า (Input Process) เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งกระตุ้นต่างๆ ขั้นตอนการเก็บสะสม (Storage Process) ครอบคลุมทุกสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ ภายในสมอง และการจัดการสิ่งกระตุ้นเหล่านี้ ขั้นตอนของผลลัพธ์ที่ได้ (Output Process) การเตรียมการตอบสนองที่เหมาะสมต่อตัวสิ่งกระตุ้น

โมเดลการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ เริ่มจากการนำเข้าข้อมูลตัวกระตุ้นต่าง ๆ ผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับรู้ความรู้สึก เช่น ภาพ เสียง กลิ่น รส และสัมผัส เป็นต้น แล้วดำเนินการตอบสนองด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการบนลงล่าง (Top-down Processing) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้รับจากภายนอกไว้ที่อวัยวะรับรู้ความรู้สึกคือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อสมองเกิดความสนใจ ข้อมูลจะถูกส่งไปยังกระบวนการรับรู้ (Perceptual Process) เพื่อทำงานต่อและบันทึก (Encode) ข้อมูลที่ได้มาจากสัมผัสต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการ

ประมวลผลกลาง (Central Processing) คือ การคิด การตัดสินใจ และแก้ปัญหา ตลอดจนความจำ ขณะคิดมีการนำข้อมูลจากความจำระยะยาวซึ่งเก็บข้อมูลความรู้ (Knowledge) ต่าง ๆ ที่เราสะสมไว้ มาใช้พัฒนาการรับรู้และกำหนดการตอบสนอง (Responding) ส่วนกระบวนการล่างขึ้นบน (Bottom-up Processing) เกิดเมื่อสมองเกิดความสนใจต่อข้อมูลที่ได้รับจากอวัยวะรับความรู้สึก ข้อมูลจะถูกส่งไปกระบวนการรับรู้และการเลือกตอบสนอง (Response Selective) ซึ่งเป็นการจับคู่ข้อมูลที่เข้ามาทำให้เราสามารถรับรู้อย่างรวดเร็วว่ามีอะไรเกิดขึ้น สิ่งที่เกิดขึ้นจะเป็นอะไร และการตอบสนองอะไรเหมาะสมที่สุด (Wickens & Carswell, 2006) กระบวนการล่างขึ้นบนมีมาก ในกระบวนการรับรู้ ส่วนกระบวนการบนลงล่างพบมากในกระบวนการประมวลผลกลางและ กระบวนการเคลื่อนไหว (Motor Process) (Sanders, 1998) ทั้งสองกระบวนการมีความสนใจเป็น ศูนย์กลางทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ เป็นตัวเลือกจำกัดข้อมูลที่จะรับรู้ และตัวจัดการกิจกรรมว่า ต้องทำอะไร นอกจากนี้ โมเดลได้แสดงการป้อนกลับข้อมูลที่ได้จากการตอบสนองที่ล้มเหลว หรือ ประสบความสำเร็จ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนการตอบสนองไปยังระบบประสาทสัมผัส (Wickens & Carswell, 2006) ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โมเดลการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Wickens & Carswell, 2006)

จากโมเดลนี้จึงอาจเชื่อมโยงได้ว่า การเลือกสนใจเป็นขั้นแรกในการจัดลำดับความคิดของ การทำหน้าที่กระบวนการทางปัญญาโดยทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของกระบวนการทางปัญญา หลายด้าน เช่น การรับรู้ ความจำ (Bahrack, 2010) และการแก้ไขปัญหา

1. การรับรู้ (Perception) ความสนใจมีความสำคัญสำหรับการรวมคุณลักษณะของวัตถุ เช่น สี รูปร่าง ตำแหน่ง และการกำหนดทิศทางของกระบวนการรับรู้ (Styles, 2005)

2. ความจำ (Memory) กระบวนการเลือกสนใจช่วยเพิ่มความสามารถในการเก็บข้อมูล ให้คงอยู่เป็นระยะเวลานานขึ้น (Styles, 2005)

3. การแก้ไขปัญหา (Solving Problem) ความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาขึ้นอยู่กับ ความสนใจที่มีต่อปัญหานั้น (Goldstein, 2008)

ประเด็นสำคัญของการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสมองเมื่อศึกษาด้วยโมเดล เหล่านี้และวิธีการประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วย (McLeod, 2008)

1. โมเดลการประมวลผล เป็นการจัดลำดับสิ่งกระตุ้นที่เข้ามา กระบวนการจัดลำดับที่มี ประสิทธิภาพ หมายถึง การดำเนินการกระบวนการหนึ่งเสร็จก่อนที่จะเริ่มกระบวนการถัดไป ส่วนกระบวนการคู่ขนาน เป็นกระบวนการทั้งหมด หรือบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม กระบวนการคิดซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน กระบวนการนี้ได้มาจากการทดลองกิจกรรมสองอย่างในเวลา เดียวกัน (Dual-task) กระบวนการคู่ขนานอาจเกิดขึ้นได้ แต่ยากต่อการที่จะระบุว่า กิจกรรมมีส่วน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับ หรือคู่ขนาน เพราะว่ากระบวนการน่าจะเปลี่ยนตาม ก) กระบวนการที่ต้องการแก้ไขปัญห และ ข) การฝึกทำกิจกรรม กระบวนการคู่ขนานเกิดได้บ่อยใน คนที่มีทักษะสูง เช่น เสมิเยนพิมพ์ดีดที่มีทักษะสามารถสนใจตัวอักษรที่อยู่ข้างหน้าได้หลายตัวใน ขณะที่ผู้เริ่มฝึกหัดสนใจได้เพียงหนึ่งตัวอักษร

2. ความคล้ายคลึงกันระหว่างกระบวนการคิดของมนุษย์ และการทำงานของคอมพิวเตอร์ ที่นำมาใช้ในเรื่องของขอบเขตวิธีการประมวลผลข้อมูล

คอมพิวเตอร์ได้รับการพิจารณาว่า เป็นระบบการประมวลผลข้อมูลตราบเท่าที่คอมพิวเตอร์ มีการรวมข้อมูล โดยเก็บสะสมข้อมูลเตรียมไว้สำหรับการแก้ไขปัญหต่าง ๆ ส่วนมากมีหน่วย ประมวลผลกลางที่มีความศักยภาพจำกัด สมองของมนุษย์มีศักยภาพครอบคลุมกระบวนการคู่ขนาน ส่วนการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดลำดับ และมนุษย์ควบคุมกระบวนการ คิดโดยอาศัยปัจจัยความขัดแย้งทางอารมณ์ และแรงจูงใจ

3. หลักฐานเกี่ยวกับทฤษฎี หรือโมเดลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความสนใจเหล่านี้ล้วนเกิดขึ้น ภายใต้อะบวนการประมวลผลข้อมูลส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนฐานของการทดลองภายใต้การควบคุม เงื่อนไขทางวิทยาศาสตร์ที่ส่วนมากศึกษาในห้องทดลอง

โดยสรุป กระบวนการคิดมีการเชื่อมโยงกันเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย (เช่น คุณให้ความสนใจใน ห้องเรียน เพราะต้องการสอบผ่าน) ในทางตรงข้ามการทดลองภายในห้องทดลองจะแยกกระบวนการ คิดรูปแบบอื่น และปัจจัยเกี่ยวกับแรงจูงใจจากกันอย่างสมบูรณ์ แม้ว่า การทดลองในห้องทดลอง เหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการแปลผล แต่ข้อมูลนั้นอาจไม่สามารถนำไปใช้ในโลกแห่งความจริงภายนอก ห้องทดลองได้ ปัจจุบันมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการคิด (เช่น วงจรการรับรู้) แต่ส่วนใหญ่ความสนใจจะถูกศึกษาแยกจากกระบวนการคิดอื่น แม้ว่า การทำ หน้าที่ของระบบจะมีการพึ่งพาอาศัยกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และความจำ จากข้อมูล ดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้โมเดลการประมวลผลข้อมูลของ Wickens and Carswell เป็นแนวทาง

ในการประเมินตัวแปรตาม เนื่องจากเป็นโมเดลที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและมีความเชื่อมโยงความสนใจกับกระบวนการอื่น ๆ

กลไกการทำงานของความสนใจและการรับรู้

ปัจจัยที่เป็นตัวกระตุ้นการเลือกสนใจ ประกอบด้วย กลไกภายนอก หรือล่างขึ้นบน (Exogenous, Bottom-up) หมายถึง การเคลื่อนย้ายความสนใจที่มีลักษณะเป็นไปโดยอัตโนมัติตามสิ่งกระตุ้นที่มีลักษณะเด่น หรือเป็นที่สนใจ เช่น สิ่งกระตุ้นที่มีการเคลื่อนไหว หรือมีลักษณะแตกต่างอย่างชัดเจน เช่น ดอกไม้สีแดงท่ามกลางทุ่งหญ้าสีเขียว และกลไกภายในหรือบนลงล่าง (Endogenous, Top-down) เป็นการให้ความสนใจในการควบคุมความสนใจไปยังสิ่งกระตุ้น เพื่อให้แสดงพฤติกรรมออกมาให้เป็นไปในทิศทางที่มุ่งหวัง ซึ่งกลไกของล่างขึ้นบน และบนลงล่างมีการทำงานร่วมกัน ดังนั้น ความสมดุลของการกระตุ้นความสนใจจากภายนอกและภายในจึงมีความสำคัญต่อชีวิต หากเกิดความไม่สมดุลขึ้นอาจนำไปสู่จิตพยาธิวิทยา เช่น โรคสมาธิสั้น (Neokleous et al., 2011)

ระยะเวลาความสนใจของมนุษย์มีหลายค่าขึ้นอยู่กับคำจำกัดความของความสนใจที่นำมาใช้ หากเป็นความสนใจแบบเพ่งความสนใจ (Focused Attention) เป็นการตอบสนองระยะสั้นต่อสิ่งที่มาดึงดูดความสนใจ ระยะเวลาความสนใจจะเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 8 วินาที ส่วนความสนใจต่อเนื่อง (Sustained Attention) เป็นระดับความสนใจที่คงที่ต่อกิจกรรมเป็นเวลานาน ปกติระยะเวลาของความสนใจต่อเนื่องสูงสุดประมาณ 20 นาทีในเด็กตอนปลายและผู้ใหญ่ (Dukette & Cornish, 2009) หากความสนใจทั้งสองแบบทำงานไปพร้อม ๆ กันตลอดเวลา ทำให้สามารถเลือกสิ่งที่สำคัญและให้ความสนใจต่อสิ่งนั้นได้นานขึ้น

ดังนั้น ความสนใจเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากต่อการเรียนรู้และการใช้ชีวิตประจำวัน ถ้าได้รับการจัดการ หรือแก้ไขในแนวทางที่ถูกต้องจะช่วยให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพและเหมาะสมตามวัย (ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา, 2549) เนื่องจากความสมดุลของความสนใจที่เกิดจากปัจจัยภายใน หรือบนลงล่างที่ต้องให้ความสนใจในการควบคุมความสนใจไปยังสิ่งกระตุ้น เพื่อให้แสดงพฤติกรรมออกมาให้เป็นไปในทิศทางที่มุ่งหวัง ซึ่งเกิดจากการรับรู้ที่มีสติ และความสนใจที่เกิดจากปัจจัยภายนอก หรือล่างขึ้นบนมีลักษณะเป็นไปโดยอัตโนมัติ สอดคล้องกับงานวิจัยหลายงานพบว่า ทักษะการรับรู้มีความสัมพันธ์กับการปรับตัวทางสังคมโดยความสนใจเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรับรู้ เช่น การมองเห็นและการได้ยิน (Peelen & Mruczek, 2008; Sanders et al., 2006) ซึ่งในทางทฤษฎีการมีทักษะความสนใจบกพร่องจะนำไปสู่การบกพร่องเกี่ยวกับการรับรู้ (Combs & Gouvier, 2004) เช่น การบกพร่องทางการมองเห็นและการได้ยิน (Boynton, 2005; Moore et al., 2008) และมีผลต่อการแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งกระตุ้น (Boynton, 2005) ซึ่งจะได้นำกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการรับรู้ ระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และกลไกการรับรู้ในหัวข้อต่อไป

การรับรู้

การรับรู้ คือ กระบวนการจัดระบบ (Organizing) ตีความข่าวสาร (Interpreting) และทำความเข้าใจ (Understanding) ข้อมูลทางประสาทสัมผัสของสมอง (The Brain Sensory Information) กล่าวคือ การรับรู้เป็นมากกว่าการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การรับรู้รส และการสัมผัสทางผิวหนัง แต่การรับรู้เป็นขั้นตอนแรกแห่งการรู้ตัวอย่างมีสติ และกระบวนการรับรู้

มีความสลับซับซ้อนจึงสามารถนำไปสู่การรับรู้ที่ผิดพลาดได้ (นันทพล โรจนโกศล, 2551)

กลไกประสาทสัมผัสหลักของมนุษย์เป็นช่องทางการรับรู้ของระบบประสาทที่ส่งข้อมูลผ่านการประมวลผลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และกลไกประสาทสัมผัสหลักที่สำคัญที่สุด คือ ตา หู และการเคลื่อนไหว แต่ละคนอาจจะมีกลไกประสาทสัมผัสหลักที่มีประสิทธิภาพเพียงหนึ่งกลไกหรือหลายกลไก การมีช่องทางการรับรู้ตั้งแต่ 2 กลไกขึ้นไปที่มีประสิทธิภาพเท่า ๆ กัน ผลที่ได้คือ กลไกประสาทสัมผัสรวมที่มีประสิทธิภาพ กลไกเหล่านี้สามารถประเมินผ่านทางกิจกรรมบางอย่างได้ มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีกลไกการรับรู้ทางตาดี ร้อยละ 30 การรับรู้ทางหูดี ร้อยละ 25 และการรับรู้ทางการเคลื่อนไหวดีร้อยละ 15 ส่วนอีกร้อยละ 30 มีกลไกประสาทสัมผัสรวมที่ดี (Barbe & Milone, 1981) ธรรมชาติและการเลี้ยงดูมีส่วนทำให้การพัฒนากลไกประสาทสัมผัสให้ดีขึ้น ส่วนเพศและความถนัดของมือมีผลต่อกลไกประสาทสัมผัสน้อย ส่วนอิทธิพลของอายุมีผลค่อนข้างมาก โดยพบว่า นักเรียนประถมศึกษาตอนต้นมีแนวโน้มของการรับรู้ทางหูดีกว่าตา หรือ การเคลื่อนไหว แต่เมื่อเด็กเจริญเติบโตขึ้นจะมีกลไกประสาทสัมผัสเป็นแบบรวมกันและมีการพึ่งพาซึ่งกันและกันเปลี่ยนตามการมองเห็น และการเคลื่อนไหวอย่างชัดเจน ส่วนนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายและผู้ใหญ่มีแนวโน้มของการรับรู้ทางตาดีกว่า จึงเลือกสนใจกับภาพมากกว่าเสียง ช่วงเวลาการทำงานร่วมกันระหว่างจิตและร่างกาย (Psychophysics) ในการตัดสินใจตอบสนองต่อเสียงกระตุ้นจะใช้เวลานานกว่าภาพกระตุ้น (Droit-Volet, Tourret, & Wearden, 2004) แต่การรับรู้ทางหูเริ่มมีความสำคัญมากกว่าการเคลื่อนไหว นักเรียนที่มีกลไกประสาทสัมผัสรวมดีมีประโยชน์ในชั้นเรียน แม้ว่าเขาจะไม่ได้ฉลาดกว่านักเรียนที่มีกลไกประสาทสัมผัสเดียว แต่จะสามารถประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า (Barbe & Milone, 1981) จึงอาจสรุปได้ว่า การรับรู้ทางตาและหูเป็นกลไกประสาทสัมผัสหลักที่มีความสำคัญต่อการประมวลผลข้อมูลของนักเรียน

ระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้

ข้อมูลจากสิ่งเร้าภายนอกทั้งหมดผ่านเข้าสู่ระบบประสาท และกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญที่ไพรมารี เซนซอรี คอร์เทกซ์ (Primary Sensory Cortex) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นการแปลรหัสข้อมูลสิ่งเร้าภายนอกอย่างละเอียดว่าคืออะไร มาจากที่ใด และขนาดเท่าใด แล้วส่งให้แอสโซซิเอชัน เซนซอรี คอร์เทกซ์ (Association Sensory Cortex) ซึ่งเป็นพื้นที่ในสมองที่ทำหน้าที่ทำความเข้าใจและตีความรหัสข้อมูลที่เข้ามา แต่การแปลและตีความข้อมูลการรับรู้ยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่น เช่น ความสนใจ ความจำ (Memory) และภาษา (Language) (นันทพล โรจนโกศล, 2551)

กลไกของการรับรู้

กลไกการรับรู้เกิดขึ้นจากสิ่งเร้าภายนอกและภายในร่างกายมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม อวัยวะรับสัมผัส (Sensory Organ) เป็นเครื่องรับสิ่งเร้าของมนุษย์ ส่วนที่รับความรู้สึกของอวัยวะรับสัมผัส อาจอยู่ลึกเข้าไปข้างในมองจากภายนอกไม่เห็น อวัยวะรับสัมผัสแต่ละอย่างมีประสาทรับสัมผัส (Sensory Nerve) ช่วยเชื่อมอวัยวะรับสัมผัสกับเขตแดนการรับสัมผัสต่าง ๆ ที่สมอง และส่งผ่านประสาทมอเตอร์ (Motor Nerve) ไปสู่อวัยวะมอเตอร์ (Motor Organ) ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ และต่อมต่าง ๆ ทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองของอวัยวะมอเตอร์ แต่จะออกมาในรูปใดขึ้นอยู่กับ

การบังคับบัญชาของระบบประสาท ส่วนสาเหตุที่มนุษย์เราไวต่อความรู้สึก เพราะเซลล์ประสาทของประสาทรับสัมผัสแบ่งแยกแตกออกเป็นกิ่งก้านแผ่ไปติดต่อกับอวัยวะรับสัมผัสและอวัยวะรับสัมผัสมีเซลล์รับสัมผัสที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวจึงทำให้มนุษย์รับสัมผัสได้ (นันทพล โรจนโกศล, 2551)

กลไกการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นและการได้ยินเข้าสู่สมอง

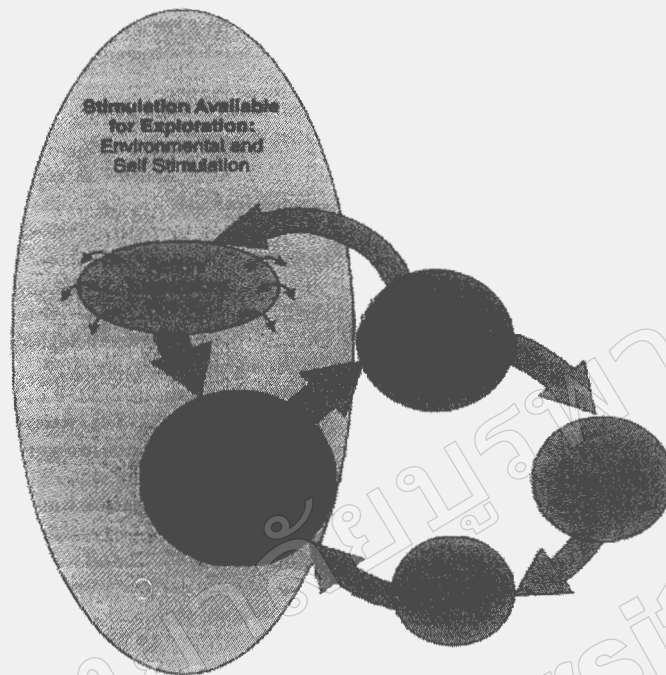
กลไกการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นเข้าสู่สมอง

กระแสประสาทจากเซลล์รับความรู้สึก (Receptor Cells) จะถูกส่งผ่านใยประสาท (Nerve Fiber) ของเซลล์ปมประสาท (Ganglion Cells) มารวมเป็นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 (Optic Nerve) แต่ละใยประสาทจะมีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบตามตำแหน่งที่มาจากเซลล์รับความรู้สึก (Receptor Cells) ในเรตินา เมื่อมาถึงบริเวณออฟติกไคแอสมา (Optic Chiasma) ใยประสาทที่มาจากรีตินาด้านข้างจมูก จะข้ามไปอยู่ในออฟติกแทรค (Optic Tract) ด้านตรงข้าม และออฟติกแทรคจะนำกระแสประสาทไปสู่แลทเทอราลเจเนอิกูเลทบอดี้ (Lateral Geniculate Body) ในส่วนของทาลามัสเพื่อไซแนปส์กับเซลล์ประสาทตัวใหม่จากนั้นกระแสประสาทจะถูกส่งผ่านไปสู่สมองหลังซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549)

กลไกการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการได้ยินเข้าสู่สมอง

กระแสประสาทจากเซลล์ขนจะถูกส่งเข้าสู่ใยประสาทของเส้นประสาทโคเคลีย (Cochlear Nerve) และเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 (Auditory Nerve) เพื่อไซแนปส์กับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่คอเคลียนิวเคลียส (Cochlear Nuclei) ของสมองส่วนพอนต์ และเมดูลลาจากนั้นจะไซแนปส์กับเซลล์ประสาทตัวที่ 3 ที่มีเดียลเจเนอิกูเลทบอดี้ (Medial Geniculate Body) และอินฟีเรียลคอลลิคูลัส (Inferior Colliculus) ในสมองส่วนกลาง แล้วส่งไปยังศูนย์การได้ยิน (Auditory Cortex) ในสมองด้านขมับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549)

โดยสรุป ความสนใจมีความสำคัญต่อการรวมลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการรับรู้ เช่น สี รูปร่าง และที่ตั้ง เป็นต้น เพื่อใช้ในการเลือกตอบสนองต่อสิ่งที่ได้รับรู้ (Styles, 2005) การเลือกสนใจ จึงถือว่าเป็นประตูทางเข้าที่รับ และจัดการข้อมูล โดยการเลือกสนใจต่อสิ่งกระตุ้นเป็นผลจากการค้นหาจากสิ่งกระตุ้นที่ได้รับรู้ทั้งภายในและภายนอกแล้วนำไปสู่การเรียนรู้และความจำ ในทางกลับกันสิ่งที่ได้จากการรับรู้ การเรียนรู้และความจำมีอิทธิพลต่อการเลือกสนใจต่อเนื่องเป็น วงจรความสนใจ→การรับรู้→การเรียนรู้→ความจำ→ความสนใจ (Bahrick, 2010) ดังแสดงใน ภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเลือกสนใจเป็นศูนย์กลางของกระบวนการรับรู้ การเรียนรู้และความจำ (Bahrick, 2010)

การเลือกความสนใจสำหรับการวิจัยนี้ จึงเป็นความสามารถในการตัดสิ่งเร้าที่ไม่เกี่ยวข้องออก เพื่อเลือกความสนใจต่อสิ่งที่ได้จากการรับรู้และเลือกตอบสนองเฉพาะสิ่งนั้น คือ ภาพและเสียง

สมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสนใจ

การศึกษาภาพสมองในมนุษย์ และสัตว์หลายการศึกษา แสดงว่า โครงสร้างทางระบบประสาทเกี่ยวกับเครือข่ายความสนใจ ประกอบด้วยส่วนหน้า (Frontal Component) ซึ่งอยู่ในสมองส่วนหน้า (Anterior) และส่วนพาริเอทัล (Parietal Component) ในสมองส่วนหลัง (Posterior) (Driver & Frackowiak, 2001) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวและกระบวนการทางปัญญา (Serrien, Ivry, & Swinnen, 2006) โดยพื้นที่หลักของสมองส่วนหน้าที่ใช้ในการศึกษาความสนใจ คือ

- สมองส่วนหน้าสุดด้านล่างซ้าย (Ventrolateral Prefrontal Cortex: VLPFC) และสมองส่วนหน้าสุดด้านบนซ้าย มีความสำคัญต่อการตอบสนองในส่วนของการควบคุมบนลงล่าง (Botvinick, Cohen, & Carter, 2004) ให้ความสนใจโดยตรงต่อกิจกรรมและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

- สมองส่วนคอร์เท็กซ์ด้านหน้า (Anterior Cingulate Cortex: ACC) ทำหน้าที่ควบคุมค้นหาความขัดแย้งจากสิ่งกระตุ้นที่มารบกวน (Weissman, Warner, & Woldorff, 2004) การเลือกตอบสนองและการยับยั้ง สมองส่วนนี้จะถูกกระตุ้นเมื่อต้องให้ความสนใจต่อลักษณะสิ่งกระตุ้นที่มีมากกว่าหนึ่งลักษณะ

2. สมองส่วนพาริเอทัล มีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินการและกำหนดเป้าหมายตามการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง (Kanwisher & Wojciulik, 2000) คือ

- ส่วนโพสทีเรียร์ ซุปรีเรียร์ พาริเอทัล (Posterior Superior Parietal Lobule: PSPL) มีหน้าที่วิเคราะห์ ผสมผสานข้อมูลของการมองเห็นในระดับสูงและเป็นเครือข่ายของการเกิดความสนใจจดจ่อร่วมกับบริเวณสมองส่วนหน้า คือ เครือข่ายฟรอนโตพาริเอทัล (Frontoparietal Network) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณความสนใจบนลงล่าง (Top-down Attention) ไปยังพื้นที่อื่น ๆ ในระบบ เช่น ส่วนรับรู้ความรู้สึกเพื่อให้สนใจต่อลักษณะของสิ่งกระตุ้น (Frith, 2001)

นอกจากนี้ มีพื้นที่หลายส่วนที่มีความสำคัญกับความสนใจ ซึ่งเป็นเครือข่ายทำงานร่วมกันในบริเวณเปลือกสมองและใต้เปลือกสมอง เช่น

- เรติคูลาร์ ฟอร์เมชัน (Reticular Formation) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่เข้ามาไปยังทาลามัสปรับความสนใจและกรองสิ่งรบกวน (Filbey et al., 2008) ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ดำเนินการและรวมข้อมูลจากสัมผัสต่าง ๆ ที่เข้ามา แก้ปัญหาความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่คาดหวังและการรับรู้ในขณะนั้น

- เปลือกสมองส่วนการฟัง (Auditory Cortex) ตั้งอยู่ในซูปรีเรียร์เทมพอรัล (Superior Temporal Cortex) เกี่ยวข้องกับกระบวนการใช้ประสาทสัมผัสหลากหลายชนิดที่มีอยู่ในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งพร้อมกัน (Multisensory) เช่น การระบุเสียงและการบอกตำแหน่ง (King et al., 2007) โดยกระบวนการในแอนทีเรีย ออดิทอรี คอร์เทกซ์ (Anterior Auditory Cortex) มีความจำเป็นสำหรับการระบุความถูกต้องของการฟัง และกระบวนการในโพสทีเรียร์ ออดิทอรี คอร์เทกซ์ (Posterior Auditory Cortex) มีความจำเป็นสำหรับการระบุความถูกต้องของตำแหน่งเสียง

- เปลือกสมองส่วนการมองเห็นแบ่งเป็น 2 วงจร คือ วงจรสัญญาณด้านบน (Dorsal Stream) ประกอบด้วย สมองส่วนพาริเอทัลให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งการเคลื่อนไหว ระยะระหว่างวัตถุ และวงจรสัญญาณด้านล่าง (Ventral Stream) ประกอบด้วย สมองส่วนเทมพอรัลไจรัส (Temporal Gyrus) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวัตถุ โดยมีสมองส่วนหลัง เป็นส่วนหนึ่งของทั้งสองวงจร (Mochizuki & Kirino, 2008)

- สมองซีกขวาเป็นสมองที่เป็นจิตใต้สำนึกมีหน้าที่เกี่ยวกับทิศทาง สร้างกระบวนการต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถทำอะไรหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน จะมองภาพแบบรวม ๆ มากกว่าการเจาะรายละเอียด เป็นส่วนที่ค่อนข้างผ่อนคลาย และมีหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ เข้าใจ (Reception) มากกว่า

- สมองซีกซ้ายเป็นส่วนที่อยู่ในจิตสำนึกที่จะทำได้ทีละอย่างและทำหน้าที่เกี่ยวกับการแสดงออก

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาการเลือกสนใจเกี่ยวกับการมองเห็นและการฟัง โดยเฉพาะกระบวนการระบุภาพและเสียง รวมทั้งตำแหน่งของภาพและเสียง ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในวิถีประสาทของการมองเห็นและการฟังในสมองส่วนหน้า ส่วนขมับ ส่วนพาริเอทัล ส่วนหลัง ทั้งซีกซ้ายและซีกขวา

กลไกการทำงานของสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสนใจ

การสร้างและการทำงานของสารสื่อประสาทในสมองมีขั้นตอนดังนี้ (กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี และโสภา เกริกไกรกุล, 2546)

1. เซลล์สมองถูกกระตุ้นจากสัมผัสต่าง ๆ (ผ่านทางหู ตา จมูก ลิ้น ผิวหนัง) ทำให้เกิดการหลั่งสารนี้ที่บริเวณสายใยประสาทสายส่งข้อมูล
2. สารนี้จะผ่านจุดเชื่อมไปจับกับใยประสาทตัวรับข้อมูลที่จุดรับเฉพาะ
3. เซลล์สมองตัวรับเมื่อถูกกระตุ้นจากข้อมูลต่าง ๆ ทำให้เซลล์สมองส่งสัญญาณกระตุ้นให้เกิดการทำงาน หรือกวดการส่งสัญญาณ
4. สารสื่อประสาทที่หลั่งออกมาจะถูกทำลายโดยเอนไซม์ที่ทำหน้าที่จำเพาะที่จุดเชื่อม หรือถูกดูดกลับหมด (Reuptake) โดยเซลล์สมองตัวส่ง เซลล์สมองหนึ่งตัวสามารถเป็นทั้งถูกกระตุ้น หรือถูกกวดการทำงานแต่อยู่คนละจุดกันภายในหนึ่งเซลล์ กลุ่มที่ถูกกระตุ้นจะมีจุดรับมากกว่าการถูกกด

สารสื่อประสาทแบ่งตามการทำงานได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มกระตุ้นสมอง (Excitatory Neurotransmitter) ได้แก่
 - เซโรโทนิน ทำให้รู้สึกอารมณ์ดี ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเกือบทุกข่าวสารผ่านไปต่าง ๆ ในสมอง ถ้าขาดจะทำให้คนซึมเศร้า มองคุณค่าตัวเองต่ำ โดยเซโรโทนินจะทำงานเฉพาะในบริเวณสมองส่วนกลาง เมื่อเกิดความรู้สึกพอใจ
 - อะเซทิลโคลีน ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้ข้อมูลส่งผ่านได้ดีขึ้น มีบทบาทสำคัญในความจำระยะยาว ถ้าขาดสารนี้ทำให้สมาธิลดลง ซึมเศร้า และนอนไม่ค่อยหลับ อะเซทิลโคลีนทำหน้าที่ขึ้นอยู่กับการตำแหน่งของสมอง ถ้าส่งไปที่สมองส่วนหน้าและฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) จะทำหน้าที่ควบคุมความสามารถในการสนใจจดจ่อ การสร้างความทรงจำใหม่ และการตัดสินใจ
 - เอนโดर्फิน (Endorphin) เป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดความสุข อารมณ์ดี ช่วยให้สมองเจริญเติบโตและเรียนรู้ได้ดี พบมากหลังการเคลื่อนไหวออกกำลังกาย
 - โดปามีน พบมากในสมองส่วนบาซัล แกงเกลีย ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับสมาธิ ความสนใจ และการเรียนรู้ ในขณะที่เดียวกันก็มีผลต่อความรู้สึกตื่นตัว การเรียบเรียงความนึกคิด การทำหน้าที่ของสมองในการควบคุมการเคลื่อนไหว การออกกำลังกาย/ เคลื่อนไหวร่างกายและการทำสมาธิจะทำให้สารเหล่านี้หลั่งทำให้สามารถเรียนรู้และจำได้ดีขึ้น

