บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์ลักษณะของดนตรีไทยเดิมที่ช่วยเพิ่มความจำขณะคิด สร้างเครื่องมือวัดความจำขณะคิดด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ เปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและคลื่นไฟฟ้าสมองของการทำกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดของผู้สูงอายุก่อนและหลังฟังดนตรีไทยเดิมที่พึงพอใจ รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความถูกต้องของการทำกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดกับคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้สูงอายุโดยนำเสนอผลการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสมองของผู้สูงอายุ
2. ความจำขณะคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ดนตรีและความจำขณะคิด
4. ดนตรีไทยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสมองของผู้สูงอายุ

สมองมนุษย์ประกอบด้วยเซลประสาท (Neuron) จำนวนมากที่เชื่อมโยงกันอย่างซับซ้อนจนเกิดเป็นร่างแหหรือเครือข่ายที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ เซลประสาทเหล่านี้จะค่อย ๆ ลดลงตามเวลาที่ผ่านไป โดยในช่วงอายุ 20-70 ปี เซลประสาทจะลดลงปีละสิบแปดล้านเซล เนื่องจากการเสื่อมตามธรรมชาติ การไม่ได้ถูกใช้งาน และตายไปจากสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งไม่ถือว่าเป็นปัญหา เนื่องจากเซลประสาทมีความสามารถในการปรับตัว (Plasticity) (อัครภูมิ จารุภากร และพรวิไล เลิศวิชา, 2551) ดังนั้นเมื่อเซลประสาทมีการบาดเจ็บหรือสูญเสียจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Synapses) เซลประสาทจะปรับตัวโดยการสร้างเดนไดรท์ (Dendrites) แอกซอน (Axon) และจุดเชื่อมต่อสัญญาณขึ้นมาใหม่ ซึ่งความสามารถในการปรับตัว (Plasticity) จะมีอยู่ทุกช่วงวัย แต่จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในวัยแรกเกิดถึง 5 ปีแรก ส่วนวัยผู้สูงอายุความสามารถในการปรับตัว (Plasticity) จะมีประสิทธิภาพลดลงจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้าง ชีวเคมี เมตาโบลิซึม และการไหลเวียนเลือดของสมอง (Timiras, 2003) ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างสมอง

ผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีจะยังคงมีร่างแหของวงจรเซลประสาท (Neuronal Networks) ที่ปกติ แต่เมื่ออายุมากขึ้น จำนวนของเดนไดรท์และเดนไดรท์ติก สไปน์ (Dendritic Spines) อาจจะลดลง เนื่องจากมีการสูญเสียของเซลประสาทหรือมีการงอกใหม่ของเดนไดรท์เป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้

มีการสูญเสียจุดเชื่อมต่อสัญญาณ การส่งต่อสัญญาณประสาทให้เซลประสาทตัวอื่น ๆ จึงเกิดการล้มเหลว (Timiras, 2003) นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่ออายุมากขึ้น จะมีการเสื่อมตามธรรมชาติ ทำให้มีการสะสมของสารบางชนิดในสมอง เช่น ไลโปฟัสซิน (Lipofuscin) เลวี บอดี (Lewy Bodies) ฮิราโน บอดี (Hirano Bodies) และอไมลอยด์ (Amyloid) จึงทำให้เซลประสาทเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย (Timiras, 2003; Mattson, 2009)

การเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมีของสมอง

เซลประสาทส่งต่อสัญญาณประสาทโดยผ่านสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ซึ่งเป็นสารชีวเคมี มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดที่สำคัญ คือ กลูตาเมท (Glutamate) แกมมาอะมิโนบิวไทริคเอซิด (Gamma-Amino Butyric Acid: GABA) อะเซติลโคลีน (Acetylcholine) นอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) โดปามีน (Dopamine) และเซโรโทนิน (Serotonin) สารสื่อประสาทเหล่านี้ มีหน้าที่เฉพาะต่อการทำงานของสมองในลักษณะที่แตกต่างกัน (อัครภูมิ จารุภากร และ พรวิไล เลิศวิชา, 2551) โดยต้องมีปริมาณที่เหมาะสม จึงจะทำหน้าที่ได้ดี แต่เมื่ออายุมากขึ้น จะมีการพร่องในการสังเคราะห์และหลั่งอะเซติลโคลีน มีการลดลงของสารสื่อประสาทโดปามีนที่ปลายส่งสัญญาณ (Presynaptic) และปลายรับสัญญาณ (Postsynaptic) มีปริมาณของโดปามีน เซโรโทนิน และกลูตาเมทในสมองลดลง (Mattson, 2009) นอกจากนี้ยังพบว่า มีการลดลงของเซลแอดฮีชั่นโมเลกุล (Cell Adhesion Molecules: CAMs) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพเกี่ยวกับการควบคุมความคงที่ของการส่งสัญญาณประสาท การปรับตัว (Plasticity) และการสร้างเซลประสาทใหม่ขึ้นมาแทนส่วนที่ถูกทำลาย (Nerve Regeneration) หลังจากการบาดเจ็บและในขณะที่มีการเรียนรู้ลดลง (Timiras, 2003)

การเปลี่ยนแปลงด้านเมตาโบลิซึมและการไหลเวียนเลือดของสมอง

เมื่อกล่าวถึงเมตาโบลิซึมและการไหลเวียนของเลือดในสมอง ก็จะเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจน การเผาผลาญกลูโคส และการไหลเวียนของเลือดในสมอง ซึ่งปกติการไหลเวียนของเลือดและการใช้ออกซิเจนในสมองของผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี จะไม่แตกต่างจากวัยผู้ใหญ่ตอนต้น แต่เมื่อมีภาวะของหลอดเลือดแดงแข็งตัว (Atherosclerosis) แม้เพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้การไหลเวียนของเลือดไปเลี้ยงสมองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Timiras, 2003) สำหรับผู้สูงอายุจะมีการลดลงของเลือดที่ไปเลี้ยงสมองร่วมกับการลดลงของการเผาผลาญออกซิเจนและกลูโคสในสมอง ส่งผลให้เกิดการทำลายเซลประสาท เนื่องจากเซลประสาทจะไวต่อการขาดเลือด (Ischemia) การพร่องออกซิเจน (Hypoxia) และภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) ภาวะดังกล่าวจะทำให้มีการหลั่งสารกลูตาเมทมากกว่าปกติ ส่งผลให้มีปริมาณแคลเซี่ยมไอออนเข้าสู่เซลประสาทมาก จึงมีการทำลายโครงสร้างและดีเอ็นเอ (DNA) ของเซลประสาท ผลที่ตามมาคือ ทำให้เซลประสาทตาย (Timiras, 2003; Mattson, 2009)

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป ส่งผลให้ความสามารถของสมอง (Cognitive Ability) ลดลงไปด้วย แต่เป็นการลดลงเพียงเล็กน้อย จึงมักไม่ค่อยสังเกตพบการเปลี่ยนแปลงความสามารถของสมองที่ชัดเจน จนกระทั่งอายุ 70 ปีหรือมากกว่านั้น (The American Federation for Aging Research, n.d.) สำหรับการเปลี่ยนแปลงความสามารถของสมองผู้สูงอายุที่พบได้ มีดังนี้

1. เชาว์ปัญญาลื่นไหล (Fluid Intelligence) เป็นความสามารถในการคิด การให้เหตุผล การแก้ปัญหาจะลดลง แต่เชาว์ปัญญาที่ตกผลึก (Crystallized Intelligence) เป็นความรู้ที่สั่งสมจากประสบการณ์จะไม่เปลี่ยนแปลง (Craft et al., 2009; Riley, 2009)

2. ความสนใจ (Attention) เป็นความสามารถที่จะจดจ่อกับข้อมูลใดข้อมูลหนึ่งหรือหลาย ๆ ข้อมูลในระยะเวลาที่นานพอจะนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับความจำขณะคิดและความสามารถของสมองด้านอื่น ๆ ผู้สูงอายุจะมีความสามารถในการจดจ่อกับข้อมูลหลายข้อมูลในเวลาเดียวกัน ที่เรียกว่า การแบ่งความสนใจ (Divided Attention) ลดลง แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงความสามารถในการคงความสนใจของข้อมูลนั้น ๆ (Sustained Attention) (Craft et al., 2009)

3. การบริหารจัดการของสมองขั้นสูง (Executive Function) เป็นคำนิยามกว้าง ๆ ที่ใช้อธิบายการทำหน้าที่ของสมองส่วนพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) มีบริเวณตั้งแต่ส่วนหน้าสุดของสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ไปจนถึงสมองส่วนซัพพรีเมนทารี มอเตอร์ แอเรีย (Supplementary Motor Area) โครงสร้างพื้นฐานมีอยู่ด้วยกัน 4 องค์ประกอบ คือ การยับยั้ง (Inhibition) เป็นความสามารถในการระงับการตอบสนองที่เป็นอัตโนมัติหรือมีอำนาจมากกว่า ความจำขณะคิด (WM) เป็นความสามารถในการเก็บและดำเนินการกับข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่ง การสับเปลี่ยนความสนใจ (Shifting) เป็นความสามารถในการสลับความสนใจจากกิจกรรมหนึ่งไปอีกกิจกรรมหนึ่ง และการวางแผน (Planning) เป็นความสามารถในการวางแผนเพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด (Best, Miller, & Jones, 2009) ซึ่งในผู้สูงอายุการเปลี่ยนแปลงของสมองที่กล่าวมา จะทำให้มีการลดลงของการบริหารจัดการของสมองขั้นสูง (Buckner, 2004) และความจำขณะคิด (Williams & Castner, 2006; Craft et al., 2009)

4. ความจำระยะยาว (Long-Term Memory: LTM) เป็นความจำที่บุคคลเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลายาวนาน ในผู้สูงอายุกลวิธีที่ใช้ในการจำจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ทำให้มีความพร่องในการส่งต่อข้อมูลที่เก็บรักษาเข้าสู่ความจำระยะยาว รวมทั้งการกู้ข้อมูลกลับคืนมา (Retrieve) (Riley, 2009) ทำให้มีความยากลำบากในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ความจำทั่วไปเกี่ยวกับเหตุการณ์ (Episodic Memory) จะลดลง แต่ความจำทั่วไปเกี่ยวกับนิยามความหมาย (Semantic Memory) และทักษะ (Procedural Memory) จะไม่เปลี่ยนแปลง (Timiras, 2003; Craft et al., 2009)

5. ภาษา (Language) เป็นระบบของการสื่อสารที่ใช้เสียงและสัญลักษณ์เพื่อแสดงความรู้สึก ความคิด และประสบการณ์ (Goldstein, 2008) ในผู้สูงอายุ ความเข้าใจภาษา (Language Comprehension) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกแยะกฎของภาษาทั้งที่ง่ายและซับซ้อน รวมทั้งการใช้กฎนั้นในการผสมผสานข้อมูลจากการได้ยินและการมองเห็นเป็นแนวคิดที่มีความหมายนี้จะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความคล่องด้านภาษา (Verbal Fluency) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความเร็วในการพูด โดยเฉพาะความคล่องในการพูดคำที่มีความหมาย (Semantic Fluency) จะลดลง (Craft et al., 2009)

6. ความเร็วในการดำเนินการกับข้อมูล (Processing Speed) ร่วมกับการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดเล็กที่ส่วนปลายจะลดลง ทำให้ระยะเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (Reaction Time) เพิ่มขึ้น (The American Federation for Aging Research, n.d.; Craft et al., 2009)

สรุปการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสมองผู้สูงอายุทั้งด้านโครงสร้าง ชีวเคมี เมตาโบลิซึม และการไหลเวียนเลือดของสมอง ส่งผลต่อความสามารถของสมองหลายด้าน สำหรับงานวิจัยนี้สนใจศึกษาความสามารถของสมองเกี่ยวกับความจำขณะคิด เนื่องจากเป็นความสามารถของสมองที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งยังช่วยยับยั้งข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กับงานที่ทำ และยังสามารถกู้ข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวมาใช้ได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการคิดและการเรียนรู้ทั้งที่เป็นเรื่องใหม่หรือเพื่อให้เกิดความชำนาญที่นำไปสู่การปฏิบัติโดยเป็นอัตโนมัติ

ความจำขณะคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความจำขณะคิด เป็นแนวคิดที่ได้รับการพัฒนาโดยแบดเดเลย์และฮิชท์ (Baddeley & Hitch) ในปี ค.ศ. 1974 เพื่อใช้แทนที่ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory: STM) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของโมดอล โมเดล ออฟ เมมโมรี (The Modal Model of Memory) ที่พัฒนาโดยแอทคินสันและเชฟฟริน (Atkinson & Shiffrin) เนื่องจากโมเดลนี้ไม่สามารถอธิบายผลการวิจัยใหม่ ๆ และหลักฐานเชิงประจักษ์ของจิตวิทยาระบบประสาทได้ (Goldstein, 2008; Baddeley, 2009)

แบดเดเลย์ (Baddeley) ให้ความหมายของความจำขณะคิด (WM) ว่าเป็นระบบที่มีความจุที่จำกัดใช้สำหรับเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวและดำเนินการกับข้อมูลเพื่อทำกิจกรรมที่ซับซ้อน เช่น การให้เหตุผล การเรียนรู้ การเข้าใจภาษา (Goldstein, 2008) นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการทำกิจวัตรประจำวัน เช่น เมื่อจะข้ามถนน บุคคลต้องจดจำตำแหน่งของรถที่กำลังวิ่งมา ในขณะเดียวกันก็ต้องคาดการณ์เกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ข้ามถนน การจดจำตำแหน่งของรถจะเป็นข้อมูลที่เก็บรักษาไว้ในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อใช้ตัดสินใจว่าจะเดินข้ามถนนหรือไม่นั้นเป็นการทำงานของสมองที่ใช้ความจำขณะคิด (Dash, Moore, Kobori, & Runyan, 2007) โดยแนวคิดนี้จะแตกต่างจากความจำระยะสั้นในประเด็นที่ว่าความจำระยะสั้นเป็นที่เก็บข้อมูลชั่วคราวอย่างง่าย ๆ ความจุของความจำระยะสั้น

ขึ้นอยู่กับทักษะและกลวิธีที่ใช้ในความจำ เช่น การทวนซ้ำ (Rehearse) การนำสิ่งที่ต้องจดจำมารวมกัน (Chunking) แต่ความจำขณะคิดมีความซับซ้อนมากกว่า เพราะประกอบด้วยองค์ประกอบด้านการเก็บข้อมูลและองค์ประกอบด้านความตั้งใจ/สนใจหรือนักวิชาการบางท่านเรียกว่าองค์ประกอบด้านกระบวนการ มีหน้าที่ในการเก็บรักษาความจำไปพร้อม ๆ กับการเผชิญหน้ากับการดำเนินการของข้อมูล หรือมีสิ่งที่ทำให้เกิดความไขว้เขว หรือช่วงเปลี่ยนความสนใจ (Conway, Cowan, Bunting, Therriault, & Minkoff, 2002) ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง 4 ประเด็น คือ ทฤษฎีของความจำขณะคิด กลไกการทำงานของความจำขณะคิด การวัดความจำขณะคิด และวิธีการเพิ่มความจำขณะคิด

ทฤษฎีของความจำขณะคิด (Theories of Working Memory)

นักวิชาการได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความจำขณะคิดไว้หลายท่าน แต่แนวคิดที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง มีดังนี้

โมเดลหลายองค์ประกอบ (The Multicomponent Model)

เป็นโมเดลที่ได้รับการพัฒนาโดยแบดเดเลย์และฮิชท์ (Baddeley & Hitch) ดังภาพที่ 3 มีอยู่ด้วยกัน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการพูดและการได้ยิน (Phonological Loop) จะเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านภาษา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) ซึ่งสามารถสูญหายไปได้ถ้าไม่มีการทวนซ้ำ และส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) (Ashcraft & Radvansky, 2010) องค์ประกอบนี้จะเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้เพียง 2 วินาทีหรือน้อยกว่านี้ ส่วนจำนวนของข้อมูลที่สามารถเก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำอยู่ระหว่าง 5-8 ตัว (Item) แต่งานวิจัยจำนวนมากพบว่า จำนวนของข้อมูลที่สามารถเก็บไว้ในความทรงจำนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล (Repovš & Baddeley, 2006; Dehn, 2008; Ashcraft & Radvansky, 2010) ดังนี้

1.1 ข้อมูลที่ออกเสียงคล้ายกัน จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลของบุคคลไม่ดี เพราะเสียงที่คล้ายกันจะทำให้เกิดความสับสนขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา เนื่องจากเป็นการยากที่จะรู้ว่าคำไหนที่ได้ยินหรือคำไหนที่ไม่ได้ยิน ทำให้คำบางคำไม่ได้มีการทวนซ้ำ จึงทำให้ลืมได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากความคล้ายคลึงกันของการพูด (Phonological Similarity Effect)