2 กลุ่มกวดการทำงานของสมอง (Inhibitory Neurotransmitter) ซึ่งทำให้เซลล์สมองหยุดการทำงาน ได้แก่ ฮอโมนความเครียดอย่างคอร์ติซอล จะหลั่งเมื่อมีความกดดันและความเครียดอย่างต่อเนื่อง มีผลยับยั้งการส่งผ่านข้อมูลข่าวสาร การเรียนรู้ภายในสมอง การเจริญเติบโตของสมอง และใยประสาท และทำลายเซลล์สมองและใยประสาท ส่งผลให้เด็กสมาธิสั้น ควบคุมตนเองไม่ได้และความสามารถในการเรียนลดลง

เมื่อเกิดการกระตุ้นที่สมองส่วนหน้าจะทำให้มีการกระตุ้นที่ไฮโปทาลามัสด้านข้าง (Lateral Hypothalamus) และกระตุ้นสมองบริเวณดอร์ซอล ราพี (Dorsal Raphe: DR) ให้ผลิตสารสื่อประสาทเซโรโทนินเพิ่มขึ้น จะมีผลต่อระบบสารเคมีอื่น ๆ ในสมองโดยเฉพาะสารสื่อประสาท

โดปามีนและอะเซทิลโคลีน ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่ทำหน้าที่ในการกำกับการทำงานของสมองทั้งหมด เมื่อสารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีนเพิ่มมากขึ้นในสมองส่วนหน้าจะทำให้ความสนใจและการมีสติสัมปชัญญะดีขึ้น และถ้าอะเซทิลโคลีนเพิ่มขึ้นบริเวณสมองพาริเอทัลจะทำให้ความสามารถในการกำกับการดูแลตนเองดีขึ้น (สมพร กันทรดุษฎี, 2554) ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้จากการออกกำลังกาย/ การเคลื่อนไหวร่างกายและการฝึกสมาธิ

วิธีการพัฒนาการเลือกสนใจ

จากบททบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการเลือกสนใจ โดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสนใจทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ สามารถจำแนกวิธีการพัฒนาความสนใจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. การฝึกออกกำลังกาย ที่นำมาใช้ในการพัฒนาการเลือกสนใจมีหลายประเภท

โดยมีการนำไปใช้ฝึกในกลุ่มคนปกติ ได้แก่

- โปรแกรมการฝึกการควบคุมความตั้งใจสำหรับนักกอล์ฟระดับเริ่มต้น โดยมีผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 1 คนเป็นเพศหญิงอายุ 16 ปีที่อาสาสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกนี้ใช้เวลา 28 วัน โดยทำการฝึกทุกวัน ทำการทดสอบพร้อมบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ช่วง 3 นาทีแรกก่อนการฝึก ทุกวันที่ 1 7 14 21 และ 28 พบว่า คลื่นแอลฟาช่วงก่อนการฝึก 3 นาทีแรกของวันที่ 14 21 และ 28 เพิ่มมากกว่าช่วงก่อนการฝึกวันที่ 1 และ 7 ช่วงการคงระดับคลื่นแอลฟาหลังการฝึกเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการฝึก (อิริตา ภาสวณิช, 2548)
- ผลของโยคะต่อการเลือกสนใจและการมีสมาธิในกลุ่มผู้ใหญ่ตอนต้น อายุ 18-25 ปี โดยการเปรียบเทียบโยคะและการออกกำลังกายแอโรบิก เพื่อพิสูจน์ว่า การฝึกโยคะพัฒนาความสนใจดีกว่าการออกกำลังกายแอโรบิก ซึ่งทั้งสองกลุ่มต้องทำการทดสอบความสนใจ คือ ดิทูเทสต์ (D2 Test) ก่อนและหลังการออกกำลังกาย พบว่า คะแนนความสนใจของทั้งสองกลุ่มดีขึ้นหลังการออกกำลังกาย โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายแอโรบิกมีคะแนนดีกว่ากลุ่มออกกำลังกายโยคะ ข้อจำกัดของการศึกษาคือการฝึกโยคะและการออกกำลังกายแอโรบิกหลากหลายรูปแบบทำให้ต้องมีผู้สอนหลายคน ซึ่งแต่ละคนมีรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกัน (Carlin et al., 2009)
- ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางต่อกระบวนการตอบสนองและกระบวนการทางสมองของผู้สูงอายุ โดยกลุ่มเป้าหมายคือผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายระดับปานกลางเป็นประจำกับผู้สูงอายุที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย พบว่า กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายระดับปานกลางเป็นประจำมีกระบวนการตอบสนองโดยใช้เวลาตอบสนองน้อยกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย (Hatta et al., 2005)

ส่วนการพัฒนาการเลือกสนใจโดยการฝึกออกกำลังกายในกลุ่มเด็กที่มีความต้องการพิเศษ ได้แก่ โปรแกรมการฝึกโยคะสำหรับเด็กที่มีปัญหาเกี่ยวกับสมาธิ ในนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีปัญหาเกี่ยวกับสมาธิ จำนวน 10 คน ฝึกโยคะสัปดาห์ละ 2 วัน ๆ ละ 30 นาทีเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีนักจิตวิทยาเป็นผู้สังเกตการสบตาและการปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมายขณะอยู่ในห้องเรียน ซึ่งผลการศึกษา พบว่า เด็กมีการสบตาและปฏิบัติตามสิ่งที่ได้รับมอบหมายดีขึ้นหลังการฝึกโยคะ ส่วนการคำนวณขนาดอิทธิพลของโยคะที่มีต่อความสนใจ พบว่า มีขนาดอิทธิพลเพิ่มขึ้นอยู่

ในช่วง 1.5-2.7 ภายหลังการฝึกโยคะและภายหลังการติดตามมีขนาดอิทธิพลอยู่ในช่วง 0.77-1.95 (Peck, Kehle, Bray, & Theodore, 2005)

2. การฝึกสมาธิ โดยดำเนินการฝึกในกลุ่มที่ไม่เคยฝึกสมาธิ ได้แก่

- การฝึกสมาธิอย่างง่ายที่มีผลต่อการควบคุมความสนใจ กระบวนการรับรู้ และอารมณ์ในกลุ่มผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการฝึกสมาธิ จำนวน 20 คน ดำเนินการทดสอบก่อนและหลังการฝึกทำสมาธิเป็นเวลา 10 วัน ประเมินโดยใช้แบบรายงานตนเองในการวัดสมาธิ การคิดไตร่ตรองและอารมณ์ และใช้กิจกรรมประเมินความจำขณะทำงาน ความสนใจต่อเนื่อง และการเปลี่ยนความสนใจ พบว่า หลังการฝึกเสร็จสิ้นมีการพัฒนาในเรื่องของสมาธิ ความสนใจ อาการกดดัน การคิดไตร่ตรอง การกระทำเกี่ยวกับความจำขณะคิด และความสนใจต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกสมาธิอย่างมีนัยสำคัญ (Chambers, Lo, & Allen, 2008)

- การฝึกสมาธิระยะสั้นพัฒนาความสนใจ และการควบคุมตนเองในกลุ่มนักศึกษา ระดับปริญญาตรี จำนวน 80 คน เป็นชาย 44 คน และหญิง 36 คน สุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่มทดลองฝึกไอบีเอ็มที ระยะเวลา 5 วัน ๆ ละ 20 นาทีต่อวัน และกลุ่มควบคุมได้ข้อมูลจากซีดีเกี่ยวกับการผ่อนคลายร่างกายในระยะเวลาเท่ากัน ทั้งสองกลุ่มต้องทำแบบทดสอบแอตเทนชันเน็ตเวิร์คเทสต์ก่อนและหลังการฝึก โดยใช้คะแนนที่ได้แทนเวลาตอบสนอง การตรวจระดับคอร์ติซอลและซีรีทรอรี ไอจีเอ (sIgA) 3 ช่วง คือ ช่วงพัก หลังทำแบบทดสอบ และหลังการฝึก 20 นาที พบว่า กลุ่มทดลองมีความสนใจและการควบคุมตนเองด้านความเครียดดีกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนความขัดแย้งที่ได้จากแอตเทนชันเน็ตเวิร์คเทสต์ กลุ่มทดลองมีพัฒนาการของคะแนนความขัดแย้งดีกว่า มีระดับคอร์ติซอลลดลง และปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้น (Tang et al., 2007)

3. การฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ มีการนำวิธีนี้มาใช้ในการฝึกการบริหารความสนใจ เช่น การศึกษาประสิทธิภาพของเครือข่ายความสนใจในเด็กอายุ 4-6 ปี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมให้ดูวิดีโอและกลุ่มทดลองได้รับการฝึกให้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้คันควบคุมบังคับทิศทาง การทำนาย ความจำขณะคิดและการแก้ปัญหาความขัดแย้ง เป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาเครือข่ายการจัดการความสนใจและไอคิวดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccomanno, & Posner, 2005)

โดยสรุป การพัฒนาความสนใจด้วยวิธีเหล่านี้ มีการศึกษาทั้งในกลุ่มปกติและในคลินิก ซึ่งในกลุ่มคนปกติเป็นกลุ่มนักศึกษาและกลุ่มผู้ใหญ่ ส่วนในคลินิกเป็นกลุ่มเด็กสมาธิสั้น การวิจัยนี้จึงสนใจการพัฒนาการเลือกสนใจโดยการฝึกออกกำลังกายร่วมกับการฝึกสมาธิในรูปแบบของการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตในกลุ่มนักเรียนซึ่งเป็นวัยรุ่นตอนต้น

การประเมินการเลือกสนใจ

วิธีการประเมินการเลือกสนใจที่นำมาใช้ในการวิจัยมีหลากหลายประเภท ทั้งแบบทดสอบกระดาษ และการทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ มีการนำเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ซึ่งเป็นการวัดทางชีววิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับตำแหน่งและกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสนใจ

- การวัดโดยใช้แบบทดสอบทางจิตวิทยาที่ใช้วัดความสนใจ ได้แก่ ดิทูเทสต์ (d2-Test) ใช้วัดความสนใจต่อสิ่งกระตุ้น และการมีสติในการยับยั้งสิ่งรบกวน โดยแบบทดสอบมีตัวอักษรทั้งหมด 14 แถว ซึ่งแต่ละแถวมีตัวอักษรจำนวน 47 ตัวผสมกันอย่างสุ่ม แต่ละแถวใช้เวลา 20 วินาทีในการขีดเส้นคู่ใต้หรือเหนือตัวอักษร D เท่านั้น (Budde, Voelcker-Rehage, Pietrabyk-Kendziorra, Ribeiro, & Tidow, 2008)

- การทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานวิจัยส่วนใหญ่ ได้แก่ แอตเทนชันเน็ตเวิร์คเทสต์ (Attention Network Test: ANT) ประกอบด้วย การตื่นตัว (Alerting) การเลือกสิ่งกระตุ้น (Orienting) และการแก้ปัญหาความขัดแย้ง (Conflict Resolution) โดยให้ตอบสนองต่อลูกศรที่เป็นเป้าหมายซึ่งอยู่ตรงกลางแถวว่า ชี้ไปทางเดียว หรือตรงข้ามกันอย่างใดอย่างหนึ่ง มีจำนวนทั้งหมด 248 การทดสอบ (Tang et al., 2007) อินเตอร์เฟอเรนซ์พาราโดม (Interference Paradigm) เป็นการตอบสนองต่อการแยกแยะ (โดยการกดปุ่มซ้ายกับกดปุ่มขวา) ต่อสิ่งกระตุ้นหนึ่งโดยไม่สนใจสิ่งกระตุ้นอื่น ๆ สำหรับกิจกรรมความขัดแย้ง (Conflict Tasks) เช่น การทดสอบสโตรปเทสต์ (Stroop Test) อาจถูกกำหนดมาให้ตอบสนองต่อสิ่งที่เหมือนกัน หรือตรงข้ามกับเป้าหมาย และกิจกรรมออกบอล (Oddball) ผู้ถูกทดลองจะได้รับการแนะนำให้สนใจสิ่งที่ไม่ค่อยปรากฏ (เป้าหมาย) และไม่สนใจสิ่งที่ปรากฏบ่อย (ไม่ใช่เป้าหมาย) (Ridderinkhof & Van der Stelt, 2000) เช่น งานวิจัยของ Hillman, Castelli, and Buck (2005) ที่ศึกษาสมรรถภาพทางกายและการทำงานของกระบวนการรู้คิดทางประสาทวิทยาในกลุ่มเด็กก่อนวัยรุ่น ผู้ถูกทดลองในการศึกษาคือเด็กก่อนวัยรุ่น และวัยรุ่นผู้ใหญ่ตอนต้น จำนวน 24 คน ใช้การทดสอบที่เรียกว่า วิวอล ออกบอล พาราโดม (Visual Oddball Paradigm) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองและสัญญาณไฟฟ้าของสมอง (Neuroelectronic) โดยผู้ถูกทดลองตอบสนองต่อเป้าหมาย ขณะที่ไม่รู้สิ่งที่ไม่ใช่เป้าหมาย แล้วนำเวลาการตอบสนองและความถูกต้องมาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Cahn and Polich (2009) ได้ศึกษาสมาธิ (วิปัสสนา) และองค์ประกอบ P3a ของศักย์ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่ฝึกวิปัสสนา จำนวน 16 คน ซึ่งแต่ละคนต้องฝึกสมาธิมาเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 20 ปี และฝึกสมาธิทุกวันอย่างน้อย 2 ปี โดยฝึกสมาธิอย่างน้อยวันละหนึ่งชั่วโมงครึ่ง ผู้ถูกทดลองต้องหลับตาทำสมาธิเป็นเวลา 25 นาที หรือควบคุมความคิดพร้อมกับฟังชุดข้อมูลเสียง หลังจากที่ได้ฟังเสียง 2 เสียงแล้ว ผู้ถูกทดลองจะได้รับการฟังเสียงกระตุ้นและถูกสอนให้ตอบสนองด้วยการกดปุ่มต่อเสียงเป้าหมายในช่วงการทำสมาธิ และการควบคุมความคิด โดยลำดับของการปรากฏเสียงทั้ง 3 เสียงเป็นไปโดยการสุ่ม มีจำนวนเสียงทั้งหมด 250 เสียง ประกอบด้วยเสียงมาตรฐาน (500 Hz) มีความน่าจะเป็นในการปรากฏ 0.8 เสียงความถี่ 1,000 Hz มีความน่าจะเป็นในการปรากฏ 0.1 และเสียงรบกวน มีความน่าจะเป็นในการปรากฏ 0.1 เสียงกระตุ้นผ่านทางหูฟังด้วยความดัง 80 เดซิเบล เป็นระยะเวลา 60 มิลลิวินาที และช่วงระยะเวลาระหว่างเสียงกระตุ้น 1 วินาที ผู้มีส่วนร่วมจะได้รับการกระตุ้นด้วยเสียง 2 ครั้ง คือ ในช่วงการทำสมาธิ และช่วงควบคุมความคิดด้วยช่วงระยะเวลาที่เท่ากัน และ D'Angiulli, Herdman, Stapells, and Hertzman (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (ERPs) ที่มีต่อการเลือกสนใจเสียงของเด็กกับสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งกลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มเด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูง และกลุ่มเด็ก