1.2 คำที่ยาวจะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลลดลง เพราะคำที่ยาวจะใช้เวลาในการทวนซ้ำมากกว่าคำที่สั้น อาจจะทำให้มีการสูญหายของข้อมูลบางส่วนในขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา จึงทำให้จดจำข้อมูลได้ไม่ดี เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากความยาวของคำ (Word Length Effect)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.3 ถ้าต้องพูดบางสิ่งในขณะที่กำลังจดจำข้อมูล จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลไม่ดี เพราะการพูดในขณะกำลังจดจำข้อมูลต้องใช้ทรัพยากรของส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม ทำให้คำที่อยู่ในส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษาไม่ถูกทวนซ้ำ จึงทำให้ลืมข้อมูลได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากการกดส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำ (Articulatory Suppression Effect)

1.4 ถ้าได้ฟังข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำลังจดจำ จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลลดลง เพราะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องจะเข้าไปรบกวนขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา และจะแย่งใช้ทรัพยากรระหว่างข้อมูลที่ต้องจดจำกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ทำให้ลืมข้อมูลที่ต้องจดจำ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากเสียงที่ไม่สัมพันธ์กัน (Irrelevant Sound Effect)

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Sketchpad) เช่น การจำวัตถุและตำแหน่ง มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการจินตนาการ (Mental Image) ประกอบด้วย 2 ส่วน (Dehn, 2008) ดังนี้

2.1 ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Store) แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย คือ องค์ประกอบย่อยด้านการมองเห็น (Visual Subcomponent หรือเรียกว่า Visual Cache) จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการมองเห็นที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่างและสีของวัตถุนั้น ๆ องค์ประกอบย่อยด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Subcomponent หรือเรียกว่า Inner Scribe) จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ที่เป็นพลวัตร เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ทิศทาง

2.2 ส่วนการทวนซ้ำเกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Rehearsal) จะเกิดจากการเคลื่อนไหวของตา การจินตนาการ

ข้อมูลที่มีรูปแบบที่ง่าย ๆ เช่น ภาพที่สมมาตร ภาพของรูปสี่เหลี่ยมที่อยู่ในเมตริกซ์ จะใช้ทรัพยากรส่วนเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์น้อยกว่าข้อมูลที่มีรูปแบบที่ซับซ้อน เช่น ภาพที่ไม่สมมาตร จึงสามารถจดจำได้ง่าย แต่ภาพเหล่านี้จะจดจำได้ดียิ่งขึ้นถ้ามีการแปลงข้อมูลจากการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial) เป็นข้อมูลจากการได้ยิน (Verbal Information) อย่างไรก็ตามการแปลงข้อมูลนี้ไม่สามารถเกิดได้โดยอัตโนมัติ ต้องใช้ความตั้งใจในการแปลงข้อมูล โดยบุคคลจะต้องให้ชื่อของวัตถุหรือตำแหน่งที่ต้องการจำ จึงจะทำให้กระบวนการนี้เกิดขึ้นได้ (Dehn, 2008)

3. องค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (Central Executive: CE) เป็นองค์ประกอบหลักของความจำขณะคิดและเป็นปัจจัยตัวแรกที่ทำให้บุคคลมีความจำขณะคิดแตกต่างกัน (Dehn, 2008) เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมอย่างตั้งใจ (Attentional Control System) เพื่อใช้เลือกกิจกรรมที่จะทำ ใช้ควบคุมและประสานงานกับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รักษาและกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ (Collette & Van der Linden, 2002) โดยนำแนวคิดการควบคุมอย่างตั้งใจ (Model of Attentional Control) ของนอร์แมนและแชลไลซ์ (Norman & Shallice) มาใช้ ซึ่งแนวคิดนี้แบ่งกระบวนการควบคุมเบื้องต้นไว้ 2 ระบบ (Collette & Van der Linden, 2002; Repovš & Baddeley, 2006; Dehn, 2008; Baddeley, 2009) คือ

3.1 กลไกที่ควบคุมขณะทำกิจกรรมที่ทำเป็นประจำ (Contention Scheduling Mechanism) ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่ได้เรียนรู้มาอย่างดีจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ เมื่อทำกิจกรรมนั้น ๆ แล้วพบปัญหาบางอย่าง ก็สามารถที่จะแก้ปัญหานั้นได้อย่างอัตโนมัติ (Automatic Conflict Resolution) จึงใช้ความตั้งใจในการทำกิจกรรมนั้น ๆ น้อย เช่น ผู้ขับรถจะขับรถช้าลง เมื่อพบไฟสัญญาณจราจร หรือมีรถอีกคันวิ่งเข้ามาบนถนนที่กำลังขับรถอยู่

3.2 ระบบควบคุมโดยใช้ความตั้งใจเป็นตัวกำกับ (Supervisory Attentional System: SAS) เป็นพฤติกรรมที่ไม่สามารถใช้ความเคยชินในการทำพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ เช่น การวางแผน การตัดสินใจ การเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่แปลกใหม่หรืออันตราย หรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถแก้ไขได้อย่างอัตโนมัติ (Automatic Conflict Resolution) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการขับรถไปสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง แต่พบว่าเส้นทางที่เคยขับไปถูกปิดเพื่อซ่อมถนน ในสถานการณ์เช่นนี้ต้องใช้ระบบควบคุมโดยใช้ความตั้งใจเป็นตัวกำกับ (SAS) คิดหาเส้นทางอื่น ๆ เพื่อไปให้ถึงสถานที่เป้าหมาย ซึ่งระบบควบคุมระบบนี้เป็นระบบที่แบดเดเลย์ (Baddeley) ใช้เป็นแนวคิดขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE)

โดยทั่วไปองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) จะเกี่ยวข้องกับการที่บุคคลต้องจดจำข้อมูลและดำเนินการกับข้อมูลไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นจึงต้องใช้กิจกรรมที่มีการดำเนินการของข้อมูลอีกกิจกรรมหนึ่งสอดแทรกอยู่ด้วยในขณะที่กำลังจดจำข้อมูล (Dehn, 2008) ศูนย์นี้มีหน้าที่ที่สำคัญหลายประการ (Dehn, 2008; Baddeley, 2009) ดังนี้

ประการที่หนึ่ง เลือกให้ความสนใจ (Selective Attention) เป็นการมุ่งความสนใจไปที่งานที่กำลังทำอยู่ ในขณะเดียวกันก็ยับยั้งข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กับงาน

ประการที่สอง สลับความสนใจ (Switching) เป็นการแบ่งความสนใจในขณะทำกิจกรรมทางสมองหลาย ๆ อย่างพร้อมกัน

ประการที่สาม การเลือก และการวางแผนขั้นสูง รวมทั้งการปรับเปลี่ยนกลวิธีต่าง ๆ

ประการที่สี่ จัดสรรทรัพยากรส่วนต่าง ๆ ของระบบความจำขณะคิด

ประการที่ห้า การกู้ข้อมูล (Retrieve) การคงไว้ซึ่งข้อมูล (Hold) และการจัดการข้อมูล (Manipulate) ที่ถูกเก็บไว้ในความจำระยะยาว

เนื่องจากมีข้อโต้แย้งว่า หน้าที่ขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) อาจไม่ได้มีหน้าที่ที่เป็นหนึ่งเดียว (Unitary) แต่อาจจะมีการแบ่งหน้าที่ย่อย ๆ

(Fractionated) อีก (Collette & Van der Linden, 2002) ดังนั้นมิยากิ ฟรายด์แมน อีเมอร์สัน วิทซ์กิ โฮเวอร์เตอร์ และเวเกอร์ (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000) จึงได้ตรวจสอบหน้าที่ขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) โดยเลือกหน้าที่ที่นำมาศึกษาบ่อยที่สุด 3 หน้าที่ จากการทบทวนวรรณกรรม คือ การปรับข้อมูลให้ทันสมัย (Updating Function) การยับยั้ง (Inhibition) และการสลับความสนใจ (Shifting Process) มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ปรากฏว่า โมเดลที่ประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งสามที่มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลที่มีองค์ประกอบเดียว หรือสององค์ประกอบหรือสามองค์ประกอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน จึงกล่าวได้ว่า โมเดลนี้มีทั้งหน้าที่ที่เป็นหนึ่งเดียว (Unitary) และมีหน้าที่ที่หลากหลาย (Diversity)

นอกจากนี้มิยากิ และคณะ (Miyake et al., 2000) ยังได้นำกิจกรรมที่ใช้ในการวัดการบริหารจัดการของสมองขั้นสูง (Executive Function) ในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับสมองด้านหน้า (Frontal Lobe Patients) และกิจกรรมที่วัดการทำหน้าที่ขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ในผู้ที่มีสุขภาพดี ที่ใช้บ่อยในการศึกษาทางปัญญาและจิตวิทยาประสาท (Cognitive and Neuropsychological Studies) มาวิเคราะห์ว่าเข้าได้กับองค์ประกอบใดของโมเดลนี้ พบว่า แบบทดสอบเหล่านี้จะมีลักษณะของการทำกิจกรรมที่ตรงกับองค์ประกอบที่กล่าวมาแตกต่างกัน โดยเฉพาะแบบทดสอบวิสคอนซิน คาร์ด ซอร์ทกิ้ง (Winconsin Card Sorting Test: WCST) มีลักษณะที่ตรงกับองค์ประกอบการสลับความสนใจ กิจกรรมหอคอยฮานอย (Tower of Hanoi Task: TOH Task) มีลักษณะที่ตรงกับการยับยั้ง แต่แบบทดสอบที่ให้ทำกิจกรรมสองชนิดไปพร้อมกัน (Dual Task) จะไม่มีลักษณะที่ตรงกับองค์ประกอบทั้งสามที่กล่าวมา ซึ่งผู้วิจัยอภิปรายว่า แบบทดสอบชนิดนี้อาจใช้ความสามารถในการทำกิจกรรมที่แตกต่างจากองค์ประกอบทั้งสาม ต่อมาคอลเล็ตและแวน เดอร์ ลินเด็น (Collette & Van der Linden, 2002) ได้นำการสร้างภาพสมอง (Brain Imaging) มาศึกษาว่าพื้นที่สมองบริเวณใดที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมขั้นสูง เพื่อตรวจสอบลักษณะขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ว่ามีหน้าที่ที่เป็นหนึ่งเดียว (Unitary) หรือไม่ โดยแบ่งหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติเป็น 4 ด้าน ตามการศึกษาของมิยากิ และคณะ (Miyake et al., 2000) คือ

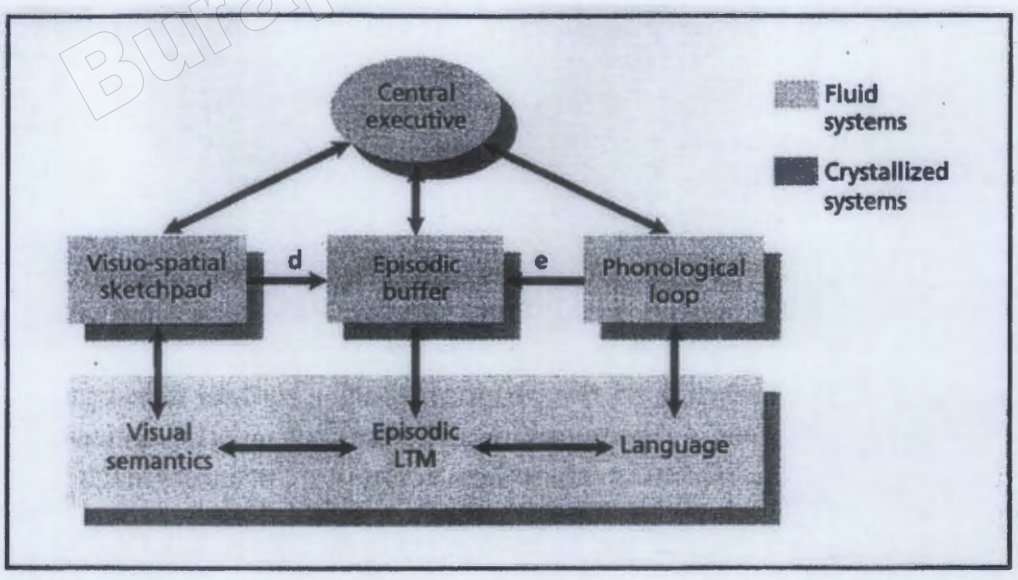
ด้านที่ 1 การปรับข้อมูลให้ทันสมัย เป็นการปรับอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ข้อมูลหรือเนื้อหาที่อยู่ในความจำขณะคิดตรงกับข้อมูลใหม่ที่เข้ามา

ด้านที่ 2 การยับยั้ง เป็นการป้องกันไม่ให้เข้าถึงข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กับกิจกรรมที่จะทำและกดข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กับงานที่ทำ

ด้านที่ 3 การสลับความสนใจ เป็นการสลับความสนใจจากกระบวนการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้ามิติหนึ่งไปอีกมิติหนึ่ง ซึ่งสิ่งเร้านี้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและบ่อยครั้ง

ด้านที่ 4 การทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกัน (Dual-Task Coordination) เป็นการใช้กิจกรรมสองชนิดซึ่งส่วนใหญ่จะมีการรับรู้และการดำเนินการทางสมองแตกต่างกัน โดยการประสานงานนั้นไม่ได้จำกัดเฉพาะการจำข้อมูลเท่านั้น แต่ต้องมีการสอดแทรกกิจกรรมที่เกี่ยวกับการรับรู้ที่ต้องมีการจำข้อมูลในระดับต่ำด้วย ซึ่งหน้าที่นี้เป็นหน้าที่หลักขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE)

4. องค์ประกอบที่เป็นสื่อกลาง (Episodic Buffer) เป็นระบบการเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวที่มีความจุจำกัด สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้มากกว่าระบบเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Storage Systems) และระบบเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Storage Systems) โดยไม่ได้พึ่งพาการเก็บข้อมูลจากองค์ประกอบขั้นสูง และไม่ได้กู้ข้อมูลกลับคืนมาจากความจำระยะยาวโดยตรง (Dehn, 2008) ระบบนี้จะเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อยของความจำขณะคิดหลาย ๆ องค์ประกอบเข้ากับข้อมูลที่รับรู้และข้อมูลที่ได้จากความจำระยะยาว (Baddeley, 2009) โดยการนำรหัส (Code) ซึ่งได้จากการรับรู้ข้อมูลด้วยวิธีที่แตกต่างกันหลาย ๆ วิธี มาเชื่อมโยงเป็นภาพเดียวที่มีหลายมิติ (Unitary Multi-Dimensional Representations) ความสามารถในการผสมผสานข้อมูลและเก็บรักษาข้อมูลในองค์ประกอบนี้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ส่วนการกู้ข้อมูลกลับคืนมาขึ้นอยู่กับการรู้สติ (Conscious Awareness) ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงข้อมูลที่ซับซ้อนจากแหล่งต่าง ๆ และจากสื่อสัมผัสต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จึงสามารถสร้างสิ่งใหม่ ๆ อันเป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนในอนาคตได้ (Repovš & Baddeley, 2006)

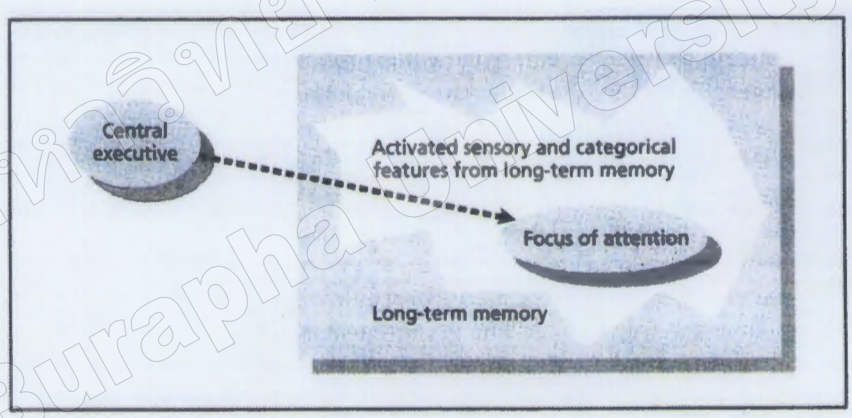


ภาพที่ 3 โมเดลหลายองค์ประกอบ (The Multicomponent Model) (Baddeley, 2009)

Cowan's Embedded Processes Theory

เป็นทฤษฎีที่กล่าวว่า ความจำขณะคิดขึ้นอยู่กับการกระตุ้นที่เกิดขึ้นภายในความจำระยะยาว และถูกควบคุมโดยกระบวนการของความตั้งใจ การกระตุ้นจะเกิดเพียงชั่วคราวและเสื่อมสลายไป ถ้าไม่มีการคงไว้โดยการทวนซ้ำหรือใช้ความตั้งใจอย่างต่อเนื่อง (Baddeley, 2009) ประกอบด้วย 4 ส่วน (ภาพที่ 4) คือ

1. ศูนย์ควบคุมการปฏิบัติการขั้นสูง
2. ความจำระยะยาว
3. ความจำที่พร้อมจะทำงาน (Active Memory) เป็นกลุ่มย่อยของความจำระยะยาว (LTM) จะมีระยะเวลาที่จำกัด จะหายไปภายใน 10-20 วินาที ถ้าไม่มีการกระตุ้นซ้ำ
4. จุดศูนย์กลางของความสนใจ (Focus of Attention) เป็นกลุ่มย่อยของความจำที่พร้อมจะทำงาน (Active Memory) และถูกควบคุมด้วยศูนย์ควบคุมการปฏิบัติการขั้นสูง



ภาพที่ 4 Cowan's Embedded Processes Theory (Baddeley, 2009)

ข้อมูลที่เข้ามาจะมีบางข้อมูลเป็นข้อมูลที่จำเป็นอาจจะอยู่ในจุดศูนย์กลางของความสนใจ บางส่วนจะอยู่ในภาวะที่พร้อมจะทำงาน (Active State) เพื่อเตรียมเข้าสู่จุดศูนย์กลางของความสนใจเมื่อต้องการใช้ข้อมูลนั้น และบางส่วนจะถูกเก็บไว้ในความจำระยะยาว เพื่อให้นำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว โดยข้อมูลที่เข้าสู่จุดศูนย์กลางของความสนใจจะมีความจุที่จำกัด ถ้ามีข้อมูลเข้ามามากเกินไป ข้อมูลที่เข้ามาก่อนจะไม่ถูกกระตุ้น และถูกแทนที่โดยข้อมูลที่อยู่ในจุดศูนย์กลางของความสนใจ (Mizuno, 2005) ซึ่งแนวคิดนี้คล้ายคลึงกับองค์ประกอบที่เป็นสื่อกลาง (Episodic Buffer) ของโมเดลหลายองค์ประกอบ (The Multicomponent Model) แต่แตกต่างกันที่แนวคิดของแบดเดเลย์ (Baddeley) ข้อมูลที่กู้คืนมาจากความจำระยะยาวจะถูกนำมาใช้ที่องค์ประกอบที่เป็นสื่อกลาง แต่แนวคิดของโคแวน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(Cowan) ข้อมูลจะถูกกู้คืนจากความจำระยะยาว และจะยังคงเก็บรักษาเพื่อดำเนินการต่อที่ความจำระยะยาวด้วย (Baddeley, 2009)

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้โมเดลหลายองค์ประกอบ (The Multicomponent Model) ของแบดเดเลย์และฮิชท์ (Baddeley & Hitch) เป็นแนวทางในการประเมินตัวแปรตาม เนื่องจากเป็นโมเดลที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง และมีการระบุองค์ประกอบของโมเดลที่ชัดเจน

กลไกการทำงานของความจำขณะคิด

จากการศึกษาสรีรวิทยาที่ว่าด้วยระบบประสาท (Neurophysiology) ของลิงในช่วง ค.ศ. 1970-1980 ปรากฏว่า ความจำขณะคิดจะเกี่ยวข้องกับการคงไว้ซึ่งสัญญาณประสาทในพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ในระหว่างที่ทำกิจกรรมที่ให้มีการชะลอการตอบคำถาม (Delay-Period Activity) นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นว่า การกระตุ้นสัญญาณประสาทนี้จะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรมเสร็จสิ้น (Dash et al., 2007) ดังนั้นจึงได้เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งและการนำสัญญาณประสาทขณะทำกิจกรรมที่กระตุ้นความจำขณะคิดในคน มีรายละเอียดดังนี้

สมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิด

วาเกอร์และสมิท (Wager & Smith, 2003) ได้นำงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้วิธีการสร้างภาพสมองขณะทำกิจกรรมที่กระตุ้นให้เกิดความจำขณะคิด (WM Task) จำนวน 60 เรื่อง ที่ตีพิมพ์ในช่วงปี ค.ศ. 1993-2002 มาศึกษาด้วยวิธีวิเคราะห์อภิมาน (Meta-Analysis) ปรากฏว่า

1. กิจกรรมที่กระตุ้นด้วยวัตถุซึ่งมีเฉพาะกระบวนการเก็บรักษาข้อมูลในสมองเพียงอย่างเดียว (Object Storage) จะกระตุ้นบริเวณเปลือกสมองส่วนหลัง (Posterior Cortex) ที่บรอดแมน แอเรีย (Brodmann Area: BA) ตำแหน่ง 37 และบรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 9 ที่สมองซีกขวา

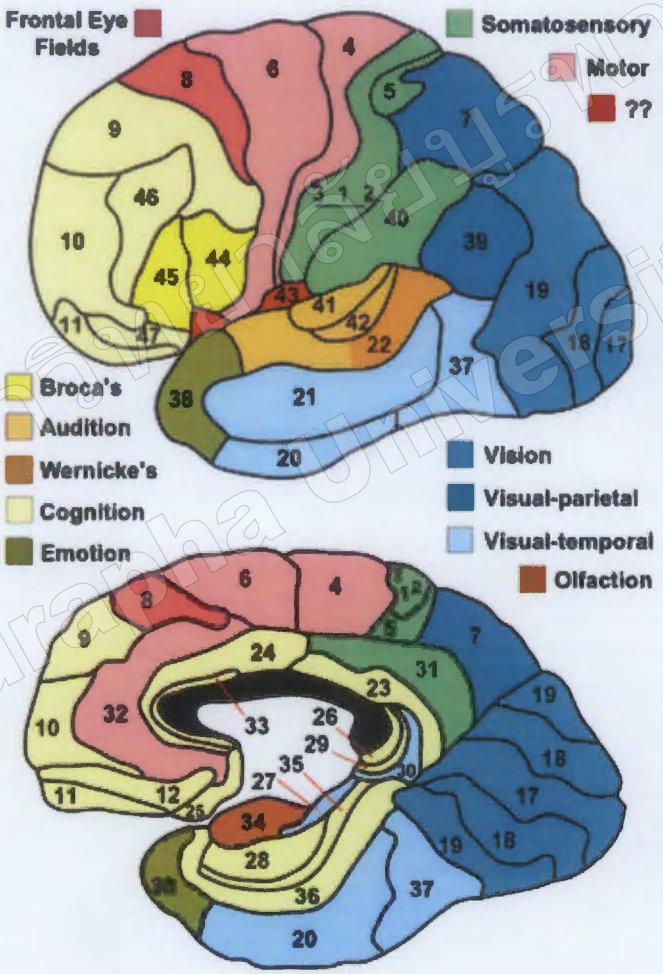
2. กิจกรรมที่กระตุ้นด้วยมิติสัมพันธ์ซึ่งมีเฉพาะกระบวนการเก็บรักษาข้อมูลในสมองเพียงอย่างเดียว (Spatial Storage) จะกระตุ้นบริเวณเปลือกสมองส่วนหลัง (Posterior Cortex) ที่บรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 7 และและบรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 17 ที่ไพมารี่ วิสชัว คอร์เทค (Primary Visual Cortex)

3. กิจกรรมที่กระตุ้นด้วยการพูดและการได้ยินซึ่งมีเฉพาะกระบวนการเก็บรักษาข้อมูลในสมองเพียงอย่างเดียว (Verbal Storage) จะกระตุ้นเลทเทอรอล ฟรอนทรัล คอร์เท็กด้านซ้าย (Left Lateral Frontal Cortex) ที่บรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 44, 45, 46 และ 6

ส่วนกิจกรรมที่กระตุ้นหน้าที่ขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ทั้ง 4 ด้าน คือ การปรับข้อมูลให้ทันสมัย การยับยั้ง การสลับความสนใจ และการทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกันนั้น แม้จะมีรูปแบบการกระตุ้นที่แตกต่างกัน แต่ตำแหน่งการกระตุ้นสมองส่วนใหญ่จะอยู่ที่ดอร์โซเลทเทอรอล พรีฟรอนทรัล คอร์เทค (Dorsolateral Prefrontal Cortex: DLPFC) ที่บรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 9/46, 10 และแอนเทอเรีย ซินกลูเรท ไจรัส (Anterior

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

Cingulated Gyrus) นอกจากนี้ยังพบได้บ่อยบริเวณสมองด้านหน้าอื่น ๆ ที่บรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 6, 8, 44, 45, 47 และสมองด้านข้างที่บรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 7, 40 (ภาพที่ 5) ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าการทำหน้าที่ขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ต้องใช้ทั้งส่วนหน้าสุดของสมองด้านหน้า (Prefrontal Region) และสมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal Region) (Collette & Van der Linden, 2002)



ภาพที่ 5 บรอดแมน แอเรีย (Brodmann Area: BA)

326592

การนำสัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับความจำขณะคิด

การปรับเปลี่ยนสารสื่อประสาทในพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ ให้มีปริมาณที่เหมาะสมเป็นบทบาทที่สำคัญสำหรับความจำขณะคิด (Dash, 2007) โดยมีสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. โดปามีน ตามปกติเมื่อมีการหลั่งสารสื่อประสาทที่ปลายแอกซอน สารสื่อประสาทต้องจับกับตัวรับของสารนั้น ๆ (Receptor) จึงจะเข้าสู่เดนไดรท์ของเซลประสาทตัวอื่นเพื่อให้รับทอดสัญญาณต่อไปได้ (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551) สำหรับโดปามีนจะมีตัวรับ (Dopamine Receptor) อยู่ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีลักษณะคล้ายดี 1 (D_1-Like) ประกอบด้วย ดี 1 (D_1) ดี 5 (D_5) และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายดี 2 (D_2-Like) ประกอบด้วย ดี 2 (D_2) ดี 3 (D_3) ดี 4 (D_4) โดยตัวรับโดปามีนที่มีลักษณะคล้ายดี 1 จะพบมากในเซลประสาท และมีอิทธิพลต่อเซลประสาทที่สมองส่วนหน้า (Prefrontal Neuron) อย่างมาก ณ จุดเชื่อมต่อสัญญาณ ตัวรับนี้จะทำงานร่วมกับกลูตาเมทที่เดนไดรท์ติก สไปน์ ของเซลประสาทส่วนหน้าสุดของสมองส่วนหน้า ทำให้เพิ่มระดับของไซคริก อะดีโนซีน โมโนฟอสเฟต (Cyclic Adenosine Monophosphate: cAMP) (Dash et al., 2007) ซึ่งเป็นสารสื่อภายในเซลล์ลำดับที่สอง (Second Messenger) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของเซลล์ ทำให้แคลเซี่ยมไอออน (Ca^{++}) เคลื่อนเข้าสู่เซลล์มากขึ้น จึงเพิ่มการนำสัญญาณประสาท

2. นอร์อิพิเนปฟิน จะจับกับตัวรับอดรีเนอร์จิก (Adrenergic Receptor) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 กลุ่ม คือ ตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า (α Adrenergic Receptor) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ แอลฟ่า 1 (α_1: G_q) แอลฟ่า 2 (α_2: G_i) และตัวรับอดรีเนอร์จิกเบต้า (β Adrenergic Receptor) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ เบต้า 1 (β_1) เบต้า 2 (β_2) เบต้า 3 (β_3) (ใช้ตัวย่อรวมกันว่า G_s) ตัวรับเหล่านี้จะมีผลต่อสัญญาณประสาทในเซลล์ที่แตกต่างกัน (Dash et al., 2007)

2.1 ตัวรับอดรีเนอร์จิกเบต้า (G_s) กระตุ้นให้มีอดรีไนลิว ไซคลาส (Adenylyl Cyclase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ (Enzyme) ที่เปลี่ยน เอทีพี (ATP) ให้เป็นไซคริก อะดีโนซีน โมโนฟอสเฟตเพิ่มขึ้น จึงทำให้การส่งสัญญาณประสาทเพิ่มขึ้นด้วย

2.2 ตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 1 (G_q) กระตุ้นให้มีฟอสโฟไลเปรส ซี (Phospholipase C: PLC) เพิ่มขึ้น เป็นสาเหตุให้มีการหลั่งไดอะซิลไกลเซอรอล (Diacylglycerol: DAG) และไอโนสิทอล ไตรฟอสเฟต (Inositol Triphosphate: IP_3) เพิ่มขึ้น โดยไอโนสิทอล ไตรฟอสเฟต (IP_3) จะทำให้มีแคลเซี่ยมไอออน (Ca^{++}) ในเซลเพิ่มขึ้น ซึ่งจะไปกระตุ้นให้มีการหลั่งฟอสฟาเตรต แคลซินิวริน (Phosphatase Calcineurin) แคลเซี่ยมเอ็มไคเนส ทู (CaM Kinase II) และโปรตีนไคเนส ซี (Protein Kinase C: PKC) ทำให้มีไซคริก อะดีโนซีน โมโนฟอสเฟตเพิ่มขึ้น จึงทำให้การส่งสัญญาณประสาทเพิ่มขึ้นด้วย ถือเป็นเส้นทางเดินกระแสประสาทที่สำคัญสำหรับความจำขณะคิด

2.3 ตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 2 (G_i) จะลดระดับของไซคริก อะดีโนซีน โมโนฟอสเฟต จึงทำให้การส่งสัญญาณประสาทลดลงด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. โปรตีน ไคเนส (Protein Kinases) เป็นกลุ่มหนึ่งของไคเนส (Kinase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่จะนำฟอตเฟสจากโมเลกุลที่มีพลังงานสูง เช่น เอทีพี (ATP) ไปจับกับโมเลกุลที่เฉพาะของโปรตีน เมื่อตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 1 (G_q) กระตุ้นให้มีการหลั่งของไคเนส นอกจากจะทำให้ความจำขณะคิดเพิ่มขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้เกิดบทบาททางลบกับความจำขณะคิด เช่น ในผู้ที่มีความพร่องของความจำขณะคิดร่วมกับความเครียด จะพบโปรตีนไคเนส ซี ที่พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ มากเกินไป (Dash et al., 2007)

4. โปรตีน ฟอสฟาเตรต (Protein Phosphatases) เป็นเอนไซม์ที่ถูกดึงเอาหมู่ฟอสเฟตออกจากโมเลกุล (เรียกว่า Dephosphorylation) เมื่อตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 1 (G_q) กระตุ้นให้มีการหลั่งของไคเนส ก็จะกระตุ้นให้มีการหลั่งแคลซินิวริน (Calcineurin) ซึ่งเป็นโปรตีน ฟอสฟาเตรต (Protein Phosphatases) ชนิดหนึ่ง แคลซินิวรินที่มีการดึงหมู่ฟอสเฟตออกไป (Calcineurin-Mediated Protein Dephosphorylation) จำเป็นสำหรับความจำขณะคิด เนื่องจากจะควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของไอออน (Ion Channel) ให้เหมาะสมขณะทำกิจกรรมที่ให้มีการชะลอการตอบคำถาม (delay-period activity) ภายในพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ และจะช่วยกดกิจกรรมที่ไม่สัมพันธ์กับงานที่ทำในพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ แต่แคลเซี่ยมที่มีการเติมหมู่ฟอสเฟตในโมเลกุล (Calcium-Dependent Phosphorylation) จะเป็นอันตรายต่อสมอง (Dash et al., 2007)

จากรายละเอียดของข้อมูลการนำสัญญาณประสาทข้างต้น แดช และคณะ (Dash et al., 2007) กล่าวว่า ความจำขณะคิด จะมีความสัมพันธ์กับระดับโดปามีนในลักษณะของรูปตัวยูหัวกลับ (Inverted U-Shaped)

การประเมินความจำขณะคิด (Assessing Working Memory)

ความจำขณะคิด เป็นคุณลักษณะทางจิตวิทยา ไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นจึงทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมนั้น ๆ ออกมา ส่วนใหญ่จะวัดจากความสามารถในการเก็บรักษาความจำขณะคิด (WM Capacity) โดยเครื่องมือที่นำมาใช้วัดต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถดำเนินการด้วยการพยายามใช้การควบคุมมากกว่าการทำงานที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ จึงจะสามารถวัดความสามารถในการเก็บรักษาความจำขณะคิดได้มากกว่าความสามารถในการเก็บรักษาความจำระยะสั้น (STM Capacity) (Conway et al., 2002) สำหรับเครื่องมือที่ใช้วัดความจำขณะคิดมีอยู่หลายชนิด แต่ในงานวิจัยนี้จะศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่การทำกิจกรรมสองอย่างในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นหน้าที่หลักขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงเฉพาะเครื่องมือวัดที่เกี่ยวกับหน้าที่ดังกล่าว ได้แก่ กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) (Collette & Van der Linden, 2002)

กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task)

เป็นเครื่องมือแรกที่พัฒนาตามแนวคิดของความจำขณะคิด (WM) ว่าประกอบด้วยหน้าที่ในการเก็บและดำเนินการของข้อมูล พัฒนาโดยแดนแมนและคาร์เพนเตอร์ (Daneman & Carpenter) ในปี ค.ศ. 1980 มีทั้งหมด 15 รายการ แบ่งเป็น 5 ชุด ๆ ละ 3 รายการ แต่ละรายการจะมีประโยคซึ่งมีความยาว 13-16 คำ อยู่ในบัตรรายการ แต่จำนวนประโยคจะแตกต่างกันตั้งแต่ 2-6 ประโยค โดยชุดที่ 1 จะมีจำนวนประโยคเริ่มต้น 2 ประโยคในแต่ละรายการ กลุ่มตัวอย่างต้องอ่านประโยคดัง ๆ แล้วให้ตัดสินใจว่า ประโยคดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ ขณะเดียวกันให้จำคำสุดท้ายของแต่ละประโยค เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละรายการ กลุ่มตัวอย่างต้องบอกคำสุดท้ายของประโยคทั้งหมดเรียงตามลำดับ ถ้ากลุ่มตัวอย่างบอกคำสุดท้ายถูกต้องน้อยกว่า 2 รายการ จะสิ้นสุดการทดลอง การให้คะแนนจะเท่ากับจำนวนประโยคที่สามารถตอบคำสุดท้ายได้ถูกต้องตั้งแต่ 2 รายการขึ้นไป ต่อมาแดนแมนและคาร์เพนเตอร์ (Daneman & Carpenter) ได้ปรับปรุงเครื่องมือนี้เพิ่มเติม โดยกำหนดเวลาให้กลุ่มตัวอย่างตอบว่า ประโยคที่อ่านถูกหรือผิดภายใน 1.5 วินาทีต่อประโยค เพื่อป้องกันไม่ให้กลุ่มตัวอย่างมุ่งความสนใจไปที่คำสุดท้ายของประโยคโดยไม่ได้สนใจอ่านประโยค

ในปี ค.ศ. 1989 เทอร์เนอร์และแองเกิ้ล (Turner & Engle) ได้นำกิจกรรมขณะอ่านไปใช้ โดยปรับเปลี่ยนไปจากฉบับเดิมบางประเด็น แต่ยังคงหลักการเดิมไว้ คือ

1. ลดจำนวนรายการเหลือ 12 รายการ แบ่งเป็น 4 ชุด ๆ ละ 3 รายการ จำนวนประโยคที่อยู่ในรายการจะมีตั้งแต่ 2-5 ประโยค โดยชุดที่ 1 มีจำนวนประโยคเริ่มต้น 2 ประโยคในแต่ละรายการ

2. ให้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาว่า การสร้างประโยคถูกต้องหรือไม่ ประโยคมีความหมายถูกต้องหรือไม่ โดยการทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แทนรายบุคคล ใช้วิธีฉายประโยคบนเครื่องฉายแผ่นใสและให้ตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบ ในขณะเดียวกันกลุ่มตัวอย่างจะได้ยินประโยคทางหูฟังไปพร้อม ๆ กัน

วิธีการดังกล่าวอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างที่อ่านได้เร็ว ค้นหากลวิธีเพื่อให้จดจำสิ่งกระตุ้นได้ ดังนั้นในการทดลองต่อมา เทอร์เนอร์และแองเกิ้ล (Turner & Engle) จึงทำการทดลองเป็นรายบุคคล และคัดเลือกเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่สามารถตอบการตรวจสอบความถูกต้องของประโยคได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 มาวิเคราะห์ เพื่อทำให้มั่นใจว่าความสนใจของกลุ่มตัวอย่างจะอยู่ที่องค์ประกอบด้านกระบวนการของกิจกรรมที่ทำ แต่บุคคลมีความสามารถในการอ่านแตกต่างกัน อาจทำให้ความสามารถในการเข้าใจคำที่เป็นใจความหลักของประโยคแตกต่างกัน (Conway, Kane, Bunting, Hambrick, Wilhelm, & Engle, 2005) ดังนั้นกิจกรรมขณะอ่านฉบับล่าสุด จึงให้กลุ่มตัวอย่างจำตัวอักษรที่ไม่เกี่ยวข้องกันแทนคำสุดท้ายของประโยค โดยจะปรากฏประโยคและตัวอักษรที่ต้องการให้จำบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น The prosecutor's dish was lost because it was not

based on fact? M แล้วให้กลุ่มตัวอย่างพิมพ์คำตอบเรียงตามลำดับ (Unsworth & Engle, 2006; Schmiedek, Hildebrandt, Lövden, Wilhelm, & Lindenberger, 2009)

กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task)

เป็นเครื่องมือที่พัฒนาโดยเทอร์เนอร์และแองเกิ้ล (Turner & Engle) ในปี ค.ศ. 1989 โดยใช้หลักการเดียวกับกิจกรรมขณะอ่าน เพียงแต่ใช้สมการคณิตศาสตร์แทนประโยคและให้กลุ่มตัวอย่างจำคำที่ไม่เกี่ยวข้องกัน สำหรับคำที่ให้จำนำมาจากชุดปกติวิสัย (Norm) ของคำที่ประกอบด้วย 4-6 ตัวอักษรของกิจกรรมขณะอ่านฉบับเทอร์เนอร์และอิงเกิ้ล (Turner & Engle) ประกอบด้วย 12 รายการ แบ่งเป็น 4 ชุด ๆ ละ 3 รายการ แต่ละรายการจะมีสมการคณิตศาสตร์ให้คำนวณแตกต่างกันตั้งแต่ 2-5 ขั้นตอน แล้วตามด้วยคำที่มีจำนวน 4-6 ตัวอักษรให้จำ เช่น

Is (8/2) – 1 = 1? BEAR

Is (6 * 1) + 2 = 8? DRILL

Is (10 * 2) – 5 = 15? JOB

???

กลุ่มตัวอย่างต้องอ่านออกเสียงสมการคณิตศาสตร์ที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ แล้วตอบว่าคำตอบของสมการคณิตศาสตร์นั้นถูกต้องหรือไม่โดยใช้วิธีคิดในใจ แล้วให้อ่านคำที่ต้องจำ เมื่อสิ้นสุดแต่ละรายการจะปรากฏเครื่องหมายคำถาม กลุ่มตัวอย่างต้องบอกคำที่ให้จำเรียงตามลำดับ สำหรับชุดของสมการคณิตศาสตร์จะใช้วิธีการสุ่มเลือกจำนวนขั้นตอน เพื่อป้องกันการเดาคำได้จากการทราบขนาดของชุดที่จะให้จำ (Conway et al., 2005) และจะคัดเลือกเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่สามารถตอบสมการคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 85 มาวิเคราะห์ เพื่อทำให้มั่นใจว่าความสนใจของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่องค์ประกอบด้านกระบวนการของกิจกรรมที่ทำ (Unsworth & Engle, 2006)

เนื่องจากเครื่องมือนี้ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบนานประมาณ 20 นาที การให้กลุ่มตัวอย่างอ่านออกเสียงสมการคณิตศาสตร์และคำที่ต้องจำเพื่อลดการทวนซ้ำของคำที่ต้องจำ ทำให้เกิดความยากลำบากในการใช้เครื่องมือประเมินเป็นรายกลุ่ม ดังนั้นอันสเวอรซ์ ไฮทซ์ ชร็อค และอิงเกล (Unsworth, Heitz, Schrock, & Engle, 2005) จึงได้พัฒนากิจกรรมขณะคำนวณฉบับคอมพิวเตอร์ (Automated Version of the Operation Span Task: AOSPAN Task) ในปี ค.ศ. 2005 โดยปรับให้กลุ่มตัวอย่างจำตัวอักษรแทนคำ แยกสมการคณิตศาสตร์ คำตอบ และตัวอักษรที่ต้องจำอยู่คนละหน้าจอ และมีการกำหนดเวลาในการแก้สมการคณิตศาสตร์ เครื่องมือนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการจำตัวอักษร ส่วนที่ 2 เป็นส่วนการคำนวณสมการทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่ 3 เป็นส่วนของการทดลอง

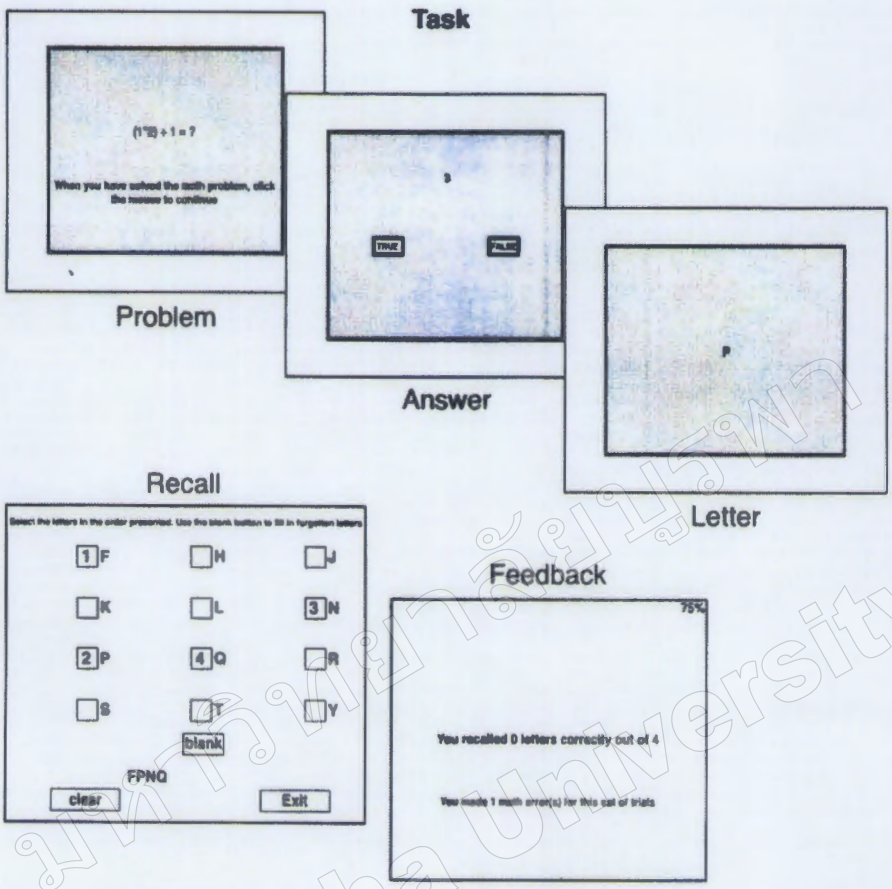
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ส่วนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจะเห็นตัวอักษรปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์นาน 800 มิลลิวินาที หลังจากนั้นจะปรากฏเมตริกซ์ขนาด 4 X 3 ที่มีตัวอักษรอยู่ด้วย กลุ่มตัวอย่างต้องใช้เมาส์ (Mouse) เลือกตัวอักษรเรียงลำดับให้ถูกต้องโดยไม่จำกัดเวลา หลังจากนั้นจะได้รับข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับจำนวนตัวอักษรที่ตอบถูกเป็นเวลา 2,000 มิลลิวินาที

ส่วนที่ 2 มีจำนวนสมการทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 15 สมการ กลุ่มตัวอย่างจะเห็นสมการทางคณิตศาสตร์ปรากฏบนหน้าจอ กลุ่มตัวอย่างต้องแก้สมการคณิตศาสตร์ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้แล้วกดเมาส์ (Mouse) เพื่อเปิดหน้าจอต่อไป จะเห็นคำตอบของสมการคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างต้องใช้เมาส์เลือกตอบว่าถูกหรือผิด หลังจากนั้นจะได้รับข้อมูลป้อนกลับเป็นเวลา 2,000 มิลลิวินาที ในส่วนนี้จะมีการคำนวณค่าเฉลี่ยในการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำกัดเวลาเมื่อแก้สมการคณิตศาสตร์ในการทดลองจริง

ส่วนที่ 3 การทดลองแต่ละชุดจะมีจำนวนขั้นตอนที่ให้แก้ในสมการคณิตศาสตร์ไม่เท่ากัน ตั้งแต่ 3-7 ขั้นตอน แต่ละชุดจะมี 3 การทดลอง จะให้กลุ่มตัวอย่างทดลองฝึกทำชุดที่มีขั้นตอนให้แก้สมการคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอนก่อน จึงให้ลงมือทำการทดลองจริง โดยกลุ่มตัวอย่างจะเห็นสมการคณิตศาสตร์ปรากฏบนหน้าจอ กลุ่มตัวอย่างต้องแก้สมการคณิตศาสตร์ภายในเวลาที่กำหนด คือ เวลาเฉลี่ย + 2.5 *S.D.* ถ้าใช้เวลานานกว่านี้สมการคณิตศาสตร์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเลือนหายไป และถือว่าการทดลองครั้งนี้ผิดพลาด ทั้งนี้เพื่อป้องกันการทวนซ้ำของตัวอักษรที่ต้องจำในขณะให้แก้สมการคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นใช้เมาส์เลือกคำตอบว่าถูกหรือผิด แล้วจะเห็นตัวอักษรที่ต้องจำปรากฏอยู่บนหน้าจอนาน 800 มิลลิวินาที เมื่อสิ้นสุดแต่ละชุด ให้กลุ่มตัวอย่างใช้เมาส์เลือกตัวอักษรที่ต้องจำเรียงตามลำดับ ดังภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha) ได้เท่ากับ .78

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 6 กิจกรรมขณะคำนวณ ฉบับคอมพิวเตอร์ (AOSPAN Task) (Unsworth et al., 2005)

กิจกรรมที่กล่าวมาอาจจะปฏิบัติได้ยากในผู้สูงอายุไทย เนื่องจากความแตกต่างทางภาษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้กิจกรรมขณะนับ (Counting Span Task) เป็นเครื่องมือในการวัดแทน เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ประสานงานระหว่างกิจกรรมทั้งสองชนิดไปพร้อม ๆ กัน เช่นเดียวกับกิจกรรมขณะอ่านและกิจกรรมขณะคำนวณ อีกทั้งสามารถใช้ได้กว้างขวางทั้งในผู้สูงอายุ ผู้ป่วย เด็กวัยเรียน และผู้ที่ไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่ (Stipacek, Grabner, Neuper, Fink, & Neubauer, 2003; Conway et al., 2005) มีรายละเอียด ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิจกรรมขณะนับ เป็นกิจกรรมที่ให้กลุ่มตัวอย่างนับรูปทรงเรขาคณิตตามที่กำหนด แล้วให้จำจำนวนที่นับได้ทั้งหมดในแต่ละชุดไว้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะให้กลุ่มตัวอย่างบอกจำนวนที่นับได้ทั้งหมดเรียงตามลำดับ มี 2 รูปแบบ (Conway et al., 2005) คือ