ที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ โดยวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการตอบสนองที่มีต่อกิจกรรมการเลือกสนใจเสียงไม่แตกต่างกัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางสมอง พบว่า มีความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ (ERPs) ระหว่างเสียงที่สนใจและเสียงที่ไม่สนใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มเด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูงเท่านั้น

- การวัดทางชีววิทยา เป็นการวัดทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของสมองที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสนใจ ซึ่งแบบทดสอบทางจิตวิทยาไม่สามารถชี้ให้เห็นว่าสมองส่วนไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงได้แก่ การใช้เทคนิควิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมอง ซึ่งมีหลายวิธี เช่น โพซิตรอนอีมิสชันโทโมกราฟี (Positron Emission Tomography: PET) การถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging: MRI) และแมกเนโตเอนเซฟาโลกราฟี (Magnetoencephalography: MEG) (Ahveninena et al., 2011) เป็นต้น ข้อดีของวิธีการเหล่านี้ คือ สามารถให้รายละเอียดทางพื้นที่ (Spatial Resolution) ได้ดี เหมาะสำหรับการวิเคราะห์บริเวณที่เปลี่ยนแปลงภายในสมอง แต่วิธีการเหล่านี้มีข้อจำกัดทางด้านการตอบสนองทางเวลาที่ช้า การติดตั้งเครื่องมือใช้เวลานาน จำกัดพื้นที่สำหรับกิจกรรมในการทดลอง ส่วนการใช้เทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณเปลือกนอกของสมองจะได้คลื่นไฟฟ้าสมองซึ่งสามารถวัดการตอบสนองทางเวลาของคลื่นไฟฟ้าสมองได้เร็ว (ระดับมิลลิวินาที) และกำหนดกิจกรรมในการทดลองได้หลากหลาย

สำหรับวิธีการพื้นฐาน 2 วิธีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมความสนใจของมนุษย์ คือ วิธีการอธิบายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Approach) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งกระตุ้นกับพฤติกรรม เช่น การตรวจสอบจากความเร็ว หรือความถูกต้องในการตอบสนอง และวิธีการอธิบายเชิงสรีรวิทยา (Physiological Approach) เกี่ยวข้องกับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของสมองและพฤติกรรมการตอบสนอง เช่น แอมพลิจูด ช่วงระยะเวลาของการเกิดศักย์ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Goldstein, 2008)

สรุปการประเมินการเลือกสนใจสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้แบบทดสอบการวิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมอง และการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ใช้กิจกรรมเลือกสนใจภาพและเสียงโดยพัฒนาจากแนวทางกิจกรรมของ Ramos-Loyo, Gonzalez-Garrido, Amezcua, and Guevara (2004) ร่วมกับการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณเปลือกสมองขณะทำกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมประกอบด้วย ภาพกระตุ้น (Visual Stimuli) และเสียงกระตุ้น (Auditory Stimuli) นำเสนอภาพกระตุ้น (ภาพเป้าหมายและไม่ใช่อำนาจเป้าหมาย) ที่ข้างซ้าย หรือขวา สำหรับภาพกระตุ้นนำเสนอผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเสียงกระตุ้น (เสียงเป้าหมายและไม่ใช่อำนาจเป้าหมาย) นำเสนอผ่านทางหูฟังข้างซ้ายและขวา ลำดับการนำเสนอสิ่งกระตุ้นเป็นไปอย่างสุ่ม กำหนดให้ภาพหรือเสียงกระตุ้นเป้าหมายมีความน่าจะเป็นในการปรากฏ 20% ส่วนภาพหรือเสียงกระตุ้นที่ไม่ใช่เป้าหมายมีความน่าจะเป็นในการปรากฏ 80% โดยให้สนใจและตอบสนองเมื่อสิ่งกระตุ้นเป้าหมายปรากฏที่ข้างซ้ายหรือขวาของจอ คอมพิวเตอร์ และกดปุ่มตอบสนองด้วยนิ้วชี้ขวาภายในระยะเวลาที่กำหนดอย่างรวดเร็วและถูกต้อง ประเมินวัดการเปลี่ยนแปลงใน 2 ประเด็น คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

(Behavior) ได้แก่ ระยะเวลาการตอบสนอง และความถูกต้องของการตอบสนอง และสัญญาณไฟฟ้าของสมอง

3. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของสมองที่ได้จากการวางขั้ววัดสัญญาณ (Electrode) ที่หนังศีรษะ มีข้อที่ควรระวังคือ การรบกวนจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและตา ซึ่งการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ออกกำลังกายเป็นเรื่องที่ยาก โดยทั่วไปนักวิจัยจึงใช้บันทึกหลังการออกกำลังกายมากกว่าบันทึกในขณะที่ออกกำลังกาย จากการทบทวนงานวิจัยมี 2 วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง คือ 1 การวิเคราะห์สัญญาณดิบ 2 การวิเคราะห์ศักย์ไฟฟ้า (Evoked Potentials: EP) หรือศักย์ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ ซึ่งทั้งสองวิธีนี้นำมาใช้ในการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อกระบวนการรู้คิด (Audiffren, 2009)

การจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง มีขั้นตอนดังนี้ (อนุพันธ์ ภารศิลป์, 2549)

1 ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ขั้นตอนแรกคือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าขั้ววัดสัญญาณ ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ถูกทดลอง ขั้ววัดดังกล่าวจะมีหลายแบบทั้งแบบที่เป็นแผ่นแปะ (Plate) และแบบหมวกครอบศีรษะ (Cap) แต่การศึกษานี้ใช้แบบหมวก ซึ่งมีขั้ววัดหลาย ๆ อันอยู่ภายในหมวกทำให้ขั้ววัดสัญญาณได้พร้อมกันหลายจุด สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันต่ำมากในระดับมิลลิโวลต์ จึงต้องขยายสัญญาณก่อนด้วยเครื่องขยายเฉพาะที่เรียกว่า ไบโอมพลิฟายเออร์ (Bio Amplifier) ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการป้องกัน กำจัดสัญญาณรบกวน และขยายสัญญาณในย่านความถี่ต่ำ ๆ เช่น คลื่นไฟฟ้าสมองได้ดี จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลด้วยเครื่องดิจิทัลไลเซอร์ (Digitizer) และสัญญาณดิจิทัลจะถูกบันทึกไว้โดยคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การส่งสัญญาณดิจิทัลระหว่างดิจิทัลไลเซอร์และคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องมีวงจรไฟฟ้าแยกจากกัน เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ไหลย้อนกลับมายังขั้ววัดซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้

2 รูปแบบของการวัดด้วยขั้ววัด โดยทั่วไปการใช้ขั้ววัด (Electrode Plate) เพื่อตรวจจับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง แบ่งได้สองวิธีคือ ก) แบบฝังภายใน (Invasive) ใช้ในทางการแพทย์เป็นหลักเพื่อใช้ตรวจสอบหาอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานของสมอง ข) แบบแปะภายนอก (Non Invasive) สามารถทำได้ง่ายและไม่อันตราย ปัจจุบันขั้ววัดมีแบบที่เป็นหมวกครอบศีรษะซึ่งใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น การวิจัยนี้ใช้แบบหมวกครอบศีรษะเนื่องจากปลอดภัยและลดภาวะเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บจากการผ่าตัดแก่ผู้ทดสอบ (Subject) ได้มากกว่า

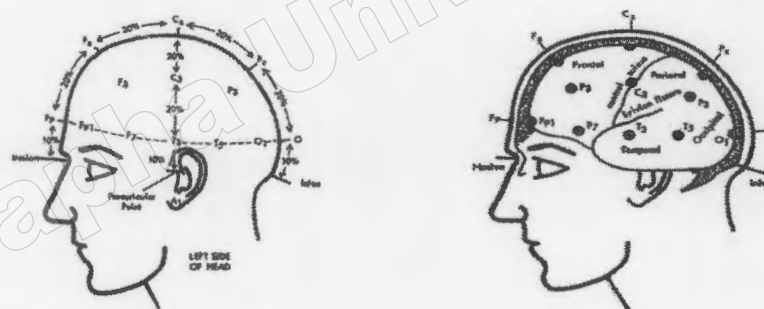
3 การเลือกตำแหน่งของจุดวัดสัญญาณบนศีรษะ เนื่องจากสมองแต่ละส่วนจะมีหน้าที่หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายแตกต่างกัน ดังนั้น หากเลือกตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สัญญาณที่ได้มีองค์ประกอบที่ไม่ต้องการเยอะกว่าองค์ประกอบที่ต้องการ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทที่ 3

4 ช่วงความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่สามารถวัดได้ เนื่องจากสัญญาณที่ตรวจวัดได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำมาก ก่อนที่จะนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลจะต้องผ่าน

การขยายโดยเครื่องขยายสัญญาณก่อน ถ้าเครื่องขยายออกแบบมาไม่ดีจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของความถี่บางความถี่ได้ รวมทั้งอาจมีสัญญาณรบกวนแปลกปลอมแทรกเข้ามาในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

5 สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และข้อตรวจวัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการไม่ได้ทำความสะอาดหนังศีรษะก่อนแปะขั้ววัด ในกรณีที่ใช้ขั้ววัดแบบพาสซีฟ (Passive) ซึ่งเป็นขั้ววัดที่ไม่มีวงจรขยายสัญญาณในตัวเอง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวบั่นทอนคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้บางส่วน

การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10-20 เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้าตามมาตรฐานของอเมริกัน อีอีจี โซไซตี้ (American EEG Society) หลักการวาง คือ ใช้ระยะระหว่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตารางที่มีการตัดกันที่ 10-20% ของระยะแต่ละเส้นที่วัดเพื่อวางขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น ๆ มาตรฐานในการกำหนดตำแหน่งการวัดสัญญาณ (The Ten-twenty system; The International 10-20 System of Electrode Placement) เป็นวิธีปฏิบัติการเพื่อหาตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้าตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ แล้วแบ่งส่วนออกเป็น 10% และ 20% (ระยะที่วัดได้แต่ละเส้นคิดเป็น 100%) ตัวเลข 10-20 หมายถึง ตำแหน่งวางขั้ววัด แต่ละจุดถูกกำหนดให้วางอยู่บนจุดแบ่งตัดกันที่ 10% หรือ 20% ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ (อุบล ปารมมี, 2544) ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 6 ระบบ 10-20 System ขั้ววัดจะวางอยู่ตำแหน่งตัดกันที่ 10% และ 20% ของระยะทางที่แบ่งบนเส้นวัดศีรษะแต่ละเส้น (อุบล ปารมมี, 2544)

6 อัตราความถี่สุ่ม (Sampling Rate) ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นดิจิทัล (Digitizing) ถ้าหากใช้ความถี่สุ่มต่ำไปจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของสัญญาณที่ความถี่สูง ๆ ได้ เนื่องจากย่านความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้จะอยู่ในช่วง 0-100 เฮิร์ตซ์เท่านั้น

โดยปกติสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายจะต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าเพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างเซลล์ในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เซลล์ของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจ และระบบประสาท จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำงาน ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างบริเวณที่ทำงานและบริเวณที่ไม่ทำงาน ในขณะที่มีชีวิตอยู่สมองจะต้องทำงานอยู่เสมอโดยที่เราอาจจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัว ดังนั้น คนที่มีชีวิตจึงมีกระแสไฟฟ้าจากสมองจำนวนน้อย ๆ ที่วัดได้ตลอดเวลา การวัดกระแสไฟฟ้าใน

สมองของคนจะวัดได้จากการวางขั้วไฟฟ้าไปบนหนังศีรษะ เรียก อีอีจี (Electroencephalograph: EEG) ถ้าใช้ขั้วไฟฟ้าเสียบไปที่ผิวของสมองโดยตรงเรียก อีซีโอจี (Electrocorticograph: ECOG) ทั้งอีอีจี (EEG) และอีซีโอจี (ECOG) จะมีความถี่เหมือนกัน แต่ความแรงของอีอีจีจะน้อยกว่าอีซีโอจี เนื่องจากกระแสลดน้อยลงเมื่อผ่านกะโหลกศีรษะและหนังศีรษะ การเกิดกระแสไฟฟ้าในเซลล์ประสาท เริ่มต้นจากการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านผนังเซลล์ เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้นไซโตเลียมจะเข้าสู่เซลล์และโพแทสเซียมจะถูกขับออกนอกเซลล์ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ที่สามารถวัดได้ ต่อมาจะกลับคืนสู่ปกติดังเดิม การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ต้องอาศัยพลังงานจากสารเคมีกลุ่มที่มีฟอสเฟตพลังงานสูงเรียกว่า อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate: ATP) ช่วยในการทำงานของสารสื่อประสาท เมื่อเซลล์ประสาทส่วนหนึ่งได้รับการกระตุ้น จะปลดปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้เดินไปตามใยประสาท (Nerve Fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาท กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ ที่เกิดขึ้นจะไปกระตุ้นเซลล์ประสาทถัดไปให้ปล่อยประจุหรืออาจตรวจพบเป็นคลื่นไฟฟ้าผิดปกติพบได้ในบริเวณที่มีไฟฟ้าต่อไปเป็นทอด ๆ สัญญาณไฟฟ้านี้เรียกว่า คลื่นไฟฟ้าสมอง มีลักษณะเคลื่อนไหวขึ้นและลงเหมือนคลื่นทั่วไปใช้หน่วยการวัดเป็นรอบต่อวินาที ความถี่และความแรงของคลื่นไฟฟ้าของระบบประสาทที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับการรวมของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ นอกจาก การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสรีรวิทยาของคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีความแตกต่างในแต่ละบุคคลแล้วยังขึ้นอยู่กับการปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ การนอน

ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมองจำแนกตามความถี่ของคลื่นได้ดังนี้ (มนทิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549)

1. คลื่นเดลต้า (Delta: δ) คลื่นชนิดความถี่น้อยกว่า 4 Hz ไม่พบในคนปกติที่ตื่นอยู่แต่พบในคนนอนหลับปกติ
2. คลื่นเธต้า (Theta: θ) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 4-7.9 Hz พบได้ปกติในเด็กและทุกอายุขณะนอนหลับใหม่ ๆ ระหว่างมีสมาธิ สะท้อนให้เห็นสภาพการตื่นตัวและการรบกวน พบได้ที่สมองซีกซ้ายมากกว่าซีกขวา ส่วนขมับ ส่วนกลาง ส่วนพาริเอทัล
3. คลื่นแอลฟา (Alpha: α) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 8-13 Hz ตำแหน่งที่พบคลื่นแอลฟาได้เด่นชัด คือ สมองส่วนหลัง ส่วนพาริเอทัลและส่วนขมับด้านหลัง (Posterior Temporal) จะตรวจได้ในผู้ที่ปล่อยตัวตามสบาย พบมากเมื่อหลับตาโดยไม่ได้อะไรในบริเวณหลังของสมอง (สมองส่วนหลัง) คลื่นแอลฟาจะหายไปเมื่อลืมตา หรือใช้สมาธิ
4. คลื่นเบต้า (Beta: β) เป็นคลื่นชนิดความถี่ 14-30 Hz มีความแรงต่ำมากจนบางครั้งไม่สามารถวัดได้ คลื่นเบต้าจะเพิ่มให้เห็นเด่นชัดขึ้นในขณะลืมตา ฟัง ตัดสินใจ และการประมวลผลข้อมูล ส่วนมากปรากฏที่สมองส่วนหน้า และส่วนกลาง
5. คลื่นแกมมา (Gamma: γ) ช่วงความถี่ตั้งแต่ 30 Hz ขึ้นไป อาจถึง 45 Hz ใช้ยืนยันผู้ที่มิโรคเกี่ยวกับสมอง

การกระตุ้นสมองหรือระดับของการกระตุ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง เมื่อเกิดความสนใจตามสิ่งที่อยู่ภายนอกคลื่นไฟฟ้าสมองจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้น (คลื่นเบต้า) ขณะที่คลื่นไฟฟ้าจะเคลื่อนไหวช้าลงเมื่อเกิดความสนใจที่ภายในจิตใจ ดังนั้น คลื่นไฟฟ้าสมองจึงสะท้อนการควบคุมความสนใจ (Hoffmann, 2004)

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองถูกนำไปประยุกต์ใช้งานวิจัยมีดังนี้ (Thompson, Steffert, Ros, Leach, & Gruzelier, 2008)

1. การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองก่อน/หลัง เพื่อทำนายการกระทำที่ดีที่สุด ใน 2 แนวทาง คือ ความแตกต่างของการกระทำระหว่างผู้ที่มีประสพการณ์กับผู้ที่ไม่ประสพการณ์และความแตกต่างระหว่างการประสพความสำเร็จกับการไม่ประสพความสำเร็จ เช่น

Lagopoulos et al. (2009) ที่ศึกษาการเพิ่มขึ้นของคลื่นเรต้าและแอลฟาระหว่างการฝึกสมาธิทางอ้อม ในกลุ่มที่ทำสมาธิเป็นประจำ จำนวน 13 คน พบว่า เรต้าพาวเวอร์เพิ่มขึ้นในช่วงของการมีสมาธิในสมองทุกส่วน โดยคลื่นเรต้าในสมองส่วนหน้า ส่วนขมับ-ส่วนกลางเพิ่มขึ้นมากกว่าสมองส่วนหลัง

Tei et al. (2009) ที่ศึกษาภาพแหล่งกำเนิดคลื่นสมองขณะพักของผู้ที่ทำสมาธิโดยการฝึกชี่กงและผู้ที่ไม่ฝึกทำสมาธิ กลุ่มละ 10 คน โดยกลุ่มควบคุมเป็นผู้ที่ไม่เคยฝึกทำสมาธิมาก่อน พบว่าการกระตุ้นสมองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน โดยสมองหลายส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและการรวมข้อมูลความรู้สึจากภายในและภายนอกของกลุ่มทดลองมีการกระตุ้นเพิ่มขึ้น พบคลื่นเดลต้ามากในพรีพรอนทัล คอร์เทกซ์ (BAs 9 10 11 44 45 46 และ 47) และสมองส่วนคอร์เทกซ์ด้านหน้า (BA 32) แต่พบน้อยในบริเวณที่เป็นส่วนรับรู้การเคลื่อนไหว (Motor) และการสัมผัส (Somatosensory Association Cortices: BAs 4 6 and 7) การมองเห็น (Visual Association Cortex: BAs 18 และ 19) เลฟ เทมโปโรพาริเอทัล จังก์ชัน (Left Temporo-parietal Junction: BA22 39 40) เลฟ พรีคูเนียส (Left Precuneus: BA31) ไบแลเตอร์ัล ฟูซิฟอร์ม ไจรัส (Bilateral Fusiform Gyrus) และไรท์ พาราฮิปโปแคมปัล ไจรัส (Right Parahippocampal Gyrus)

2. การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะจินตนาการการเคลื่อนไหว เนื่องจากไม่สามารถวัดคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่เคลื่อนไหวจริงได้ เช่น

Babiloni et al. (2008) ที่ศึกษาการทำนายผลการตีกอล์ฟด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณสมองที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัส ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกอล์ฟ โดยให้ยืนตีกอล์ฟบนแท่นที่เตรียมไว้ในสนามหญ้าตีกอล์ฟ 100 ลูก วัดการลดลงของคลื่นแอลฟาและเบต้า ระหว่างการตีกอล์ฟและก่อนตีกอล์ฟ พบว่า การตีกอล์ฟได้มีแอมพลิจูดของคลื่นแอลฟาต่ำกว่าการตีกอล์ฟไม่ได้ในบริเวณสมองส่วนหน้าและในบริเวณสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสของมือและแขนข้างขวาค่าพาวเวอร์ของคลื่นแอลฟาลดลง

3. ศึกษาความบกพร่องในการทำงานของเปลือกสมองภายใต้การกระตุ้นโดยใช้เงื่อนไขของสภาพแวดล้อม เช่น

Guilleminault et al. (2005) ที่ศึกษาการเดินละเมอเรื้อรังของผู้ใหญ่โดยการตรวจการนอนหลับ (Polysomnography) ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใหญ่อายุ 50 ปีที่เดินละเมอ การประเมินทางคลินิก แบบสอบถามผู้ป่วยและคู่นอน และการตรวจการนอนหลับเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า ความวิตกกังวล ความเครียด และอื่น ๆ มีความสัมพันธ์กับความผิดปกติของการนอนหลับ (Sleep Disorders) การเดินละเมอที่เกิดจากความผิดปกติจากโรคทางจิตเวชรักษาด้วยยา ส่วนความผิดปกติของการนอนหลับอื่น ๆ รักษาตามอาการเท่านั้น

4. การวัดในขณะทำกิจกรรม เช่น งานวิจัยของ Kamijo et al. (2004) ที่ศึกษาอิทธิพลของความหนักของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการประมวลผลในระบบประสาทส่วนกลางโดยการวัดศักย์ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเหตุองค์ประกอบ P300 ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คนอายุระหว่าง 22-33 ปี ในขณะทำกิจกรรมโก/ โน โก (Go/ No-go) ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองดำเนินการวัดก่อนและหลังการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานที่ระดับความหนักต่ำ ปานกลาง และสูง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และงานวิจัยของ Aziz-Zadeh, Liew, and Dandekar (2012) ที่ศึกษาระบบประสาทที่สัมพันธ์กับความสามารถในการสร้างสรรค์ภาพในนักศึกษาสถาปัตยกรรม จำนวน 13 คน โดยให้ทำกิจกรรมความสามารถในการสร้างสรรค์ภาพและกิจกรรมควบคุมเปรียบเทียบกับพบว่า กิจกรรมความสามารถในการสร้างสรรค์ภาพมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแอลฟาเพิ่มขึ้นที่สมองซีกซ้าย แต่กิจกรรมควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแอลฟาเพิ่มขึ้นที่สมองซีกขวา

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า คลื่นสมองที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสนใจ คือ คลื่นความถี่ต่ำ (เบต้าและแอลฟา) เป็นคลื่นที่แสดงให้เห็นกลไกการประมวลผลแบบบนลงล่าง ขณะที่คลื่นความถี่สูง (เบต้า และแกมมา) แสดงให้เห็นกลไกกระบวนการล่างขึ้นบน (Razumnikova, 2007) การตอบสนองของคลื่นแอลฟาจะพบในสมองส่วนรับรู้ลึกเพื่อให้เกิดกระบวนการตอบสนองที่เหมาะสม (Haegens, Luther, & Jensen, 2011) ค่าพาวเวอร์ของคลื่นแอลฟามีความสัมพันธ์กับกระบวนการทำงานของสมองที่เหมาะสม โดยค่าพาวเวอร์ของคลื่นแอลฟาจะมากในขณะที่พักและน้อยในขณะที่ทำกิจกรรม (Doppelmayr, Klimesch, Stadler, Pollhuber, & Heine, 2002; Klimesch, Vogt, & Doppelmayr, 2000) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาค้นคว้าและแอลฟาในสมองส่วนหน้า สมองส่วนขมับ สมองส่วนพาริเอทัล และสมองส่วนหลังทั้งซีกซ้ายและซีกขวา

4. การออกกำลังกายแบบผสานกายจิต (Mind-body Exercise)

การออกกำลังกายรูปแบบนี้ ถือเป็นกลุ่มย่อยของกิจกรรมทางกาย เป็นการฝึกที่มีมาแต่สมัยโบราณของจีนเพื่อพัฒนาสุขภาพกายและจิตใจ ให้ความสำคัญต่อการตระหนักรู้ตัวเอง (Self-awareness) และมุ่งสนใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมอง วิถีปลายประสาทรอบนอก (Peripheral Pathways) จิตใจ และร่างกาย (Chan, Cheung, Tsui, Sze, & Shi, 2009) ในปัจจุบันมีลักษณะแตกต่างกันไปมากกว่า 20 ชนิด ได้แก่

ไทชิ (Tai Chi)

ไทชิเป็นศิลปะการต่อสู้สมัยโบราณของจีนที่มีท่าทางการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ และสง่างามร่วมกับการทำสมาธิ และการหายใจอย่างสอดคล้องเหมาะสมไปพร้อมกัน ๆ เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างกายและใจ (Wahbeh, Elsas, & Oken, 2008)

โยคะ

การเล่นโยคะเป็นการปรับสมดุลระหว่างการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ เพื่อให้ระบบประสาทสามารถส่งการไปยังกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ ทั่วร่างกายได้ ทำให้ปอด และหัวใจทำงานดีขึ้น ส่งผลให้การไหลเวียนโลหิตดี (Davies, 2010)

ไม้พลอง

ไม้พลองเป็นศิลปะการต่อสู้สมัยโบราณของจีนมีท่าทางการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ ไม่ใช่ความรุนแรง โดยให้ใจจดจ่อกับการเคลื่อนไหว และการหายใจลึก ๆ เพื่อทำให้เกิดความสมดุลของพลังชีวิตของร่างกายที่เรียกว่า ชี ไหลเวียนไปทั่วร่างกาย มีประโยชน์ต่อกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น ข้อต่อ และอวัยวะภายในร่างกาย การออกกำลังกายนี้มีท่าการบริหารที่เรียนรู้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน (Davies, 2010)

สำหรับการวิจัยนี้เลือกใช้ออกกำลังกายแบบผสมผสานด้วยไม้พลองเนื่องจากมีลักษณะเด่นคือ เรียนรู้และฝึกฝนได้ง่ายโดยไม่ต้องอาศัยทักษะในการฝึกใด ๆ สามารถฝึกได้ทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการเหมาะสำหรับเด็ก รวมทั้งยังไม่มีการศึกษาว่า การออกกำลังกายประเภทนี้มีผลต่อกระบวนการทางปัญญาของเด็กอย่างไร

เกณฑ์ของการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิต

เกณฑ์ของการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตต้องประกอบด้วยอย่างน้อยหนึ่งข้อหรือทุกข้อดังนี้ (Larkey et al., 2009)

1. กระบวนการรวมความสนใจ (Focus on Mind) เป็นการรวมความสนใจกับเป้าหมายที่ตั้งไว้
2. การรับรู้การเคลื่อนไหว (Proprioceptive Awareness) เป็นลักษณะของการมีสติกับการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างช้า ๆ ผ่อนคลายร่วมกับการรวมความสนใจของจิตไปที่กล้ามเนื้อและการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ
3. ความสมดุลของการหายใจ (Breathing Rhythm Homeostasis) ช่วงจังหวะการหายใจและการรับรู้การหายใจ
4. การจัดตำแหน่งของร่างกาย (Anatomical Alignment) หรือรูปแบบการเคลื่อนไหวร่างกายให้เหมาะสม เกิดความสมมาตรของระบบกระดูกกล้ามเนื้อทั้งสองด้าน (Musculoskeletal Symmetry)

การออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิต เป็นการผสมผสานกันระหว่างการออกกำลังกายและการผ่อนคลาย (Relaxation) รวมทั้งการฝึกสมาธิ มีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่เฉพาะร่วมกับการที่ตึงมั่นกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งถือเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างกายและจิตมีทั้งการฝึกแบบหยุดนิ่งและการเคลื่อนไหว ซึ่งมีผลดีต่อการทำงานของระบบประสาท โครงสร้างกล้ามเนื้อ และต่อมไร้ท่อ มีการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับการหายใจจึงช่วยในการเพิ่มสมรรถภาพปอด การไหลเวียนเลือดและการส่งสัญญาณประสาทดีขึ้น (สุภาวดี ทองนอก, ศิริรัตน์ ปานอุทัย และ อัครอนงค์ ปราโมช, 2550) การออกกำลังกายนี้มีความหนักระดับปานกลางจึงมีประโยชน์เหมือนกับการออกกำลังกายเพื่อความแข็งแรงของหัวใจ เช่น พัฒนาการทำงานของปอดและเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พัฒนาการทำงานของสมอง ลดการสูญเสียชั้นสมองสีเทาในสมองส่วนหน้า ขมับ และ พาริเอทัล ลดการสูญเสียชั้นสมองสีขาวในทางเดินของกระแสประสาทส่วนหน้าและหลัง (Anterior and Posterior Tracts) เพิ่มการไหลเวียนโลหิต และการเชื่อมโยงของเซลล์ประสาท การออกกำลังกายรูปแบบนี้มีมากมายสำหรับผู้ใหญ่ แต่มีจำนวนน้อยที่เหมาะสมสำหรับเด็ก เพราะมีการเคลื่อนไหวที่ช้าและซับซ้อน เด็กจึงไม่สนใจและขาดความอดทนที่จะฝึก (Chan et al., 2008)

กลไกหลักของการออกกำลังกายผสมผสานกายจิต

การออกกำลังกายผสมผสานกายจิตประกอบด้วย 2 กลไก คือ (Taylor et al., 2010)

1. กลไกบนลงล่าง เป็นการเริ่มต้นกระบวนการทางจิตในระดับของสมองส่วนซีรีบิลคอร์เท็กซ์ กลไกนี้จึงหมายถึง การมีสติและตั้งใจทำกิจกรรม แม้ว่าจะมีกระบวนการระบบประสาทที่ไม่ตั้งใจเข้ามาเกี่ยวข้อง

2. กลไกล่างขึ้นบน เริ่มต้นด้วยการกระตุ้นตัวรับความรู้สึกจากร่างกาย อวัยวะภายใน ตัวรับสารเคมีเกี่ยวกับความรู้สึกต่าง ๆ ซึ่งมีอิทธิพลต่อระบบประสาทส่วนกลางและการทำงานของจิต โดยผ่านทางวิถีประสาทส่วนปลายไปยังก้านสมอง

การออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิต จึงเป็นการทำงานร่วมกันของกลไกบนลงล่างและล่างขึ้นบน เช่น การผ่อนคลายกล้ามเนื้อเกี่ยวข้องกับกลไกล่างขึ้นบนถูกกระตุ้นโดยความรู้สึกจากประสาทส่วนปลายตอบสนองไปยังอวัยวะภายใน เช่น การเกร็งของกล้ามเนื้อและความดันโลหิตลดลง) และกลไกกระบวนการบนลงล่างถูกกระตุ้นโดยการมุ่งสนใจและความตั้งใจที่จะผ่อนคลาย ในทำนองเดียวกับโยคะ ซึ่งประกอบด้วยการนั่งสมาธิ การหายใจ และการฝึกทางร่างกายที่มีผลต่อสรีรวิทยา และอารมณ์เกิดขึ้นโดยตรงที่ระบบประสาทส่วนกลาง และการศึกษาการสร้างภาพสมองเกี่ยวกับกลไกบนลงล่างของการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการกระตุ้นในพรีพรอนทัล สมองส่วนคอร์เท็กซ์ด้านหน้าและอินซูลา เช่น ความไม่สมดุลในการกระตุ้นพรีพรอนทัลมีความสัมพันธ์กับการจัดการความเครียดที่ไม่เหมาะสม หรือการเพิ่มขึ้นของคลื่นแอลฟาและเธต้าในสมองส่วนหน้าและพรีพรอนทัล (Newberg et al., 2001) นอกจากนี้ การศึกษาของ Travis et al. (2009) ได้แสดงว่า การฝึกสมาธิในนักศึกษาวิทยาลัยที่มีความเครียด ช่วยพัฒนาการนอนหลับและคลื่นสมองซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวัดความเครียด ส่วนกลไกล่างขึ้นบน ได้แสดงผลเชิงบวกต่อความตั้งใจตัวของระบบประสาทอัตโนมัติ (เช่น เส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 ซึ่งประกอบด้วยเส้นประสาทหลายเส้นไปรวมสู่อวัยวะต่าง ๆ เช่น หูตาด้านนอก ฟาริงค์ ลาริงค์ ปอดทำหน้าที่ย่อยเกี่ยวกับระบบประสาทอัตโนมัติ) (Gemignani et al., 2000) ส่งเสริมให้เกิดความเสถียรของการจัดสรรความสนใจและคลายความเครียดในกระบวนการรวบรวมข้อมูล (Saggar et al., 2012)

การนำการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตมาใช้ประโยชน์

การออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้ในการศึกษา เพื่อแสดงให้เห็นผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิต ทั้งในคลินิก และประชากรกลุ่มปกติ (Chan et al., 2009) ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตที่มีผลต่อการพัฒนาสมอง ร่างกายและจิตใจ มีดังนี้

จूरรัตน์ จุ่นเงิน (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายโยคะอาสนะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรีเขต 1 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ คือ โปรแกรมการออกกำลังกายโยคะอาสนะ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะ การปฏิบัติกรองตัว ผลการศึกษาแสดงว่า โปรแกรมการออกกำลังกายโยคะอาสนะมีประสิทธิภาพ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการฝึกโยคะอาสนะสูงกว่าก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

สุภาวดี ทองนอก และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบไท้จี๋ ซึ่งต่อความจำในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 30 ราย แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 ราย กลุ่มทดลองมีการออกกำลังกายแบบไท้จี๋ ซึ่งกึ่งสัปดาห์ละ 3 ครั้งเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เครื่องมือวิจัยได้แก่คู่มือการออกกำลังกายแบบไท้จี๋ ซึ่งกึ่ง ที่จัดทำโดยชมรมเพื่อสุขภาพไท้จี๋ ซึ่งกึ่งเชียงใหม่ เครื่องมือรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและแบบวัดความจำของวิลลาวัลย์ ไชยวงศ์ที่สร้างตามแนวคิดของแอตคินสัน และซิฟฟริน และการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ภายหลังจากการออกกำลังกายแบบไท้ จี๋ ซึ่งกึ่ง ผู้สูงอายุกลุ่มทดลองมีคะแนนความจำสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และภายหลังจากการออกกำลังกายแบบไท้ จี๋ซึ่งกึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนความจำสูงกว่าก่อนการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

อัมรินทร์ พ่วงแพ, จักรพงษ์ ขาวถิ่น และราตรี เรืองไทย (2010) ได้ศึกษาผลของการฝึกบริหารร่างกายด้วยฤาษีดัดตนที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในนักศึกษาหญิงโรงเรียนพณิชยการสุโขทัย กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 สาขาธุรกิจสถานพยาบาลอายุระหว่าง 17-20 ปี จำนวน 30 คนได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย แบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ฝึกบริหารร่างกายแบบท่าฤาษีดัดตน และกลุ่มควบคุมประกอบกิจวัตรประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองมาทำการฝึกกับผู้วิจัยทุกครั้งและทำการบริหารอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แล้วทดสอบสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับสุขภาพก่อนการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อส่วนบน และความทนทานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

Field, Diego, and Hernandez-Reif (2010) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายโยคะไท้ชิต่อความวิตกกังวล อัตราการเต้นของหัวใจ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง และการคำนวณคณิตศาสตร์ในกลุ่มผู้ใหญ่ซึ่งไม่เคยฝึกโยคะหรือไท้ชิจำนวน 38 คน มีการประเมินก่อนและหลังการฝึกโยคะไท้ชิต่อ 20 นาที โดยใช้แบบตรวจสอบรายการความวิตกกังวล (State Anxiety Inventory: STAI) การวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ และสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่สมองส่วนหน้ากลาง (F3 และ F4) กลาง (C3 และ C4) ขมับด้านหน้า (T3 และ T4) และพาริเอทัล (P3 และ P4) และการคำนวณคณิตศาสตร์ พบว่า อัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้น มีการลดลงของความวิตกกังวล ใช้เวลาคำนวณคณิตศาสตร์ลดลง และคำนวณได้ถูกต้องเพิ่มขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของคลื่นเรต้าที่บริเวณสมองส่วนหน้า

Chan, Han, and Cheung (2008) ได้วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของการผ่อนคลายแบบ Triarchic Body-pathway Relaxation Technique หรือTBRT ในกลุ่มนักศึกษาจำนวน 19 คน โดยให้นักศึกษา 10 คน ทำกิจกรรมการผ่อนคลายแบบ TBRT และทำกิจกรรมฟังเพลงเป็นลำดับต่อมา ส่วนอีก 9 คนทำสลับกัน (Counter Balance) พบว่า ในระหว่างที่ทำการผ่อนคลายแบบTBRT พบว่า สมองซีกซ้ายมีค่าแอลฟาพาวเวอร์ลดลงมากกว่าการฟังเพลง

งานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นอกจากการออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิต มีผลต่อร่างกายและจิตใจ ยังส่งผลต่อกระบวนการทางปัญญา ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เช่น เวลาที่ใช้ในการตอบสนองสิ่งกระตุ้น การตอบสนองที่ถูกต้อง เป็นต้น ส่วนการเปลี่ยนแปลง

สัญญาณไฟฟ้าของสมองที่สำคัญขณะทำกิจกรรมขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่นำมาใช้ทดสอบ ความหนักของการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ความหนักระดับปานกลาง (Kamijo, Nishihira, Higashiura, & Kuroiwa, 2007) ช่วงระยะเวลาของการออกกำลังกายที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของสมอง พบว่า การออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองต่อไปจนกระทั่งสิ้นสุดการออกกำลังกาย 1-2 สัปดาห์ (Berchtold, Castello, & Cotman, 2010; Seo, Kim, Park, Lee, & Park, 2010) งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ได้พบทวนจะทำการวิจัยในกลุ่มผู้ใหญ่และวัยรุ่นโดยดำเนินการวัดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าของสมอง ขณะออกกำลังกายแต่ละช่วงหรือหลังการออกกำลังกาย 20-25 นาที (เช่น งานวิจัยของ Field et al., 2010; Hillman et al., 2009) แต่ยังไม่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงหลังสิ้นสุดการออกกำลังกาย นอกจากนี้ กลุ่มเด็กอายุ 10-12 ปีเป็นกลุ่มเป้าหมายสำคัญที่น่าจะวิจัยผลระยะสั้นและระยะยาวของการออกกำลังกาย (Santhosh et al., 2008) และควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสมอง

5. การออกกำลังกายแบบผสมกายจิตด้วยไม้พลอง

การออกกำลังกายแบบผสมกายจิตด้วยไม้พลอง เป็นการออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ที่ไม่ต้องออกแรงมาก มีความต่อเนื่อง และใช้เวลานานพอควร ช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงานประมาณ 90-120 แคลอรี ทั้งนี้ขึ้นกับความแรงหรือความเร็วที่ทำ ไม้ที่ใช้มีความยาวเท่ากับช่วงข้อมือของแต่ละคนในขณะกางแขนออก หรือประมาณ 125-130 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้วไม่ควรเกิน 1.5 นิ้ว เพราะจะกำยากและไม่ถนัด วัสดุทำไม้พลองจะใช้ไม้ไผ่ ท่อพีวีซี หรือไม้ฉู้น ควรมีน้ำหนักที่พอเหมาะกับกำลังแขนแต่ละคน สำหรับผู้ที่เริ่มต้นฝึกเริ่มทำแต่ละท่าจำนวนน้อยครั้งและเคลื่อนไหวช้า ๆ ก่อน เมื่อเกิดความชำนาญจึงเพิ่มจำนวนครั้งและความเร็ว หากเหนื่อยอาจหยุดพักระหว่างท่าประมาณครึ่งถึงหนึ่งนาทีแล้วทำต่อ จะช่วยให้ปอด หัวใจ กล้ามเนื้อต่าง ๆ ดีขึ้นตาม ลำดับ ปัจจุบันการออกกำลังกายโดยไม้พลองในประเทศไทยมี 3 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

1. การรำไม้พลองอาจารย์เสริม ลอวิตาล เป็นผู้คิดค้น จัดเป็นการออกกำลังกายภูมิปัญญาชาวบ้าน มีกระบวนการทำในการออกกำลังกาย 12 ท่า โดยแต่ละท่ามี 2 จังหวะนับ 8 ครั้ง โดยนับ 1-8 และ 8-1
2. การออกกำลังกายรำไม้พลองของสาทิส อินทรกำแหง หรือรำตะบองของชีวจิตมีอยู่ทั้งหมด 12 ท่า โดยยึดหลักประโยชน์ 5 ประการ คือ การได้ออกกำลังกายและบริหารทุกส่วนของร่างกาย เกิดการหลั่งโกรธฮอร์โมน (Growth Hormone) มีความสุขในการออกกำลังกาย ใช้เวลาเหมาะสมกับชีวิตประจำวันและราคาถูก (สาทิส อินทรกำแหง, 2547)
3. การออกกำลังกายรำไม้พลองป่าบุญมี ในแต่ละท่าเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยมีการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง มีกระบวนการทำในการออกกำลังกาย จำนวน 12 ท่า จำนวนครั้งในการออกกำลังกายแล้วแต่ความสามารถของร่างกายแต่ละบุคคล โดยเริ่มครั้งละประมาณ 15-99 ครั้ง

องค์ประกอบหลักของการออกกำลังกายแบบผสมกายจิตด้วยไม้พลองต่อสมอง

การพัฒนาแบบการออกกำลังกายแบบผสมกายจิตด้วยไม้พลองผู้วิจัยได้นำการบริหารสมอง การหายใจ และการฝึกสมาธิ มาพัฒนาใช้ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยไม้พลอง เพราะทำออกกำลังกายตามหลักการบริหารสมองใน 3 มิติ คือ การเคลื่อนไหวร่างกายด้านข้างซ้ายและขวา การเคลื่อนไหวร่างกายด้านหน้าและหลัง และการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนบนและล่าง จะช่วยกระตุ้นการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ตลอดจนการทำงานสมองส่วนต่าง ๆ โดยในขณะที่เคลื่อนไหวร่างกายมีการหายใจที่ถูกต้องจะช่วยร่างกายเกิดความสุขและรู้สึกผ่อนคลาย และการฝึกสมาธิด้วยการใช้สายตาจดจ่อตามการเคลื่อนไหวของมือที่ถือไม้พลองอย่างช้า ๆ จะช่วยกระตุ้นสมองส่วนหน้าที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น กล้ามเนื้อตาทั้งสองทำงานร่วมกันมากขึ้น เชื่อมโยงให้เกิดการทำงานร่วมกับสมองส่วนอื่น ๆ ส่งผลให้เกิดการจัดระบบข้อมูลที่รับเข้ามาในระบบการประมวลผลของระบบประสาท ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์หลักของการออกกำลังกายแบบผสมกายจิตในเรื่องของการจัดตำแหน่งของร่างกาย/รูปแบบการเคลื่อนไหวร่างกายให้เกิดความสมมาตรของระบบกระดูกกล้ามเนื้อทั้งสองข้าง ความสมดุลของการหายใจ กระบวนการรวมความสนใจ และการรับรู้การเคลื่อนไหว

องค์ประกอบหลักสำหรับการออกกำลังกายแบบผสมกายจิตด้วยไม้พลองสำหรับการวิจัยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การบริหารสมอง

การออกกำลังสมองเป็นเสมือนการฝึกให้สมองส่วนต่าง ๆ ให้มีการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กัน ทำให้ระบบการทำงานของสมองแข็งแรง และมีพลังขึ้น เพราะเมื่อฝึกออกกำลังสมองบ่อย ๆ สมองจะมีการหลั่งสารนิวโรโทรฟินส์ซึ่งเปรียบเสมือน “อาหารสมอง” ที่ทำให้เซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ “เดนไดรต์” ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาททำงานดีขึ้น จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้เนื้อเซลล์เจริญเติบโตและเซลล์สมองแข็งแรง เมื่อเซลล์สมองส่วนใหญ่แข็งแรงจะทำให้เกิดความจำสมาธิ การรับรู้ ทำให้เกิดพฤติกรรมการแสดงออก รวมไปถึง “การทำงานของสมองระดับสูง” คือ การคิด แก้ปัญหา หรือการตัดสินใจ และการวางแผนที่ดีขึ้น หลักการออกกำลังกายสมองนั้นสามารถทำได้โดยส่งเสริมให้ประสาทสัมผัสได้แก่ การได้ยิน มองเห็น การได้กลิ่น และการสัมผัสทำงานประสานเชื่อมโยงกับอารมณ์ (Emotional Sense) (วรพรรณ เสนาณรงค์, 2552)

สมองมนุษย์เหมือนโฮโลแกรม (Hologram) ที่ให้ภาพ 3 มิติ ประกอบด้วย สมองซีกซ้ายกับซีกขวา (มิติด้านข้าง) ก้านสมองกับสมองส่วนหน้า (มิติจุดสนใจ) และลิมบิกกับเปลือกสมอง (มิติศูนย์กลาง) โดยแต่ละส่วนจะสัมพันธ์ซึ่งกันและกันจนเป็นหนึ่งเดียว การที่สมองทำงานแบบบูรณาการจะช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ (เดนิสสัน และพอล, 2546)

มิติด้านข้าง คือ ความสามารถที่จะข้ามเส้นกลางจุดศูนย์กลางของร่างกายและทำงานในบริเวณเส้นกลางตามแนวตั้งของร่างกาย การกระตุ้นส่วนต่าง ๆ ของสมองส่วนนี้ได้โดยโน้มตัวไปทางซ้ายและขวา หรือเคลื่อนไหวสลับข้าง (เดนิสสัน และพอล, 2546) เป็นการกระตุ้นสมองให้เกิดการประมวลผลแบบบูรณาการทั้ง 2 ข้าง โดยใช้การเคลื่อนไหว 2 ข้างไขว้กัน เพราะสมองแต่ละซีกควบคุมร่างกายซีกตรงข้าม ดังนั้น การเคลื่อนไหวแขนขาคนละข้างอย่างตั้งใจเป็นการใช้สมองสองซีก