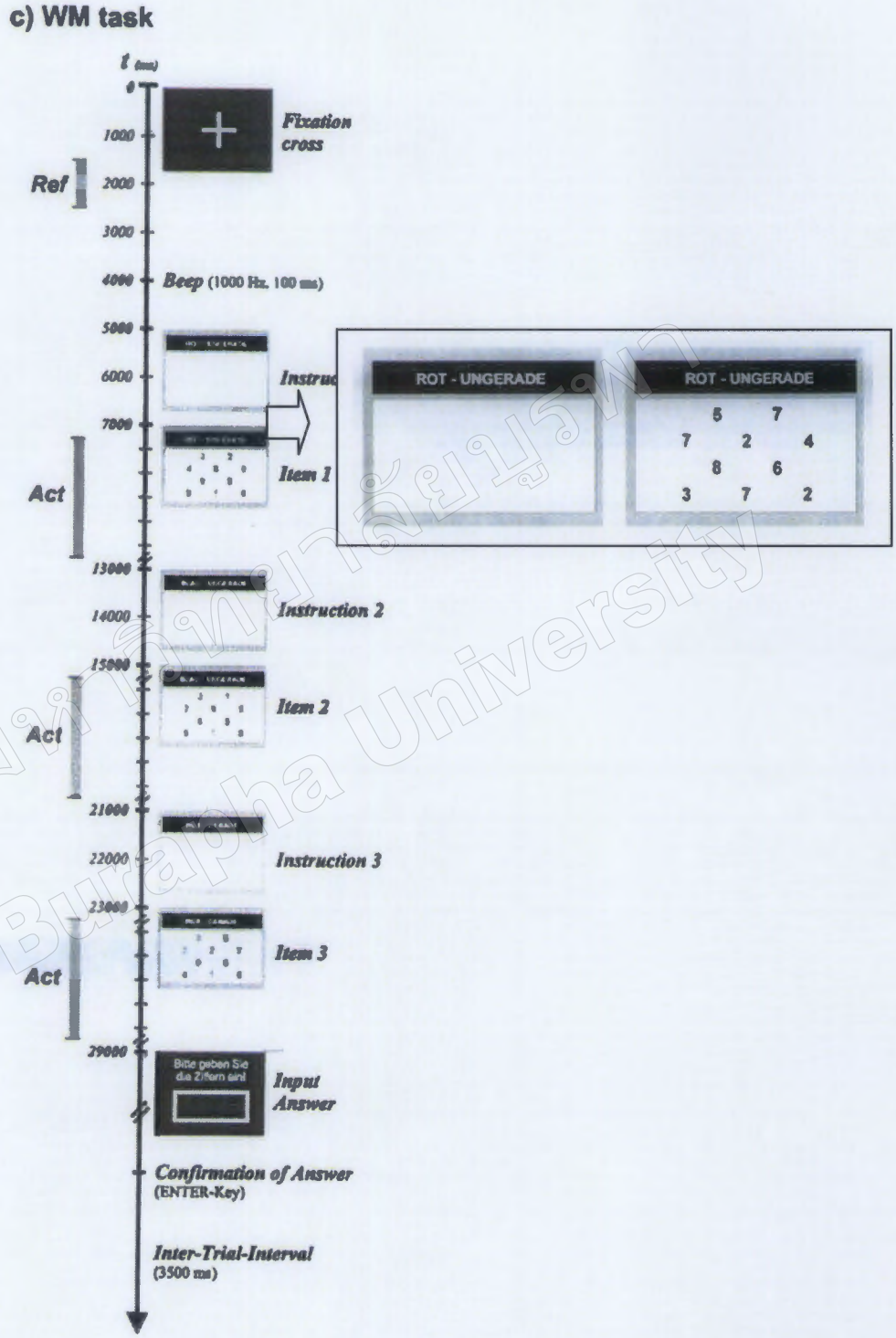
1. รูปแบบของเคส เคอร์แลนด์ และโกลด์เบิร์ก (Case, Kurland, & Goldberg, 1982) กลุ่มตัวอย่างต้องนับจุดสีเขียวขนาด ½ X ¾ นิ้ว ซึ่งกระจายอยู่บนบัตรรายการสีขาว และมีจุดสีเหลืองกระจายปนอยู่ด้วย เพื่อให้รบกวนการนับจุด ให้เร็วที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ โดยให้นับออกเสียงและใช้นิ้วชี้จุดที่นับด้วย แล้วจำจำนวนทั้งหมดไว้ เมื่อบัตรรายการใหม่ปรากฏให้เห็น กลุ่มตัวอย่างต้องเริ่มนับจุดสีเขียวทันที เพื่อป้องกันไม่ให้กลุ่มตัวอย่างทบทวนจำนวนทั้งหมดที่นับได้ในการทดลองที่ผ่านมา บัตรรายการที่ให้นับรูปทรงเรขาคณิตนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 5 ชุด ตามระดับของจำนวนที่ต้องจำตั้งแต่ 1 ตัว ไปจนถึง 5 ตัว โดยแต่ละระดับ จะประกอบด้วย 3 การทดลอง กลุ่มตัวอย่างต้องเริ่มนับจากจำนวนที่ต้องจำ 1 ตัวก่อน ถ้าสามารถบอกจำนวนที่ต้องจำได้ถูกต้อง จึงจะสามารถทำการทดลองที่มีจำนวนที่ต้องจำมากขึ้นได้ ถ้ากลุ่มตัวอย่างตอบจำนวนที่ต้องจำในแต่ละระดับผิดทั้ง 3 การทดลอง ก็จะยุติการนับรูปทรงเรขาคณิตนั้น สำหรับการให้คะแนนความสามารถในการจำจะเท่ากับระดับที่สูงที่สุดที่สามารถตอบได้ถูกต้อง 2 ใน 3 การทดลอง ถ้าตอบถูกต้อง 1 ใน 3 การทดลอง จะแบ่งคะแนนให้ 0.3 เช่น ถ้าตอบจำนวนที่ต้องจำ 1 ตัว ได้ถูกต้องทั้งหมด แต่ตอบจำนวนที่ต้องจำ 2 ตัว ได้ 1 การทดลอง จากทั้งหมด 3 การทดลอง จะได้คะแนนเท่ากับ 1.3

2. รูปแบบของอิงเกิ้ล ทุโฮสกิ ลาฟลิน และคอนเวย์ (Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999) กลุ่มตัวอย่างจะต้องนับวงกลมสีฟ้าเข้มซึ่งกระจายอยู่ระหว่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีฟ้าเข้มและวงกลมสีฟ้าอ่อนโดยการออกเสียงและห้ามใช้นิ้วชี้ เมื่อนับครบแล้วให้บอกจำนวนที่นับได้ทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อให้ผู้ทดลองเปลี่ยนหน้าจอต่อไป เช่น มีวงกลมสีฟ้าเข้ม จำนวน 3 อัน จะต้องนับว่า “1-2-3-3” เมื่อหน้าจอใหม่ปรากฏ กลุ่มตัวอย่างต้องเริ่มนับวงกลมสีฟ้าเข้มทันที เมื่อทำการทดลองครบในแต่ละชุด กลุ่มตัวอย่างต้องเขียนจำนวนที่นับได้ทั้งหมดของชุดนั้น ๆ เรียงตามลำดับ จำนวนของวงกลมสีฟ้าเข้มที่ให้นับจะมีหลากหลายตั้งแต่ 3-9 อัน จำนวนของสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีฟ้าเข้มซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความไขว้เขวเกี่ยวกับรูปทรงจะมีแตกต่างกันไปตั้งแต่ 1, 3, 5, 7, 9 ส่วนจำนวนของวงกลมสีฟ้าอ่อนซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความไขว้เขวเกี่ยวกับสีจะมีแตกต่างกันตั้งแต่ 1-5 ถ้าคะแนนการนับรูปทรงเรขาคณิตมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าร้อยละ 15 จะไม่นำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ มาวิเคราะห์

ผู้วิจัยคนอื่น ๆ ได้นำกิจกรรมขณะนับตามรูปแบบของอิงเกิ้ล และคณะ (Engle et al., 1999) ไปปรับเปลี่ยนบางประเด็น แต่ยังคงแนวคิดเดิมไว้เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยของตน เช่น

เคน แฮมบริค ทุโฮสกิ วิลเฮม ปายน์ และอิงเกิ้ล (Kane, Hambrick, Tuholski, Wilhelm, Payne, & Engle, 2004) เปลี่ยนรูปทรงเรขาคณิตที่ทำให้เกิดความไขว้เขวเกี่ยวกับสีจากวงกลมสีฟ้าอ่อนเป็นวงกลมสีเขียวอ่อน และให้มีหน้าจอว่างประมาณ 500 มิลลิวินาที หลังจากกลุ่มตัวอย่างบอกจำนวนที่นับได้ทั้งหมดซ้ำ แล้วจึงตามด้วยหน้าจอที่เป็นการทดลองใหม่หรือหน้าจอที่ตอบจำนวนที่นับได้ทั้งหมดของชุดนั้น ๆ เรียงตามลำดับ ประกอบด้วยจำนวนที่ต้องจำตั้งแต่ 2 ถึง 6 ตัว ต่อมา ชไมเดก และคณะ (Schmiedek et al., 2009) ได้นำมาปรับเพิ่มเติมโดยให้มีการพิจารณาว่า จำนวนที่นับได้ทั้งหมดนั้นเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ ถ้าเป็นเลขคู่ให้กดปุ่มสีเขียว ถ้าเป็นเลขคี่ให้กดปุ่มสีแดง

สติแพค และคณะ (Stipacek et al., 2003) และแกรบเนอร์ ฟิค สติแพค นิวเปอร์ และนิวบอเออร์ (Grabner, Fink, Stipacek, Neuper, & Neubauer, 2004) เปลี่ยนวัตถุที่ให้นับจากรูปทรงเรขาคณิตเป็นตัวเลขหลักเดียวมีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 7 รวมทั้งให้ตัวเลขเหล่านั้นมีสีที่แตกต่างกัน คือ สีแดงกับสีน้ำเงิน จึงเป็นเหตุให้ต้องเปลี่ยนคำสั่งที่ให้นับเฉพาะวงกลมสีฟ้าเข้มเป็นคำสั่งอื่น ๆ ได้แก่ ให้นับเลขคู่สีแดง เลขคี่สีแดง เลขคู่สีน้ำเงิน เลขคี่สีน้ำเงิน ประกอบด้วยจำนวนที่ต้องจำตั้งแต่ 3 ถึง 5 ตัว ในการทดลองอาจให้จำโดยการเรียงลำดับจำนวนที่ต้องจำจากน้อยไปมากหรือใช้วิธีการสุ่มจำนวนที่ต้องจำก็ได้ โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบนี้กับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ซึ่งจะมีระยะเวลาให้อ่านคำสั่ง 2 วินาที แล้วจึงมีหน้าจอที่ให้นับตัวเลขตามคำสั่งปรากฏให้เห็นอีก 6 วินาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ได้รับการตรวจสอบแล้วว่าผู้ที่มีระดับเชาว์ปัญญาต่ำ ก็มีอัตราการตอบได้ถูกต้องอยู่ในระดับสูง สำหรับการตอบจำนวนที่ต้องจำโดยเรียงลำดับให้ถูกต้องมีระยะเวลา 5 วินาที ส่วนการทดลองต่อไปจะเริ่มต้นหลังจากสิ้นสุดการทดลองก่อนหน้าประมาณ 3,500 มิลลิวินาที ดังภาพที่ 7 ในแต่ละการทดลองกลุ่มตัวอย่างต้องตอบจำนวนที่ให้นับได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 75 นั้นคือ การทดลองที่มีจำนวนที่ต้องจำ 3 ตัว ต้องตอบให้ถูกต้อง 2 ตัว การทดลองที่มีจำนวนที่ต้องจำ 4 และ 5 ตัว ต้องตอบให้ถูกต้อง 3 ตัว จึงนำมาใช้วิเคราะห์



ภาพที่ 7 กิจกรรมขณะนับ (Counting Span Task) แกรบเนอร์ และคณะ (Grabner et al., 2004) ปรับมาจากรูปแบบของอิงเกิ้ล และคณะ (Engle et al., 1999)

สำหรับการให้คะแนนใช้วิธีพาเทียล เครดิต ยูนิต สกอร์ริ่ง (Partial-Credit Unit Scoring) ซึ่งจะไม่คำนึงถึงระดับของจำนวนที่ต้องจำ แต่จะพิจารณาจากอัตราส่วนของจำนวนที่ตอบได้ถูกต้องในการทดลองนั้น ๆ กับจำนวนตัวเลขที่ต้องจำทั้งหมด คือ ถ้าตอบจำนวนที่ต้องจำได้ถูกต้องทั้งหมดจะได้คะแนนเท่ากับ 1 แต่ถ้าตอบจำนวนที่ต้องจำได้ถูกต้องบางส่วน จะได้คะแนนลดลงตามสัดส่วน เช่น จำนวนที่ต้องจำมี 2 ตัว แต่ตอบได้ถูกต้อง 1 ตัว จะได้คะแนนเท่ากับ 0.5 หรือถ้าจำนวนที่ต้องจำมี 4 ตัว แต่ตอบได้ถูกต้อง 2 ตัว ก็จะได้คะแนนเท่ากับ 0.5 เช่นกัน (ตารางที่ 1) จากหลักฐานในเชิงประจักษ์ปรากฏว่า วิธีการให้คะแนนแบบนี้จะทำให้ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Conway et al., 2005)

ตารางที่ 1 การให้คะแนนกิจกรรมขณะนับ (Counting Span Task) ด้วยวิธีพาเทียล เครดิต ยูนิต สกอร์ริ่ง (Partial-Credit Unit Scoring) (Conway et al., 2005)

จำนวนที่ต้องจำ	การทดลองที่	จำนวนที่ตอบได้ถูกต้อง	วิธีการให้คะแนน
2	1	2	$= (\overbrace{1 + 1}^{2} + 1 + \overbrace{1 + 1 + 1}^{3} +$
	2	2	
	3	2	$\overbrace{1 + 1 + 0.5}^{4} + \overbrace{1 + 1 + 0.6}^{5})$
3	1	3	
	2	3	= 11.1/12
	3	3	= 0.93
4	1	4	
	2	4	
	3	2	
5	1	5	
	2	5	
	3	3	

นอกจากจะวัดความจำขณะคิดโดยใช้เครื่องมือวัดดังกล่าวแล้ว ยังมีการนำเทคนิควิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมอง (Brain Imaging) และเทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง (Brain Cortex) มาใช้ในการวัดด้วย เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถสะท้อนให้เห็นตำแหน่งของสมองที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ใช้กระตุ้น (Goldstein, 2008) อีกทั้งความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่แตกต่างกันยังเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของสมองต่าง ๆ เช่น ความสนใจ ความจำขณะคิด ความจำระยะยาว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

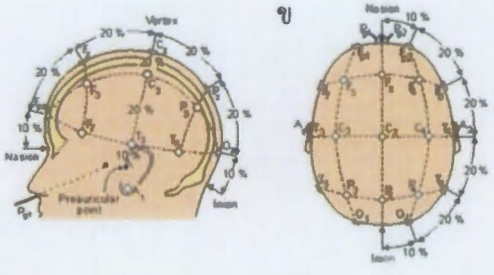
(Pesonen, Hämäläinen, & Krause, 2007) สำหรับในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาเทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถวัดการตอบสนองทางเวลาของคลื่นไฟฟ้าได้เร็ว กำหนดกิจกรรมในการทดลองได้หลากหลาย และมีราคาไม่แพง (มนตรี โพธิโสโนทัย, 2552) มีรายละเอียดดังนี้

เทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง

โดยปกติสมองมนุษย์ประกอบด้วยเซลประสาทจำนวนมากมาย เซลเหล่านี้สามารถติดต่อถึงกันได้โดยการขนส่งอนุภาคไฟฟ้าผ่านเยื่อหุ้มเซล เมื่อเซลประสาทส่วนหนึ่งได้รับการกระตุ้นโดยสารสื่อประสาทจะปลดปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้เดินไปตามใยประสาท (Nerve Fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลประสาท กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ ที่เกิดขึ้นจะไปกระตุ้นเซลประสาทถัดไปให้ปล่อยประจุไฟฟ้าต่อไปเป็นทอด ๆ สัญญาณไฟฟ้านี้เป็นที่รู้จักกันในนามว่า คลื่นสมอง (Brain Wave) สามารถบันทึกได้โดยการติดขั้วไฟฟ้า (Electrode) บนหนังศีรษะ คลื่นไฟฟ้าสมองที่มีความแรงพอที่จะผ่านเยื่อหุ้มสมอง กะโหลก และหนังศีรษะได้จะถูกบันทึกไว้ (มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549) ผลที่ได้จากการวัดด้วยวิธีนี้คือ คลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) จะมีระดับประจุไฟฟ้าที่ไมโครแอมแปร์ (μA)

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง จะบันทึกผ่านเครื่องมือทางไฟฟ้า (EEG Signal Recorder) ซึ่งมีหน้าที่ขยายและแปลงสัญญาณไฟฟ้าสมองเป็นสัญญาณดิจิตอลและบันทึกสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปตัวเลขดิจิตอลที่ได้จากการสุ่มด้วยความถี่ที่คงที่ (Sampling Frequency) และอยู่ในรูปของอนุกรมเวลาแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Time-Series Data) โดยทั่วไปจะใช้ความถี่ในการสุ่มมากกว่า 250 เฮิร์ต เพื่อให้ได้ความละเอียดของคลื่นไฟฟ้าเพียงพอต่อการนำไปแปลผล (มนตรี โพธิโสโนทัย, 2552) ส่วนตำแหน่งการติดขั้วไฟฟ้าจะแบ่งตามลักษณะของพื้นที่การทำงานของสมองเป็นหลัก ที่นิยมใช้คือ ระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 (10/20 International System) ดังภาพที่ 8 เพื่อให้การวิเคราะห์และการแปลผลตรงกัน (Niedermeyer & Lopes da Silva, 2004 อ้างถึงใน มนตรี โพธิโสโนทัย, 2552)

ก ข



ภาพที่ 8 ระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 ก) มองจากด้านข้าง ข) มองจากด้านบน

การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. การวิเคราะห์ทางแกนเวลา (Time Domain Analysis) เป็นการวิเคราะห์ที่เน้นการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาเป็นสำคัญ โดยจะมีแกนแนวนอน (X Axis) เป็นแกนของเวลา ส่วนแกนแนวตั้ง (Y Axis) เป็นแกนของแอมพิจูด (Amplitude) ใช้วิธีการวิเคราะห์ศักย์ดาไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) รูปคลื่นที่ปรากฏจะแบ่งเป็น 3 มิติ คือ แอมพิจูด (Amplitude) เป็นตัวบ่งชี้ขนาดของคลื่นไฟฟ้าสมอง ลาเทนซี่ (Latency) เป็นตัวบ่งชี้ของระยะเวลาที่เซลประสาทได้รับการกระตุ้นจนเกิดคลื่นไฟฟ้าสมอง และตำแหน่งการกระจายของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Scalp Distribution) บ่งบอกถึงรูปแบบศักย์ของกำลังไฟฟ้า (Voltage Gradient) ของสมองในเวลาที่ทำกิจกรรม (Sanei & Chambers, 2007) นอกจากนี้ยังมีวิธีวิเคราะห์ระดับของศักย์ดาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเทียบกับเส้นอ้างอิงต่อสิ่งเร้า (Event-Related Desynchronization/ Event-Related Synchronization: ERD/ERS) วิธีนี้มีข้อเด่น คือ สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเวลาได้ละเอียด มีการประมวลผลข้อมูลที่รวดเร็ว แต่มีข้อด้อย คือ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะต้องถูกกำหนดช่วงเวลาให้ตรงกับกิจกรรม (Time Lock) และกรณีที่ต้องนำข้อมูลมาเฉลี่ยต้องคำนึงถึงเฟสของคลื่นให้ตรงกัน (Phase Lock) เพื่อให้ได้รูปคลื่นออกมาถูกต้องมากที่สุด (มนตรี โพธิโสโนทัย, 2552)

2. การวิเคราะห์ทางแกนความถี่ (Frequency Domain Analysis) เป็นการวิเคราะห์ที่เน้นการเปลี่ยนแปลงของช่วงความถี่ที่เปลี่ยนแปลงเป็นสำคัญ โดยมีแกนแนวนอนเป็นแกนของความถี่ แกนแนวตั้งเป็นแกนของแม็กนิจูด (Magnitude) ในการเปลี่ยนข้อมูลจากรูปของแกนเวลาสู่รูปของแกนความถี่นี้ ต้องใช้หลักการแปลงฟูเรียร์ (Fourier Transform) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีที่มีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ชั้นสูงและซับซ้อน ใช้ข้อมูลจำนวนมาก รวมทั้งใช้เวลาในการประมวลผลนาน ในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้วิธีการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform: FFT) เพราะสามารถให้ผลการคำนวณที่แม่นยำและรวดเร็ว (มนตรี โพธิโสโนทัย, 2552) สำหรับความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่สำคัญแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 9) (Sanei & Chambers, 2007) ดังนี้

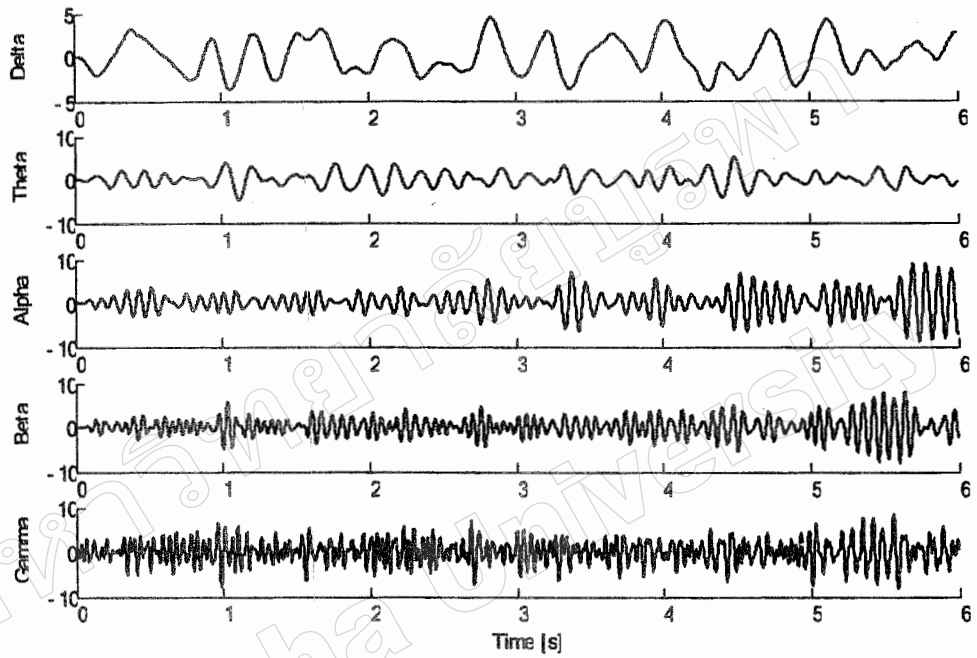
เดลต้า (Delta: δ) ช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 0.5-4 เฮิร์ต จะพบในภาวะหลับลึก อาจพบในช่วงตื่นได้ ง่ายที่จะสับสนกับคลื่นแทรก (Artefact) จากกล้ามเนื้อคอและคางได้

เทต้า (Theta: θ) ช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 4-7.5 เฮิร์ต สันนิษฐานว่ามีจุดกำเนิดมาจากทาลามัส (Thalamus) จะพบร่วมกับภาวะสร้างสรรค์และสมาธิขั้นสูง บ่อยครั้งมักพบร่วมกับคลื่นความถี่อื่นที่เกี่ยวข้องกับระดับของความตื่นตัว (Level of Arousal)

อัลฟา (Alpha: α) ช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 8-13 เฮิร์ต มักพบบริเวณสมองส่วนหลัง (Occipital Region) เป็นคลื่นที่บ่งบอกถึงการผ่อนคลาย จะพบได้ในช่วงที่หลับตา สามารถกำจัดหรือทำให้คลื่นนี้ลดลงได้ โดยการลืมตา ฟังเสียงที่ไม่คุ้นเคย วิตกกังวล ช่วงที่มีสมาธิหรือตั้งใจ

เบต้า (Beta: β) ช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 14-26 เฮิร์ต มักพบในช่วงที่ตื่นร่วมกับขณะกำลังคิด (Active Thinking) ขณะให้ความสนใจ (Active Attension) แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม และพบในผู้ใหญ่ที่ไม่มีปัญหาสุขภาพ

แกมม่า (Gamma: γ) ช่วงความถี่ตั้งแต่ 30 เฮิร์ต ขึ้นไป อาจถึง 45 เฮิร์ต ใช้ยืนยันผู้ที่มีโรคเกี่ยวกับสมอง



ภาพที่ 9 ความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงต่าง ๆ

สำหรับวิธีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประโยชน์และเหมาะสมในการหารูปแบบการกระจายของคลื่นไฟฟ้าสมองเมื่อกระตุ้นด้วยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง คือ การใช้การวิเคราะห์ทางแกนเวลาด้วยวิธีวิเคราะห์ระดับของศักย์ดาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเทียบกับเส้นอ้างอิงต่อสิ่งเร้า (Grabner et al., 2004) โดยให้ความหมาย “อีอาร์ดี (ERD)” ว่า มีการส่งกระแสประสาทในสมองเพิ่มขึ้นหรือพื้นที่สมองได้รับการกระตุ้นซึ่งเป็นภาวะที่สนับสนุนให้มีการดำเนินการกับข้อมูล จะเห็นคลื่นไฟฟ้าสมองมีความสูงลดลง ขนาดของอีอาร์ดี (ERD) จะบ่งบอกจำนวนของเครือข่ายของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม ณ เวลานั้น ส่วน “อีอาร์เอส (ERS)” เป็นภาวะที่เซลประสาทในสมองทั้งหมดหรือบริเวณใดบริเวณหนึ่งไม่ได้ส่งสัญญาณประสาทจึงทำให้การดำเนินการกับข้อมูลลดลง คลื่นไฟฟ้าสมองที่เห็นจะมีความสูงเพิ่มขึ้น (Pfurtscheller, 2001; Pfurtscheller, Stancák Jr, & Neuper, 1996; Pfurtscheller & Lopes da Silva, 1999)

การคำนวณขนาดอีอาร์ดี จะต้องมีจำนวนการทดลองอย่างน้อย 30 การทดลองต่อกิจกรรมที่ต้องการวัดหนึ่งกิจกรรมจึงจะกระตุ้นให้เซลประสาทส่งสัญญาณประสาทออกมาพร้อม ๆ กัน โดยมีระยะห่างแต่ละการทดลองซึ่งไม่มีสิ่งรบกวนในช่วงเวลาดังกล่าวประมาณ 2-3 วินาที เพราะต้องใช้เวลาในการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมอง สำหรับวิธีการคำนวณขนาดอีอาร์ดีมีหลายวิธีแต่วิธีที่ใช้มากที่สุดและสามารถปฏิบัติได้ง่าย คือ การนำคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้ามาคำนวณโดยไม่ต้องนำไปลบกับค่าเฉลี่ยก่อน เรียกว่า Band Power Method ซึ่งเป็นวิธีที่ได้มาตรฐาน (Classical Method) มีขั้นตอนในการดำเนินการ (Pfurtscheller, 1999; Pfurtscheller & Lopes da Silva, 1999) (ภาพที่ 10) ดังนี้

1. กรองข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในช่วงความถี่ที่ต้องการโดยใช้ตัวกรองทางความถี่ (Filter)
2. นำความสูงของกลุ่มตัวอย่างมายกกำลังสอง (Squaring) เพื่อใช้หากำลังของกลุ่มตัวอย่าง (Power Samples)
3. นำกำลังของกลุ่มตัวอย่าง (Power Samples) ทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อปรับอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับคลื่นแทรก (Signal-to-Noise Ratio) ให้ดีขึ้น โดยใช้สูตร

$$P_{(j)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} X^2_{f(i,j)} \qquad \text{----------(1)}$$

โดยที่ $P_{(j)}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยกำลังของข้อมูลที่ถูกกรองช่วงความถี่

$x_{f(i,j)}$ หมายถึง ข้อมูลที่ถูกกรองช่วงความถี่ของกลุ่มตัวอย่างที่ j การทดลองที่ i

N หมายถึง จำนวนการทดลองทั้งหมด

4. นำค่าเฉลี่ยกำลังของกลุ่มตัวอย่างทุกคนมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อปรับให้ข้อมูลที่ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง (Smooth) และลดความผันแปรของข้อมูล
5. คำนวณหาร้อยละของกำลังที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับเส้นอ้างอิงซึ่งอยู่ในช่วง 2-3 วินาทีก่อนที่จะมีสิ่งเร้ามากระตุ้น โดยใช้สูตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$\text{ERD \%} = \frac{R - A}{R} \times 100 \quad \text{----------(2)}$$

โดยที่ R หมายถึง กำลังไฟฟ้าในช่วงเส้นอ้างอิงของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

A หมายถึง กำลังของช่วงความถี่ที่สนใจหลังจากมีสิ่งเร้ามากระตุ้น

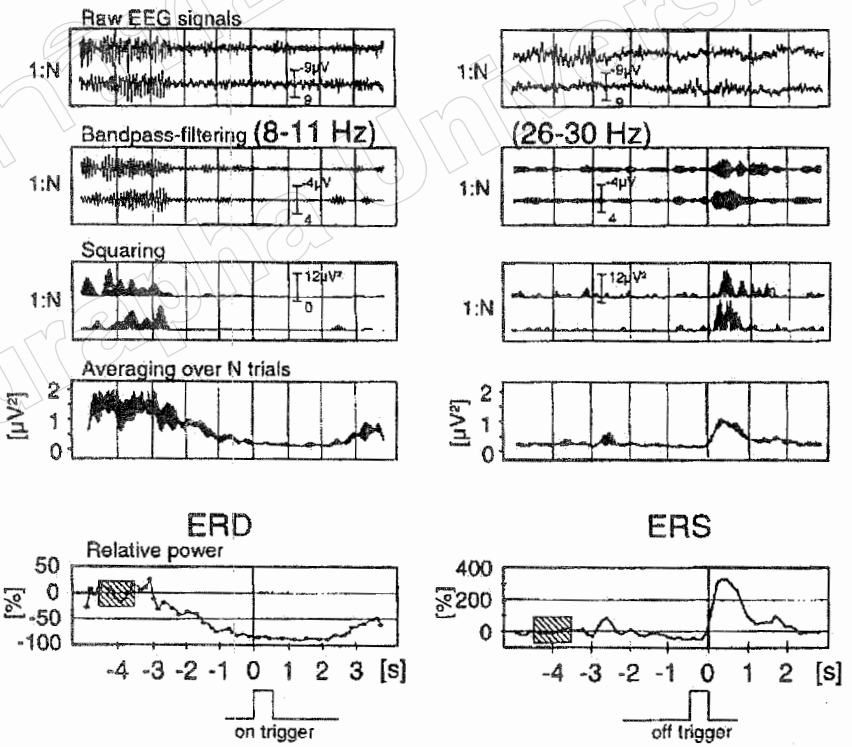
การแปลผล มีแนวทางในการพิจารณา ดังนี้

ร้อยละอีอาร์ดี (ERD %) มีค่าเป็นลบ เรียกว่า อีอาร์เอส

ร้อยละอีอาร์ดี (ERD %) มีค่าเป็นบวก เรียกว่า อีอาร์ดี

เนื่องจากคำว่า “ อีอาร์ดี ” หมายถึง กำลังที่ลดลง ส่วน “ อีอาร์เอส ” หมายถึง กำลังที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงปรับการเขียนสูตรใหม่เพื่อทำให้เข้าใจง่ายขึ้นว่า

$$\text{ERD \%} = \frac{A - R}{R} \times 100 \quad \text{----------(3)}$$



ภาพที่ 10 การคำนวณขนาดอีอาร์ดี (ERD) (Pfurtscheller & Lopes da Silva, 1999)

ข้อเสียของการคำนวณขนาดอีอาร์ดีด้วยวิธีนี้คือ มีความละเอียดของระดับสัญญาณต่ำ แต่ถ้าต้องการให้มีความละเอียดของระดับสัญญาณสูงคล้ายคลึงกับการคำนวณขนาดอีอาร์ดีด้วยวิธีฮิลเบิร์ต ทรานสฟอร์ม (Hilbert Transform) จะต้องกำหนดช่วงเวลาที่นำมาคำนวณขนาดของอีอาร์ดีให้เป็นครึ่งหนึ่งของความถี่ที่ช้าที่สุดที่นำมาศึกษา (Knösche & Bastiaansen, 2002)

ดังนั้นการระบุความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่ต้องการศึกษา จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการคำนวณขนาดอีอาร์ดี (Pfurtscheller et al., 1999) โดยมีคลื่นเทต้าและอัลฟาเป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับความจำขณะคิด (Klimesch, Schack, & Sauseng, 2005) แต่คลื่นอัลฟาเป็นคลื่นที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก ทำให้ความถี่ของคลื่นส่วนใหญ่ อยู่นอกช่วงความถี่ที่กำหนด (Fixed Frequency) จึงทำให้การแปลผลผิดได้ เช่น ผู้สูงอายุที่มีความจำไม่ดี ยอดสูงสุดของคลื่นอัลฟาอาจจะอยู่ที่ความถี่ 7 เฮิร์ตหรือน้อยกว่า เมื่อใช้ช่วงความถี่ที่กำหนด เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะทำให้สรุปว่าเป็นคลื่นเทต้าแทนที่จะเป็นคลื่นอัลฟา ดังนั้นจึงนำการหาความถี่ของคลื่นอัลฟารายบุคคล (Individual Alpha Frequency: IAF) มาใช้ เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนดังกล่าว แต่ความถี่ของคลื่นเทต้าเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของคลื่นอัลฟา ดังนั้นจึงใช้คลื่นอัลฟามาเป็นจุดอ้างอิงในการปรับเปลี่ยนความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองทั้งสอง โดยความถี่ที่ปรับเปลี่ยนนี้จะครอบคลุมช่วงความถี่เดิมของคลื่นเทต้าและอัลฟา คือ 4-12 เฮิร์ต และแบ่งคลื่นไฟฟ้าสมองช่วงนี้ออกเป็น 4 คลื่น ที่มีความกว้างแต่ละคลื่นเท่ากับ 2 เฮิร์ต (Klimesch, 1999) ดังนี้

เทต้า อยู่ระหว่าง $f(i)$[1] - 6 ถึง $f(i) - 4$

อัลฟาระดับต่ำ 1 (Lower 1 Alpha) อยู่ระหว่าง $f(i)$ - 4 ถึง $f(i) - 2$

อัลฟาระดับต่ำ 2 (Lower 2 Alpha) อยู่ระหว่าง $f(i)$ - 2 ถึง $f(i)$

อัลฟาระดับสูง (Upper Alpha) อยู่ระหว่าง $f(i)$ ถึง $f(i) + 2$

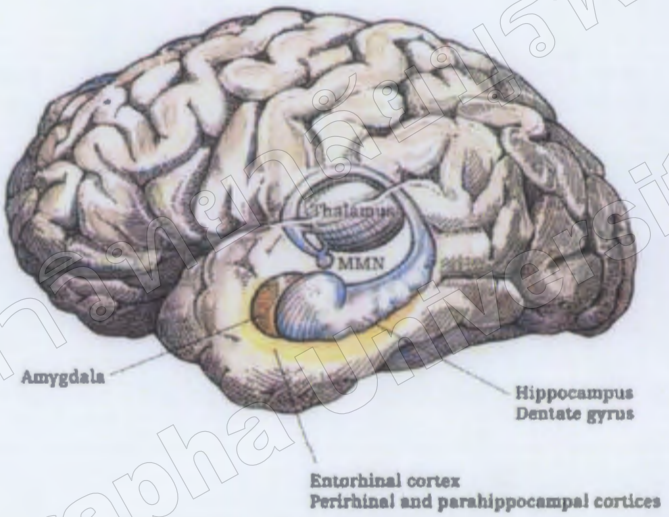
การศึกษาวิจัยที่ผ่านมา ชี้ให้เห็นว่า คลื่นไฟฟ้าสมองดังกล่าวบ่งบอกถึงการทำหน้าที่ของสมองแตกต่างกัน (Klimessch, 1999; Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007; Klimesch, Freunberger, Sauseng, & Gruber, 2008; Sauseng, Griesmayr, Freunberger, & Klimesch, 2010) คือ

เทต้าอีอาร์เอส (Theta Synchronization: Theta ERS) สะท้อนถึงการเลือกรับรู้ข้อมูลใหม่ ๆ เข้าสู่ความจำทั่วไปเกี่ยวกับเหตุการณ์ (Episodic Memory) ถ้าคลื่นนี้มีขนาดเพิ่มขึ้น บ่งบอกถึงความสำเร็จในการรับข้อมูลใหม่ นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญสำหรับความจำขณะคิด โดยเฉพาะในระหว่างการรับรู้และจดจำข้อมูล (Encoding and Retention) คลื่นเทต้าจะมีความสูงเพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนกระทั่งกู้ข้อมูลกลับคืนมา นอกจากนี้ถ้ากิจกรรมที่ให้ทำมีจำนวนของสิ่งที่

---

[1] หมายถึง ค่าเฉลี่ยของยอดที่สูงสุดของคลื่นอัลฟา

ต้องจดจำเพิ่มขึ้น ความสูงของคลื่นเทต้าก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นไม่เพียงแต่สมองบริเวณที่มีคลื่นนี้จำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ที่สมองส่วนพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์เท่านั้น แต่สมองบริเวณอื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความจำขณะคิดก็พบคลื่นเทต้าด้วย โดยช่วงของการรับรู้ข้อมูลจะอยู่ในช่วงท้องคลื่นเทต้า ซึ่งเป็นช่วงที่เอนโทไรนอล คอร์เท็กซ์ (Entorhinal Cortex: EC) (ภาพที่ 11) ส่งกระแสประสาทเข้าสู่คอร์นู แอมโมนิส 3 ของฮิปโปแคมปัส ส่วนช่วงของการกู้ข้อมูลกลับคืนมาจะอยู่ที่จุดสูงสุดของคลื่นเทต้า ซึ่งเป็นช่วงที่เอนโทไรนอล คอร์เท็กซ์ มีกำลังส่งกระแสประสาทเข้าสู่ฮิปโปแคมปัสลดลง แต่จะมีการส่งกระแสประสาทจากคอร์นู แอมโมนิส 3 เข้าสู่เอนโทไรนอล คอร์เท็กซ์ จำนวนมากแทน



ภาพที่ 11 เอนโทไรนอล คอร์เท็กซ์ (Entorhinal Cortex: EC)

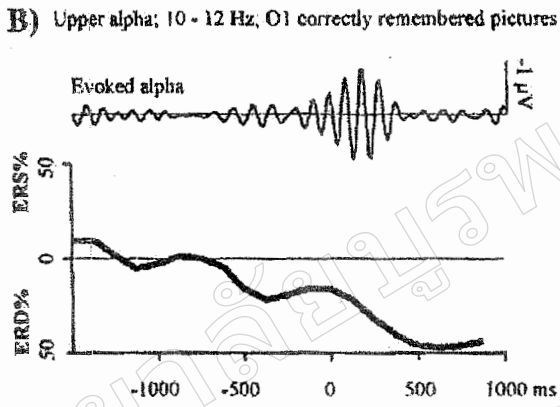
อัลฟาอีอาร์ดี (Alpha Desynchronization: Alpha ERD) หมายถึง คลื่นอัลฟาที่มีความสูงของคลื่นลดลง พบในช่วงที่ลืมตา มีรูปแบบการลดลงของความสูงของคลื่น 2 รูปแบบ คือ

อัลฟาระดับต่ำอีอาร์ดี (Lower Alpha ERD) เป็นคลื่นที่อยู่ในช่วงของอัลฟาระดับต่ำ 1 และ 2 (ช่วงความถี่ประมาณ 6-10 เฮิร์ต) ลักษณะของคลื่นมีการกระจายเป็นวงกว้างทั้งศีรษะ เกี่ยวข้องกับความสนใจ (Attentional Demands)

อัลฟาระดับสูงอีอาร์ดี (Upper Alpha ERD) เป็นคลื่นที่อยู่ในช่วงของอัลฟาระดับสูง (ช่วงความถี่ประมาณ 10-12 เฮิร์ต) ลักษณะการกระจายของคลื่นบนศีรษะจะมีขอบเขตที่จำกัด พบในระหว่างการดำเนินการที่เกี่ยวกับนิยามความหมาย (Semantic Processing demands) ช่วงเวลาในการเกิดอีอาร์ดีจะแตกต่างกันตามชนิดของกิจกรรมที่กระตุ้นสมองและสิ่งเร้า แต่จะมีลักษณะเฉพาะ 3 ลักษณะ คือ เริ่มปรากฏอีอาร์ดี หลังจากกระตุ้นประมาณ 200 มิลลิวินาที ช่วงอีอาร์ดี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(Desynchronization Peak) เป็นช่วงของจุดสูงสุดของอีอาร์ดี ประมาณ 350-650 มิลลิวินาที และช่วงกลับเข้าสู่อีอาร์เอส (Resynchronization Peak) เป็นช่วงที่คลื่นอัลฟาเพิ่มขึ้น อยู่ระหว่างช่วงเวลา 900-2000 มิลลิวินาที ดังภาพที่ 12 สำหรับผู้ที่มีความจำดีจะมีอัลฟาระดับสูงอีอาร์ดีขนาดใหญ่กว่าผู้ที่มีความจำไม่ดี



ภาพที่ 12 ช่วงเวลาในการเกิดอีอาร์ดี (ERD) ของคลื่นอัลฟาระดับสูง (Upper Alpha) (Klimesch et al., 2007)

อัลฟาอีอาร์เอส (Alpha Synchronization: Alpha ERS) จะสะท้อนถึงภาวะของสมองที่มีกระบวนการจัดการข้อมูลลดลง เมื่อพบคลื่นนี้จึงหมายถึง มีการยับยั้งการตอบสนองโดยอาศัยความรู้ที่บุคคลนั้นมีอยู่ (Top-Down Control) มาขัดขวางการดึงข้อมูลออกมาใช้ เช่น การที่ให้กลุ่มตัวอย่างจดจำข้อมูลไว้ก่อน รอจนกว่าข้อคำถามปรากฏจึงจะตอบสนองได้ กรณีอย่างนี้จะพบคลื่นอีอาร์เอสในระหว่างการจดจำข้อมูล แต่หลังจากข้อคำถามปรากฏ จะพบคลื่นอีอาร์ดีในระหว่างการกู้ข้อมูลกลับคืนมา ซึ่งจะพบคลื่นนี้ได้ในกรณีที่กิจกรรมนั้นชักนำให้มีการยับยั้งการตอบสนองการเรียนรู้ และพื้นที่สมองบริเวณนั้นไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น ๆ (นอกจากนี้อาจพบคลื่นอัลฟาอีอาร์ดีที่มีขนาดเล็กได้)

จากการที่มีการแบ่งคลื่นอัลฟาออกเป็นคลื่นย่อย ๆ หลายคลื่น จึงได้มีการศึกษาว่าคลื่นย่อยคลื่นใดที่มีความไวในการแยกแยะกิจกรรมที่ประกอบด้วยองค์ประกอบด้านการเก็บข้อมูลเพียงอย่างเดียว กับกิจกรรมที่ประกอบด้วยองค์ประกอบด้านการเก็บข้อมูลและองค์ประกอบด้านกระบวนการ ผลการวิจัยปรากฏว่า คลื่นอัลฟาระดับสูงอีอาร์ดีเป็นคลื่นที่มีความไวในการใช้แยกแยะกิจกรรมดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อกิจกรรมที่ให้ทำมีสิ่งที่ให้จดจำเพิ่มขึ้น ก็จะปรากฏเปอร์เซ็นต์อีอาร์ดีของคลื่นอัลฟาระดับสูงเพิ่มขึ้นในบริเวณสมองส่วนหน้า (Anterior Cortical Areas:

F3, FC1, FC5, F4, FC2, FC6) ด้วย ซึ่งผู้วิจัยอธิบายว่า ตำแหน่งของสมองด้านหน้า (Frontal) เป็นตำแหน่งขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) (Stipacek et al., 2003)

ดังนั้นคลื่นไฟฟ้าสมองที่สะท้อนถึงความจำขณะคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ขององค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ซึ่งเป็นประเด็นที่สนใจศึกษาในการวิจัยนี้ คือ คลื่นเทต้า และคลื่นอัลฟาระดับสูง (Sauseng et al., 2005) เนื่องจากเป็นคลื่นที่สะท้อนถึงการส่งต่อข้อมูลระหว่างความจำขณะคิดและความจำระยะยาว (LTM) (Sauseng, Klimesch, Gruber, Doppelmayr, Stadler, & Schabus, 2002) โดยแสดงให้เห็นว่า ในระหว่างการดำเนินการจัดการข้อมูล (Manipulation) จะมีคลื่นเทต้าเพิ่มขึ้นที่ร่างแหของวงจรเซลประสาทบริเวณสมองด้านหน้ากับสมองด้านพาไรเอทัล (Fronto-Parietal Network: F3, Fz, F4, P3, Pz, P4) และบริเวณสมองด้านหลัง (Posterior Network: P3, Pz, P4, O1, O2) ในขณะเดียวกันก็ปรากฏว่า มีคลื่นอัลฟาระดับสูงลดลงที่ร่างแหของวงจรเซลประสาทบริเวณสมองด้านหน้า (Anterior Network: Fp1, Fp2, F3, Fz, F4) (Sauseng et.al, 2005)

สรุปการประเมินความจำขณะคิดสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้เครื่องมือวัดการวิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมอง และการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้กิจกรรมขณะนับร่วมกับการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง ด้วยวิธีวิเคราะห์ระดับของศักย์ดาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเทียบกับเส้นอ้างอิงต่อสิ่งเร้าของคลื่นเทต้า และคลื่นอัลฟาระดับสูงบริเวณเปลือกสมองด้านหน้า (Frontal Lobe) เปลือกสมองพาไรเอทัล (Parietal Lobe) และเปลือกสมองด้านหลัง (Posterior Lobe) เป็นแนวทางในการประเมิน

วิธีการเพิ่มความจำขณะคิด

จากผลการวิจัยในสัตว์ทดลอง ปรากฏว่า การฝึกหัด (Training) สามารถชักนำให้เซลประสาทมีการปรับตัว (Plasticity) ได้ (Buonomano & Merzenich, 1998 cited in Klingberg, 2006) ดังนั้นจึงเริ่มมีการวิจัยที่พัฒนาวิธีการเพิ่มความจำขณะคิดในคน โดย Cogmed cognitive Medical Systems AB ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ฝึกหัดความจำขณะคิด เรียกว่า โรโบเมมโม (RoboMemo) (Klingberg, 2006) แล้วนำไปทดลองใช้กับผู้ที่มีความพร่องเกี่ยวกับความจำขณะคิด (WM Deficit) ดังนี้

1. เด็กที่เป็นโรคสมาธิสั้น (Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: ADHD) ที่ไม่ได้รับการรักษาด้วยยา อายุระหว่าง 7-12 ปี จำนวน 53 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม จำนวน 26 คน กลุ่มทดลอง จำนวน 27 คน ที่ได้รับการฝึกหัดเกี่ยวกับความจำขณะคิดโดยใช้โรโบเมมโม ซึ่งมีกิจกรรมที่ให้ฝึกหัด จำนวน 90 กิจกรรมต่อวัน ใช้เวลาประมาณ 40 นาที เป็นเวลา 5-6 สัปดาห์ เด็กทั้งสองกลุ่มจะได้รับการประเมินด้วยเครื่องมือที่ใช้วัดความจำขณะคิด (Span-Board Task, Digit Span) เครื่องมือที่ใช้วัดการยับยั้ง (Stroop Interference Task) เครื่องมือใช้วัดความสามารถในการให้

เหตุผล (Raven's Colored Progressive Matrices) และแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับอาการของโรคสมาธิสั้น (Conners Rating Scale for Parents and Teachers) จำนวน 3 ครั้ง คือ ก่อนการใช้โปรแกรม หลังการใช้โปรแกรม และ 3 เดือนหลังการใช้โปรแกรม ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความจำขณะคิด คะแนนการยับยั้ง และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลหลังจากใช้โปรแกรมสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งมีคะแนนการประเมินตนเองเกี่ยวกับอาการของโรคสมาธิสั้นของผู้ปกครองหลังจากใช้โปรแกรมต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Klingberg et al., 2005)

2. ผู้ที่สมองขาดเลือด (Stroke) มานาน 12-36 เดือน โดยวินิจฉัยจากการใช้เทคนิควิเคราะห์การสร้างภาพสมอง (Brain Imaging: PET, MR, CT) อายุระหว่าง 30-65 ปี จำนวน 18 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 9 คน คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมโรโบเมมโมนาน 5 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความจำขณะคิด (Span-Board Task, Digit Span) หลังจากการใช้โปรแกรมสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนการประเมินตนเองเกี่ยวกับอาการของความพร่องในการทำหน้าที่ของสมองหลังจากใช้โปรแกรมต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Westerberg et al., 2007)

จากผลการวิจัยดังกล่าว จึงได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองหลังจากการใช้โปรแกรมฝึกหัดความจำขณะคิดด้วยเทคนิควิเคราะห์การสร้างภาพสมอง (Brain Imaging: fMRI) ปรากฏว่า การใช้โปรแกรมฝึกหัดความจำขณะคิดจะกระตุ้นการทำงานของสมองให้เพิ่มขึ้นบริเวณอินฟีเรีย ฟรอนทัล ไจรัสข้างขวา (Right Inferiorfrontal Gyrus) มิดเดิล ฟรอนทัล ไจรัส (Middle Frontal Gyrus) อินตราและอินฟีเรีย พาไรเอทัล คอร์เทกทั้งสองข้าง (Intra-and Inferior Parietal Cortex Bilaterally) แต่จะลดการกระตุ้นการทำงานของสมองที่แอนทีเรีย ซินกลูเลต มอเตอร์ แอเรีย (Anterior Cingulated Motor Area: Pre-SMA) เนื่องจากการฝึกหัดจะทำให้เซลประสาทที่บรอดแมน แอเรีย ตำแหน่ง 46 ทนต่อการเสื่อมได้มาก นอกจากนี้จะทำให้จุดเชื่อมต่อสัญญาณ เดนไดรท์ และเซลอื่น ๆ มีการปรับตัว (Plasticity) เป็นเวลานาน (Westerberg & Klingberg, 2007)