พร้อมกันและเป็นการสร้างไมอีลินที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อประสาทข้ามคอร์ปัสคัลโลซัมได้ดีขึ้น ช่วยให้การทำงานของสมองทั้ง 2 ซีกประสานสัมพันธ์กันอย่างสมดุล ช่วยให้การมองเห็นทั้งสองข้างดีขึ้น การเคลื่อนไหวสลับข้างจะกระตุ้นสมองทุกส่วน เช่น ระบบเวสติบูลาร์ (Vestibular System) ซึ่งเป็นระบบรักษาสมดุลการสั่นสะเทือนของหูชั้นใน ศูนย์ควบคุมระดับการรู้สึกตัว (ทำให้สมองตื่นตัว) สมองเล็ก (การเคลื่อนไหวอัตโนมัติ) บาซิลแกงเกลีย (การเคลื่อนไหวแบบจงใจ) ระบบลิมบิก (การปรับสมดุลทางอารมณ์) และสมองส่วนหน้า (การใช้เหตุผล) นอกจากนี้ การเคลื่อนไหวสลับข้างอย่างช้า ๆ ยังช่วยเพิ่มโดปามีนในสมอง เพิ่มความสามารถในการมองเห็นรูปแบบและเรียนรู้ได้เร็วขึ้น

มิติจุดสนใจ คือ ความสามารถที่จะข้ามเส้นกลางซึ่งแบ่งร่างกายด้านหลัง และด้านหน้าออกจากกัน เช่นเดียวกับสมองส่วนหลัง และสมองส่วนพรีพรอนทัล การจัดการกับสมดุลเวสติบูลาร์ (หูชั้นใน) สัมผัสภายในกล้ามเนื้อ และการเห็นภาพ ซึ่งการกระตุ้น และส่งเสริมสมองส่วนนี้ทำได้โดยการยืนขึ้นโน้มตัวไปด้านหน้าและหลัง เพื่อกระตุ้นสมดุลการทรงตัว และสัมผัสภายในกล้ามเนื้อและการมองเห็น การยืดเส้นยืดสายและกิจกรรมที่ช่วยผ่อนคลายผ่านกลไกของการกระตุ้นเอ็นกล้ามเนื้อ (Gongi Tendon Organ: GTO) ที่ควบคุมปฏิกิริยาสะท้อนกลับ หลัง และกล้ามเนื้อคอ เพื่อผ่อนคลายความเครียด ส่งผลให้เกิดการสมดุลระหว่างจิตใจและร่างกาย รวมทั้งสมาธิ

มิติศูนย์กลาง คือ ความสามารถที่จะข้ามเส้นกลางระหว่างร่างกายสมองส่วนพาริเอทัลกับสมองส่วนล่าง และการทำงานที่สอดคล้องกันของสมองส่วนพาริเอทัลและสมองส่วนล่าง นั่นคือสมองส่วน กลางและเปลือกสมอง มีความจำเป็นต่อความสามารถในการรับรู้สัมผัสและแสดงอารมณ์ รวมถึงการยืนอยู่บนพื้นดินและการจัดระเบียบร่างกายที่ดี ซึ่งการกระตุ้นและส่งเสริมส่วนต่าง ๆ ของสมองส่วนนี้ ทำได้โดยการยืนขึ้น ย่อตัว ขึ้นและลง ก้าวมาข้างหน้าและถอยหลังกลับ

นอกจากนี้ การบริหารโดยการยืดกล้ามเนื้อไหล่ คอ กระดูกสันหลัง ท้อง หลัง และขา สามารถลดอาการตึง ลดการยึดรั้งของเอ็นกล้ามเนื้อที่ควบคุมปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Tendon Guard Reflex) ช่วยปรับสมดุลสมอง และมีผลต่อการตอบสนองต่อความเครียดทางอารมณ์และจิตใจ การที่กล้ามเนื้อคอและไหล่ผ่อนคลายจะช่วยปรับสมดุล เสริมกระบวนการได้ยิน ตลอดจนวงจรการได้ยินที่ติดขัดทำงานได้อีกครั้ง เพราะการได้ยินและความจำจะผูกติดกับสัมผัสภายในที่อยู่ในกล้ามเนื้อคอและไหล่ กล้ามเนื้อเหล่านี้ตอบสนองต่อเสียงด้วยการปรับตำแหน่งศีรษะและหู ส่วนความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังจะช่วยเรื่องการไหลเวียนของน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid) (Hannaford, 1995)

การหายใจ

การหายใจของมนุษย์เป็นกลไกการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างโมเลกุลของสารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีนกับอะเซทิลโคลีน เอสเทอเรส (Acetylcholine Esterase) เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ทำลายอะเซทิลโคลีนที่เกาะอยู่บนกล้ามเนื้อกระบังลมทุกครั้งที่คนหายใจเข้าไปหนึ่งครั้ง ส่วนปลายของใยประสาทเล็ก ๆ ที่มีกระเปาะ (Vesicle) บรรจุโมเลกุลอะเซทิลโคลีนจะถูกกระตุ้น ซึ่งกระเปาะเหล่านี้จะบรรจุเม็ดสารสื่อประสาทโมเลกุลอะเซทิลโคลีนจำนวน 1×10^{14} ถู เมื่อถูกกระตุ้นจะส่งสัญญาณต่อไปเพื่อกระตุ้นผนังของเส้นประสาท แรงกระตุ้นจะทำให้ถุงที่บรรจุเม็ดของสารสื่อประสาทปล่อยสารสื่อประสาทเข้าไปที่ช่องรอยเชื่อมต่อระหว่างกล้ามเนื้อกับเส้นประสาทและช่องว่างที่เป็นรอยต่อ (Synaptic Cleft) (สมพร กันทรดุษฎี, 2554)

นอกจากนี้ การหายใจลึกๆ โดยใช้กระบังลม (Diaphragmatic Breathing Exercise) ให้เป็นจังหวะที่เริ่มจากการหายใจเข้าท้องป่องและหายใจออกท้องแฟบ เพื่อให้ปอดว่างเป็นการเติมออกซิเจนให้สมองและร่างกาย และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับปอดและหัวใจ เพราะเซลล์สองในสามเซลล์ซึ่งรับออกซิเจนเข้าสู่กระแสโลหิตจะอยู่ที่ปอดส่วนล่าง ซึ่งมีพื้นที่เพียงหนึ่งในสามของปอดช่วยผนวดยะวะในช่องท้องและกระตุ้นระบบน้ำเหลือง (กำจัดสารพิษ) (Hannaford, 1995) จังหวะของการหายใจยังส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ การดึงความสนใจของจิต การจัดการอารมณ์และความเครียด ตลอดจนช่วยเพิ่มการตระหนักรู้ตนเอง (Davidson et al., 2003)

การฝึกสมาธิ

คำว่า สมาธิ (Meditatio) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน หมายถึง การออกกำลังกายและการพัฒนาสติปัญญา การปฏิบัติสมาธิ หมายถึง เทคนิคหรือวิธีการ กระบวนการที่ใช้จัดระเบียบ กำกับ ควบคุมการทำงานของระบบประสาทสัมผัสทั้งตา หู จมูก ลิ้น และสัมผัส เพื่อปรับสมดุลให้ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทอัตโนมัติ และระบบประสาทส่วนปลายและ ระบบอื่น ๆ ของร่างกายให้มีการทำงานอย่างพอดี เซลล์ทุกเซลล์ทำงานประสานกันอย่างเป็นองค์รวมจนเกิดภาวะที่ทุกเซลล์ผ่อนคลาย (สมพร กันทรดุษฎี, 2554)

กลไกของสมาธิ (Mechanism of Meditation)

การอธิบายกลไกของการฝึกสมาธิต่อร่างกายต้องอาศัยผลการศึกษาวิจัยหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านสรีรวิทยาของระบบประสาทและการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย การศึกษาจากภาพการทำงานของสมอง พบว่า จุดเริ่มต้นของการกระตุ้นอยู่ที่สมองส่วนหน้าสุดด้านบนซ้าย ซึ่งเป็นพื้นที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการตัดสินใจ (Executive Decision Making) และความสนใจ เพราะสมาธิต้องการความสนใจและจดจ่อ จึงกระตุ้นสมองส่วนหน้าซีกขวา และซิงกูเลต ไจรัส (Cingulate Gyrus) ทำงานเพิ่มขึ้น ทำให้มีการหลั่งสารสื่อประสาทชื่อกลูตาเมต (Glutamate) ซึ่งเซลล์ประสาทพรีพรอนทาลใช้ในการสื่อสารกันเองและกระตุ้นสมองบริเวณอื่น ๆ ส่วนธัลามัสทั้งสองข้างจะส่งสัญญาณต่อไปที่สมองส่วนอื่น ๆ เช่น ด้านข้าง และด้านหลังของเจนนิกูเลต (Geniculate) (Armony & LeDoux, 2000 cited in Newberg & Iversen, 2003) โดยบริเวณด้านข้างจะรับสัญญาณข้อมูลของการมองเห็นโดยตรงจากออฟติคแทลค และคอร์เทกซ์ลาย (Striate Cortex) (Andrews, Halpern, & Purves, 1997 cited in Newberg & Iversen, 2003) ส่วนด้านข้างส่วนหลังของธัลามัส (Lateral Posterior Nucleus of The Thalamus) จะส่งสัญญาณเกี่ยวกับการรับรู้ผ่านใยประสาทโคลีเนอร์จิก (Cholinergic) ไปที่บริเวณโพสทีเรียร์ ชูฟิเรียร์ พาโรเอทัล ซึ่งเป็นบริเวณสมองที่ทำหน้าที่รับรู้ในเรื่องการจัดระบบระเบียบการทำงาน (Bucci, Conley & Gallagher, 1999 cited in Newberg & Iversen, 2003) การปฏิบัติสมาธิด้วยความตั้งใจและจดจ่อมากขึ้นทำให้ปริมาณของกาบา (GABA) ในสมองส่วนกลางเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึง สิ่งเร้าทางสายตาสายตาบริเวณเปลือกสมองส่วนการมองเห็นและโพสทีเรียร์ ชูฟิเรียร์ พาโรเอทัล ลดลง (Elias, Guich, & Wilson, 2000 cited in Newberg & Iversen, 2003) บริเวณสมองด้านข้าง ส่วนโพสทีเรียร์ ชูฟิเรียร์ พาโรเอทัล ที่มีหน้าที่ในการวิเคราะห์และผสมผสานข้อมูลของการมองเห็นในระดับสูงทั้งการได้ยินและการพูด (Adair, Gilmore, Fennell, Gold, & Heilman, 1995 cited in Newberg & Iversen, 2003) และเป็นเครือข่ายหนึ่งของการเกิดความรู้สึกร่วมกับ

บริเวณสมองส่วนพรีพอนทัล และสมองส่วนทาลามัส (Thalamus) (Fernandez-Duque & Posner, 2001 cited in Newberg & Iversen, 2003)

ในกรณีที่สมองบริเวณโพสทีเรียร์ ซุพีเรียร์ พาริเอทัลได้รับการกระตุ้นในระดับต่ำจะทำให้สมองบริเวณฮิปโปแคมปัสทำงานเพิ่มขึ้น (Redding, 1967 cited in Newberg & Iversen, 2003) ขณะที่ฮิปโปแคมปัสข้างขวาทำงานเพิ่มขึ้น สัญญาณของสารสื่อประสาทกลูตาเมตจากสมองส่วนทาลามัส จะไปกระตุ้นฮิปโปแคมปัสข้างขวาโดยตรง ดังนั้น การทำงานของทาลามัสข้างขวานับอยู่กับการได้รับการกระตุ้นจากสมองส่วนหน้า สัญญาณจากฮิปโปแคมปัสข้างขวาจะส่งต่อไปที่ทาลามัสบริเวณนิวเคลียสแอคคัมเบนซ์ (Nucleus Accumbens) ซึ่งเป็นประตูรับส่งข่าวสารจากสมองส่วนหน้าไปที่ธัลามัสด้วยการส่งสัญญาณต่อไปที่สมองส่วนสเตรตัม (Striatum) ซึ่งเป็นที่มีสารสื่อประสาทโดปามีน (Newman & Grace, 1999; Chow & Cummings 1999 cited in Newberg & Iversen, 2003) ฮิปโปแคมปัสจะทำงานร่วมกับอะมิกดาลาในการทำให้เกิดความตั้งใจ อารมณ์และการจินตภาพบางประเภท (Joseph, 1996; cited in Newberg & Iversen, 2003) ส่วนใหญ่สมองส่วนหน้าจะกำกับอารมณ์โดยผ่านทางฮิปโปแคมปัสและมีการติดต่อกับอะมิกดาลา (Poletti & Sujatanond, 1980 cited in Newberg & Iversen, 2003) ซึ่งทั้งสองบริเวณจะมีการทำงานสลับกันไปมาระหว่างอะมิกดาลาและฮิปโปแคมปัส ดังนั้น การกระตุ้นฮิปโปแคมปัสขวาจะทำให้มีการกระตุ้น อะมิกดาลาข้างขวา มีผลต่อการทำงานของไฮโปธัลามัสบริเวณเวนโตรมีเดียล (Ventromedial) ทำให้การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเทติกลดลง (Davis, 1992 cited in Newberg & Iversen, 2003) และระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงานเพิ่มขึ้น เกิดการผ่อนคลาย อัตราการเต้นของหัวใจและการหายใจลดลง (Jevning, Wallace, & Beidebach, 1992 cited in Newberg & Iversen, 2003)

เมื่อบุคคลมีอัตราการหายใจช้าลง และหัวใจเต้นช้าลง บริเวณสมองส่วนเมดูลลา (Medulla) ส่วนพาราไจแกนโตเซลลูลา นิวเคลียส (Paragigantocellular Nucleus) จะลดการส่งสัญญาณไปที่สมองส่วนพอนซ์ (Pons) บริเวณโลคัส ซีรูเลียส (Locus Ceruleus: LC) ซึ่งผลิตสารสื่อประสาทที่นอนอร์อีพิเนฟริน (Foote, 1987 cited in Newberg & Iversen, 2003) ที่มีหน้าที่กำกับการเพิ่มความไวของสมองต่อการรับรู้และสัญญาณ โดยช่วยขยายสัญญาณจากสิ่งเร้าที่ส่งเข้ามาให้แรงขึ้น ทำให้การกระตุ้นระดับเซลล์ลดลง (Waterhouse, Moises, & Woodward, 1998 cited in Newberg & Iversen, 2003) มีผลทำให้ระดับของนอนอร์อีพิเนฟรินลดลง (Van Bockstaele & Aston-Jones, 1995 cited in Newberg & Iversen, 2003) ทำให้ปริมาณการผลิตสารสื่อประสาทกลุ่มคาทีโคลามีนส์ (Catecholamines) เช่น นอร์อีพิเนฟริน และอีพิเนฟรินลดลง การลดปริมาณของนอนอร์อีพิเนฟรินที่บริเวณโลคัส ซีรูเลียส จะส่งผลกระทบต่อโพสทีเรียร์ ซุพีเรียร์ พาริเอทัล ทำให้บริเวณนี้รับสัญญาณลดลง (Foote, 1987 cited in Newberg & Iversen, 2003) นอกจากนี้ บริเวณโลคัส ซีรูเลียส ที่มีหน้าที่ผลิตสารสื่อประสาทนอนอร์อีพิเนฟริน ยังมีหน้าที่กระตุ้นสมองส่วนพาราเวนทริคิวลาร์ นิวเคลียสของไฮโปธัลามัส ซึ่งมีหน้าที่หลั่งฮอร์โมนคอร์ติโคโทรปิน รีลีสซิง (Corticotropin Releasing Hormone: CRH) (Ziegler, Cass, & Herman, 1999 cited in Newberg & Iversen, 2003) และกระตุ้นต่อมพิทูอิทารีส่วนหน้าให้หลั่งฮอร์โมนอะดรีโนคอร์ติโคโทรปิก (Adrenocorticotrophic Hormone: ACTH) (Livesey, Evans, Mulligan, &

Donald, 2000 cited in Newberg & Iversen, 2003) กระตุ้นการทำงานของต่อมหมวกไต (Adrenal Cortex) ที่ผลิตฮอร์โมนเครียดชื่อ คอร์ติซอล (Davies et al., 1985 cited in Newberg & Iversen, 2003)

ช่วงการปฏิบัติสมาธิจะทำให้ปริมาณของนอร์อีพิเนฟรินจากไลค์ส ซีรูลีเยสลดลง ส่งผลต่อการผลิตคอร์ติโคโทรปิน รีลีสซิงที่บริเวณพาราเวน ทรีคิวลาร์ นิวเคลียส การที่ความดันโลหิตลดลง ในระหว่างการปฏิบัติสมาธิมีความสัมพันธ์กับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเธติก เนื่องจากตัวรับรู้การเปลี่ยนแปลงความดันเลือดแดง (Arterial Baroreceptors) มีการผ่อนคลายส่ง ผลให้สมองบริเวณเวนต์ล เมดุลล่าด้านล่าง (Caudal Ventral Medulla) ลดปริมาณสารสื่อประสาท กาบามาเออจิก (GABAergic) ที่บริเวณซูพราออปติก นิวเคลียส (Supraoptic Nucleus) ของไฮโปธาลามัส ทำให้บริเวณซูพราออปติก นิวเคลียส (Supraoptic Nucleus) หลั่งสารวาโซคอนสตริกเตอร์ อาร์จินิน วาโซเพรสซิน (Vasoconstrictor Arginine Vasopressin: AVP) ทำให้เส้นเลือดแดงถูกบีบและ ความดันโลหิตกลับเข้าสู่ระดับปกติ (Renaud, 1996 cited in Newberg & Iversen, 2003) นอกจากนี้ ปริมาณวาโซคอนสตริกเตอร์ อาร์จินิน วาโซเพรสซินยังช่วยให้การรับรู้ดีขึ้น (Pietrowsky, Braun, Fehm, Pauschinger, & Born, 1991 cited in Newberg & Iversen, 2003)

การปฏิบัติสมาธิ และกลไกการทำงานของสารสื่อประสาท

การกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติบริเวณด้านข้าง และบริเวณมีเดียล ฟอรัมแบน บันเดิล (Median Forebrain Bundle) โดยตรง จะทำให้เกิดความรู้สึกปลดปล่อย มีอารมณ์สุนทรีย์ (Olds & Forbes, 1981 cited in Newberg & Iversen, 2003) การกระตุ้นไฮโปทาลามัสด้านข้างทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบสารสื่อประสาทเซโรโทนิน ซึ่งกำกับการทำงานบริเวณ ศูนย์การมองเห็นที่บริเวณคอร์ซอล ราฟี (Foote, 1987 cited in Newberg & Iversen, 2003) การกระตุ้นสมองส่วนหน้าจะทำให้มีการกระตุ้นไฮโปธาลามัสด้านข้าง (Juckel, Mendlin, & Jacobs, 1999 cited in Newberg & Iversen, 2003) ไปกระตุ้นสมองบริเวณคอร์ซอล ราฟี ให้ผลิต สารสื่อประสาทเซโรโทนินเพิ่มขึ้น (Aghajanian, Sprouse, & Rasmussen, 1987 cited in Newberg & Iversen, 2003) ส่งผลต่อสารสื่อประสาทโดปามีน (Vollenweider, Vontobel, Hell, & Leenders, 1999 cited in Newberg & Iversen, 2003) นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของเซโรโทนิน และกลูตาเมตจะไปกระตุ้นสมองบริเวณนิวเคลียส บาซาลิส (Nucleus basalis) ให้หลั่ง สารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีน ซึ่งทำหน้าที่ในการกำกับการทำงานของสมองทั้งหมด (Manfridi, Brambilla, & Mancina, 1999; Zhelyazkova-Savova & Giovannini, 1997 cited in Newberg & Iversen, 2003)

โดยสรุป การออกกำลังกายแบบพาสานกายจิตด้วยไม้พลองถือว่าเป็นการออกกำลังกายที่ ช่วยบริหารสมองทำให้เกิดความสมดุลของสมองทั้งสองซีก ส่วนการเสริมสร้างความสมดุลและ การทรงตัวช่วยทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อเกิดการประสานกัน โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนไหวทำให้ร่างกายทั้งสองข้างมีความสอดคล้องกันและเคลื่อนไหวได้อย่างแม่นยำ กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและสมอง รวมทั้งความสนใจ การเรียนรู้ (Coe, Pivarnik, Womack, Reeves, & Malina, 2006) ส่วนการฝึกการหายใจที่ถูกต้องพร้อมกับการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้เกิดความสมดุลทางร่างกาย

และจิตใจ ร่างกายเริ่มผ่อนคลายจึงไม่รู้สึกเครียดทั้งกาย และใจ วิธีการหายใจที่ถูกต้องกระทำได้ โดยการหายใจเข้าช้า ๆ ให้ลึกเท่าที่ทำได้โดยไม่ต้องฝืนมากแล้วกลืนลมหายใจลึกครู่หนึ่งประมาณ 3-5 วินาทีก่อนแล้วค่อยผ่อน ลมหายใจออกอย่างช้า ๆ ยังไม่ต้องหายใจเข้าทันทีที่กลืนลึกครู่แล้วค่อยหายใจเข้า ช้า ๆ มีสติอยู่กับท่าออกกำลังกายโดยใช้สายตาดูจุดตามการเคลื่อนไหวของมือ (ศุภวรรณ พิพัฒพรณวงศ์ กรีน, 2550) หรือการกำหนดลมหายใจเข้าออก ส่วนระยะเวลาการฝึกที่เหมาะสมคือ 31-45 นาทีต่อครั้งมีประโยชน์มากที่สุดต่อกระบวนการทางปัญญา (Kramer & Erickson, 2007) ควรออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วันเป็นอย่างน้อยและไม่ควรเกิน 6 วันต่อสัปดาห์ การออกกำลังกายบ่อยมากเกินไปจะเกิดผลเสียและอันตรายต่อกระดูกและข้อเพิ่มมากขึ้น (ประวิชัย ต้นประเสริฐ, 2546)

6. ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองกับการออกกำลังกาย

ผู้วิจัยได้ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองกับการออกกำลังกายซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Hillman et al. (2005) ได้ศึกษาสมรรถภาพทางกาย และการทำงานของกระบวนการรู้คิดทางประสาทวิทยาในกลุ่มเด็กก่อนวัยรุ่น กลุ่มเป้าหมายคือ เด็กก่อนวัยรุ่นและวัยรุ่นผู้ใหญ่ตอนต้น จำนวน 24 คน มีการประเมินร่างกายและกระบวนการรู้คิด รวมทั้งการประเมินสมรรถภาพโดยใช้ฟิตเนสแกรม (Fitnessgram) วัดความสามารถทางแอโรบิก สมรรถภาพกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่น ดัชนีมวลกาย และการวัดกระบวนการรู้คิดโดยใช้การทดสอบบอลพาราโดม (Visual Oddball Paradigm) เพื่อศึกษาการพฤติกรรมการตอบสนอง และสัญญาณไฟฟ้าของสมอง โดยให้ตอบสนองต่อเป้าหมายที่ไม่ปรากฏบ่อย ขณะที่ไม่รู้เป้าหมายที่ปรากฏบ่อย แล้วนำเวลาการตอบสนองและความถูกต้องมาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีความฟิตสูง กลุ่มผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีความฟิตต่ำ กลุ่มเด็กที่มีความฟิตสูงและกลุ่มเด็กที่มีความฟิตต่ำ พบว่า กลุ่มผู้ใหญ่และเด็กที่มีความฟิตสูงมีการตอบสนองเร็วกว่ากลุ่มผู้ใหญ่และเด็กที่มีความฟิตต่ำ ผู้วิจัยจึงสรุปว่า สมรรถภาพร่างกายมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความสนใจและความสามารถของความจำขณะทำงาน

Santhosh et al. (2008) ได้ศึกษาวิเคราะห์เวลาและตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าสมองของการฝึกโยคะ Shambhavi Maha Mudra ในผู้ที่มีสุขภาพดี และฝึกโยคะมา 10-11 ปี โดยเปรียบเทียบข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและหลังการทำโยคะ พบว่า ก่อนทำโยคะผู้มีส่วนร่วมมีคลื่นแอลฟาสูงมากในทุกตำแหน่งของอิเล็กโทรด และหลังทำโยคะ พบว่า ผู้ถูกทดลองมีคลื่นเดลต้าและเรต้าเพิ่มสูงขึ้นในทุกตำแหน่งของซีกสมองทั้งหมดโดยเฉพาะสูงขึ้นที่สมองส่วนกลาง แต่คลื่นเบต้าลดลงมากที่สุดที่สมองส่วนขมับ ส่วนคลื่นแอลฟาที่สมองส่วนพรีฟรอนโตพารีเอทัลและมิดไลน์ลดลงเล็กน้อย และเพิ่มมากที่สุดที่สมองส่วนขมับ

Field et al. (2010) ได้ศึกษาผลการออกกำลังกายโยคะไทเก็กต่อความวิตกกังวล, อัตราการเต้นของหัวใจ และสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง และการคำนวณคณิตศาสตร์ ในกลุ่มผู้ใหญ่ซึ่งไม่เคยฝึกโยคะ หรือไทเก็ก จำนวน 38 คน มีการประเมินก่อนและหลังการฝึกโยคะไทเก็ก 20 นาทีเสร็จสิ้น โดยแบบตรวจสอบรายการความวิตกกังวล (State Anxiety Inventory: STAI) การวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ และสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่สมองส่วนหน้ากลาง (F3 และ F4) สมองส่วนกลาง

(C3 และ C4) ขมับด้านหน้า (T3 และ T4) และพาโรเอทัล (P3 และ P4) และการคำนวณคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาแสดงว่า อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นในระหว่างช่วง มีการลดลงของความวิตกกังวล ใช้เวลาคำนวณคณิตศาสตร์ลดลง และคำนวณได้ถูกต้องเพิ่มขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของคลื่นเรต้าที่บริเวณสมองส่วนหน้า

Bailey, Hall, Folger, and Miller. (2008) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการปั่นจักรยานวัดงาน (Cycle Ergometer) โดยให้ผู้ถูกทดลองปั่นจักรยานวัดงาน ความหนักของการปั่นจักรยานวัดงานในช่วงเริ่มต้นอยู่ที่ 50 วัตต์ และเพิ่มขึ้น 50 วัตต์ทุก 2 นาที จนกระทั่งเกิดความล้าจึงหยุดปั่นจักรยาน เพื่อวัดค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจน (VO_2) และวัดคลื่นไฟฟ้าสมองตั้งแต่ช่วงก่อนออกกำลังกายถึงเวลาเริ่มต้นออกกำลังกาย ช่วงหนึ่งนาทีสุดท้ายของระยะการออกกำลังกาย ภายหลังการออกกำลังกายเสร็จสิ้นทันที และภายหลังการออกกำลังกายเสร็จสิ้น 10 นาที พบว่า สมองมีสเปกตรัม (Spectrum) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง และความสามารถในการใช้ออกซิเจน (VO_2) เพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกายเสร็จสิ้นที่ความหนักของการปั่นจักรยานวัดงานอยู่ที่ 200 วัตต์ แสดงว่า การตอบสนองของสมองมีความสัมพันธ์กับความหนักของการออกกำลังกาย

นอกจากนี้ มีหลายงานวิจัยได้เสนอผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายของสมองในมนุษย์ ได้แก่ งานวิจัยของ Vaynman and Gomez-Pinilla (2006) และงานวิจัยของ Vaynman, Ying, and Gomez-Pinilla (2004) ซึ่งเสนอว่า ผลของการออกกำลังกายค่อนข้างจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว บางครั้งอาจเกิดขึ้นเมื่อออกกำลังกาย 2-3 ครั้ง และงานวิจัยของ Audiffren (2009) ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการฝึกเคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ เริ่มเกิดหลังการเริ่มโปรแกรมออกกำลังกาย 2-3 สัปดาห์และคงอยู่หลายสัปดาห์หลังยุติการออกกำลังกาย

สำหรับงานวิจัยในสัตว์ทดลอง ได้แก่ งานวิจัยของ Berchtold et al. (2010) ที่ศึกษาการออกกำลังกายและระยะเวลาที่มีผลต่อการเรียนรู้ และความจำในหนูเพศผู้อายุ 2 เดือน โดยให้ออกกำลังกายวิ่งในวงล้อเป็นเวลา 3 สัปดาห์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มออกกำลังกายมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการวิ่งภายในวงล้อ 3 สัปดาห์และได้รับการฝึกกระบวนการคิด หรือประเมินระดับสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์สมอง (BDNF/ Brain-derived Neurotrophic Factor) หลังสิ้นสุดการออกกำลังกายหนึ่งสัปดาห์ (EX/ Delay-1) และ 2 สัปดาห์ (EX/ Delay-2) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกกระบวนการคิดหรือประเมินระดับ BDNF ทันทีหลังสิ้นสุดการออกกำลังกาย (EX Group) กลุ่มสุดท้ายอยู่ในกรงไม่มีการเคลื่อนไหว พบว่า หนูที่ได้รับการฝึกทำกิจกรรมกระบวนการคิด หลังสิ้นสุดการออกกำลังกาย 1 สัปดาห์หรือ 2 สัปดาห์ โดยเฉพาะกลุ่ม (EX/ Delay-1) ทำผิดพลาดน้อยกว่าหนูที่ไม่มีการเคลื่อนไหว แสดงว่า ประโยชน์ของการออกกำลังกายยังคงอยู่หลายสัปดาห์ หลังสิ้นสุดการออกกำลังกาย และเสนอว่า ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อความยืดหยุ่นของสมอง ยังคงมีต่อไปหลังการออกกำลังกายสิ้นสุด ซึ่งสามารถดูการเปลี่ยนแปลงได้ในโครงสร้าง (Structural Change) สารชีวเคมี (Biochemical Change) และการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมอง (Functional Change) ส่วนสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์สมองมีการปรับขึ้นภายหลังการสิ้นสุดการออกกำลังกายจากนั้นจะลดลง แต่ยังสูงกว่าการไม่เคลื่อนไหวอยู่ประมาณหลายสัปดาห์ จากนั้นจะปรับสู่ค่าพื้นฐานหลังการออกกำลังกายสิ้นสุด 3-4 สัปดาห์ และงานวิจัยของ Seo et al. (2010) ที่ได้ศึกษาการฝึกความสมดุลของการเคลื่อนไหวและการทำงานประสานกันต่อการเพิ่ม

อิมมูโนรีแอคทีวิตี ซินแนปโตไฟซิน (Synaptophysin Immunoreactivity) ในสมองที่ขาดเลือด บริเวณใต้เปลือกสมองของหนู พบว่า หนูที่ได้รับการฝึกความสมดุลของการเคลื่อนไหวและการทำงานประสานกัน (Motor Balance and Coordination Training) บนวงล้อ (Rota-rod) เป็นเวลา 14 วัน มีการเปลี่ยนแปลงที่ใต้เปลือกสมอง (Sub Cortical) ซีกที่ขาดเลือดหลังจากที่มีการอุดตันของเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงสมอง มีการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อรับรู้ความรู้สึกด้วยการเพิ่มอิมมูโนรีแอคทีวิตีซินแนปโตไฟซิน และเกิดผลลัพธ์ที่ดีกว่าการออกกำลังกาย (Simple Exercise) ด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบลู่วิ่ง

สิ่งเหล่านี้เมื่อนำมาเชื่อมโยงกันจึงพอมีเหตุผลเชื่อได้ว่า การฝึกออกกำลังกายแบบผสมผสานกายจิตด้วยไม้พลองเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงเครือข่ายต่าง ๆ ของสมองที่นำไปสู่การพัฒนาการเลือกความสนใจได้