นอกจากนักวิจัยจะศึกษาการเพิ่มความจำขณะคิดด้วยการฝึกหัดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว ยังมีการศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อการเพิ่มความจำขณะคิดด้วยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาจิตวิทยา (Psychology) และวิทยาศาสตร์การกีฬา (Kinesiology) ที่มหาวิทยาลัยมิดเวสเทริน์ (Midwestern U.S. University) จำนวน 48 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายบนสายพานเป็นเวลา 30 นาที นาน 1 สัปดาห์ ซึ่งเวลาที่ใช้ออกกำลังกายเป็นเวลาเดียวกันทุกวัน และให้มีความหนักของการออกกำลังกายเท่ากับร้อยละ 60-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด วัดความจำขณะคิดทั้งก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยเครื่องมือคนละชุด โดยใช้กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) หรือกิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีความจำขณะคิดต่ำสุดมีคะแนน

ความจำขณะคิดหลังการออกกำลังกายสูงกว่าก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีความจำขณะคิดในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ ระดับปานกลางค่อนข้างสูง และระดับสูงสุดมีคะแนนความจำขณะคิดหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างจากก่อนออกกำลังกาย (Sibley & Beilock, 2007)

ส่วนการศึกษาผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงคงทนของกล้ามเนื้อต่อความจำขณะคิดในผู้สูงอายุ โดยแบ่งผู้สูงอายุเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 108 คน กลุ่มทดลอง 102 คน ให้ผู้สูงอายุกลุ่มทดลองออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ นาน 26 สัปดาห์ การออกกำลังกายแต่ละครั้งประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกาย (Warm-Up) นาน 5 นาที การเพิ่มความแข็งแรงคงทนของกล้ามเนื้อ (Strengthening) โดยการยกน้ำหนัก นาน 25 นาที จะให้เพิ่มสายรัดที่ใช้เพิ่มน้ำหนักเมื่อผู้สูงอายุสามารถเคลื่อนไหวท่าเดิมซ้ำๆ ได้ 10 ครั้งโดยไม่มีอาการเหนื่อย และการผ่อนคลาย (Cool-Down) นาน 5 นาที ประเมินความจำขณะคิดด้วยกิจกรรมที่ให้จำตัวเลขแบบย้อนหลัง (Digit Span Backward Task) 3 ระยะ คือ ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 3 เดือน และหลังออกกำลังกาย 6 เดือน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า คะแนนความจำขณะคิดของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาตามระดับของการออกกำลังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงคงทนของกล้ามเนื้อ ปรากฏว่า การเพิ่มความแข็งแรงคงทนของกล้ามเนื้อที่ใช้น้ำหนักสูงสุดจะมีคะแนนความจำขณะคิดหลังการทดลอง 3 เดือนเพิ่มขึ้น และยังคงอยู่จนถึง 6 เดือน ผู้วิจัยได้อธิบายว่าอาจมาจากการเพิ่มความจุของปอด (Lung Capacity) เพิ่มระดับของอินซูลิน-ไลท์ โกรท แฟ็คเตอร์ 1 (Insulin-Like Growth Factor1: IGF-1) จึงทำให้ความจำดีขึ้น (Lachman et al., 2006)

ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า วิธีการเพิ่มความจำขณะคิดต้องเป็นวิธีที่ทำให้มีการกระตุ้นการทำงานของสมอง และส่งเสริมให้มีการปรับตัวของสมอง (Cerebral Plasticity)

ดนตรีและความจำขณะคิด

ดนตรีเป็นภาษาสากลของมนุษยชาติ เกิดขึ้นจากธรรมชาติ และมนุษย์ได้นำมาดัดแปลงแก้ไขให้ประณีตงดงามไพเราะ เมื่อฟังดนตรีแล้วทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิด ในหัวข้อนี้จะนำเสนอ 4 ประเด็น คือ องค์ประกอบของดนตรี กลไกการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับดนตรี ผลของดนตรีต่อสมอง และการนำดนตรีมาใช้ประโยชน์ มีรายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบของดนตรี ที่สำคัญสองส่วน คือ ทำนอง (Melody) และจังหวะ (Rhythm) (สำนักการแพทย์ทางเลือก, 2551; จเร สำอางค์, 2550) ดังนี้

1. ทำนอง (Melody) คือ การจัดเรียงเสียงที่มีความแตกต่างของระดับเสียงและความยาวของเสียงตามแนวนอน จะแสดงให้เห็นถึงอัตลักษณ์ของดนตรีและเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เสียงดนตรีมีความสมบูรณ์ ประกอบด้วย

ระดับเสียง (Pitch) คือ ความถี่ของรอบในการสั่นสะเทือนของวัตถุนั้น ๆ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของเสียงไปในทางสูง ต่ำ หากรอบในการสั่นสะเทือนมากจะมีเสียงสูง หากรอบในการสั่นสะเทือนน้อยจะมีเสียงต่ำ มนุษย์มีการรับรู้ในด้านความสูงต่ำของเสียง ซึ่งบ่งบอกความรู้สึกที่ค่อนข้างจะตรงกัน เช่น เสียงในทางต่ำจะให้อารมณ์ที่ไม่สดใสเท่าเสียงสูง เป็นต้น

ธรรมชาติของเสียง (Tone Color) คือ ลักษณะเฉพาะของเสียงที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของวัตถุที่ต่างชนิดกัน ทำให้เสียงที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน ถึงแม้ระดับเสียงเดียวกันแต่เมื่อใช้เครื่องดนตรีต่างชนิดกัน ก็จะทำให้อารมณ์หรือคุณค่าต่างกันออกไป มนุษย์สามารถบ่งบอกถึงเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงที่แตกต่างกันได้ จากประสบการณ์การฟังดนตรี เช่น เสียงไวโอลินให้ความรู้สึกสดชื่นรื่นรมย์ เสียงฆ้องให้ความรู้สึกถึงความศักดิ์สิทธิ์ เป็นต้น

ความเข้มของเสียง (Tone Intensity) คือ ความหนัก-เบาของเสียงขึ้นอยู่กับความแรงความค่อยในการสร้างเสียงดนตรี จะมีความสัมพันธ์กับอารมณ์ความรู้สึก เช่น เสียงเบาให้ความรู้สึกอ่อนหวาน เสียงดังให้ความรู้สึกที่ก้าวร้าว โกรธขึ้ง

ทั้งระดับเสียง ธรรมชาติเสียง และความเข้มของเสียง เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอารมณ์ที่เกิดจากการรับรู้ในรสของดนตรี ซึ่งผู้ฟังสามารถรับรู้และแปลความหมายของทำนองเพลงได้โดยใช้จินตนาการที่มีต่อพฤติกรรมตามประสบการณ์ของตน โดยทำนองจะมีความไพเราะต้องมีคุณภาพด้านเสียงประสาน (Harmony) คือ การประสานเสียงของท่วงทำนองที่กลมกลืน ไม่ขัดหู (Consonant) และมีความปลั่งจำเพาะ (Tonal Timbre) คือ เสียงที่มีความงามพอเหมาะแก่การฟัง

2. จังหวะ (Rhythm) คือ ความสั้นยาวของเสียง ที่ทำให้เกิดท่วงทำนองที่สะท้อนความรู้สึกที่มีความหลากหลาย เช่น จังหวะช้าเนิบสะท้อนอารมณ์ที่มีอาการโศกเศร้า เป็นทุกข์ จังหวะที่มีความเร็ว กระชับ สะท้อนถึงอารมณ์สดชื่น เบิกบาน สำหรับการรับรู้ด้านจังหวะนั้น แบ่งได้เป็น 4 ลักษณะที่ตรงข้ามกัน ซึ่งจะสะท้อนอารมณ์ความรู้สึกที่แตกต่างกัน ได้แก่

จังหวะที่ปกติสม่ำเสมอ (Regular) ให้อารมณ์ที่เรียบง่าย สบาย ตรงข้ามกับจังหวะที่ไม่ปกติไม่สม่ำเสมอ (Irregular) ให้อารมณ์ที่อึดอัด สะดุด คับข้อง

จังหวะหนัก (Strong) ให้อารมณ์ที่หนักแน่น มั่นคง สง่างาม กับจังหวะเบา (Weak) ให้ความรู้สึกที่อ่อนไหว โอนเอน ไม่มั่นคง

จังหวะยาว (Long) ให้ความรู้สึกที่เน้นย้ำ กับจังหวะสั้น (Short) ให้ความรู้สึกที่ร่าเริง สดใส

กลไกการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับดนตรี

มนุษย์สามารถรับรู้ดนตรีจากการที่คลื่นเสียงมากระทบกับเยื่อแก้วหู (Ear's Tempanic Membrane) ทำให้มีการสั่นของกระดูกชิ้นเล็ก ๆ ในหูชั้นกลาง (Matthews, 2008) แล้วมีการแปรเป็นสัญญาณประสาทที่โคเคลีย (Cochlea) ของหูชั้นใน เพื่อส่งสัญญาณประสาทต่อไปยังซูพีเรียร์โอลิวารี คอมเพล็ก (Superior Olivary Complex) ที่ก้านสมอง (Brainstem) และอินฟีเรีย คอลลิคูลัส

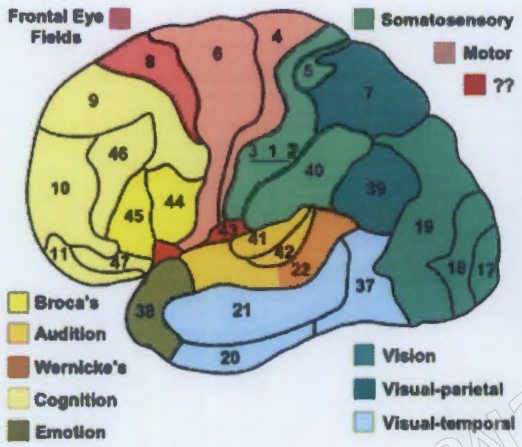
(Inferior Colliculus) ที่สมองส่วนกลาง (Midbrain) แล้วข้อมูลเหล่านี้จะส่งต่อไปยังทาลามัส (Thalamus) และเข้าสู่ไพรมารี่ ออดิทอรี คอร์เทก (Primary Auditory Cortex) โดยตรง นอกจากนี้ ข้อมูลจากทาลามัสจะเข้าสู่อมิกดาลา (Amygdala) และมีเดียล ออบิโต ฟรอนทัล คอร์เทก (Medial Orbitofrontal Cortex) ด้วย ซึ่งเป็นบริเวณที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์และการควบคุมพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ (Koelsch & Siebel, 2005)

งานวิจัยที่ใช้การสร้างภาพสมอง (Brain Imaging: fMRI) ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ดนตรีของเด็กและผู้ใหญ่ แสดงให้เห็นว่า ผู้ใหญ่ที่ไม่เคยเรียนดนตรีและเล่นเครื่องดนตรีไม่เป็น เมื่อให้ฟังดนตรีที่คอร์ด (Chord) สุดท้ายของดนตรีต่างไปจากคอร์ดปกติ (Neapolitan) สมองทั้งสองซีกจะได้รับการกระตุ้นบริเวณ (ภาพที่ 13)

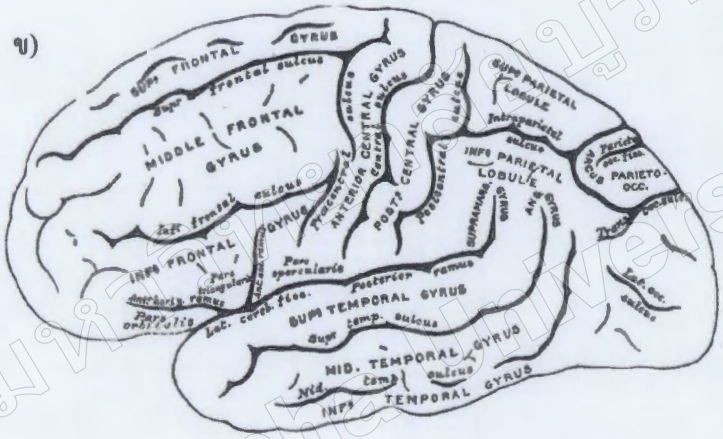
1. อินฟีเรีย ฟรอนโตเลทเทอรอล คอร์เทก (Inferior Frontolateral Cortex: IFLC, BA 44, 45, 46)
2. อินฟีเรีย เวนโตเลทเทอรอล พีมอเตอร์ คอร์เทก (Inferior Ventrolateral Premotor Cortex: vlPMC, BA 6)
3. ออบิทอล ฟรอนโตเลทเทอรอล คอร์เทก (Orbital Frontolateral Cortex: OFLC, BA 47)
4. แอนทีเรีย อินซูลา (Anterior Insula)
6. ส่วนหน้าของซูพีเรียร์ เทมโพรอล ไจรัส (Anterior Portion of the Superior Temporal Gyrus: STG)
7. ครึ่งหลังของซูพีเรียร์ เทมโพรอล ซัลคัส (Superior Temporal Sulcus: STS, BA 22)
8. ด้านหลังของมิดเดิ้ลและซูพีเรียร์ เทมโพรอล ไจรัส (Posterior Portion of the Middle and the Superior Temporal Gyrus, BA 21/37, BA 22p)
9. ซูพรามาจินอล ไจรัส (Supramarginal Gyrus: SMG)
10. ฟรอนโต-โอเพอคูลาร์ (Fronto-Opercular, BA 44, BA 45)
11. โพสทีเรียร์ เทมโพรอล แอคติเวชั่น (Posterior Temporal Activations: STS/MTG, STG/BA 22p)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ก)



ข)



ภาพที่ 13 สมองที่เกี่ยวกับการรับรู้ดนตรี ก) บรอดแมน แอเรีย (Brodmann Area: BA) ข) ภาพสมองบริเวณที่เกี่ยวกับการรับรู้ดนตรี

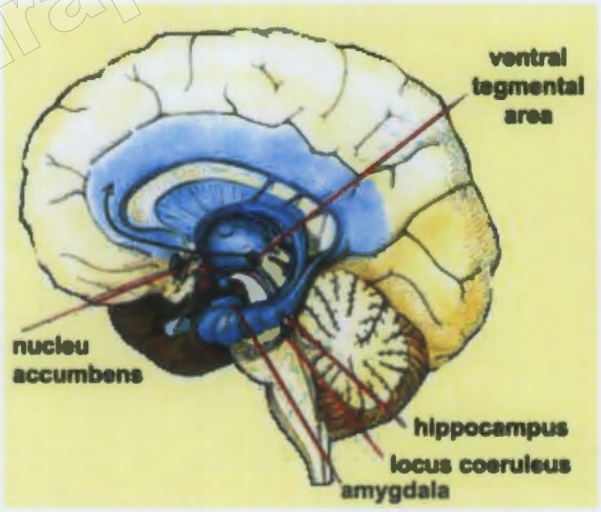
สำหรับสมองของนักดนตรีที่เป็นผู้ใหญ่ จะมีการกระตุ้นบริเวณสมองส่วนหน้าโดยเฉพาะข้างซ้าย (Left Frontal Cortex) ส่วนหน้าของซูพีเรียร์ เทมโพรอล ไจรัส (STG) ซูพรามาจินอล ไจรัส (SMG) และส่วนหลังของสมองส่วนขมับ (Posterior Temporal Area) มากกว่าผู้ใหญ่ที่ไม่ได้เป็นนักดนตรี แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรูปแบบการกระตุ้นสมองในเด็กจะคล้ายคลึงกับผู้ใหญ่ แต่ในเด็กจะไม่พบการกระตุ้นที่บริเวณซูพรามาจินอล ไจรัส (SMG) สมองซีกซ้ายโดยเฉพาะออบิทอล ฟรอนโตเลทเทอรอล คอร์เทก (OFLC) และส่วนหน้าของซูพีเรียร์ เทมโพรอล ไจรัส (STG) (Koelsch, Fritz, Schulze, Alsop, & Schlaug, 2005)

ผลของดนตรีต่อความจำขณะคิด

ดนตรีถือเป็นวิธีการเหนี่ยวนำให้เกิดอารมณ์ที่มีประสิทธิภาพและเป็นสากลมากที่สุดวิธีหนึ่ง (Johnsen et al., 2009) การศึกษาหลาย ๆ เรื่องแสดงให้เห็นว่า การฟังดนตรีที่พึงพอใจ จะกระตุ้น

วิถีประสาทที่เกี่ยวข้องกับการได้รับรางวัล (Reward Pathway) (Koelsch, 2010) ส่งผลให้มีการหลั่งโดปามีนเพิ่มขึ้น (Menon & Levitin, 2005) จึงทำให้มีการปรับตัวของจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Synaptic Plasticity) (Jay, 2003) นอกจากนี้การฟังดนตรีที่ปลุกให้เกิดความตื่นเต้นหรือตื่นตัว (Arousal) จะไปกระตุ้นการทำงานของก้านสมอง (Brain Stem) ทำให้มีการหลั่งสารสื่อประสาทอื่น ๆ โดยเฉพาะนอร์อิพิเนฟฟิน เข้าสู่พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์เพิ่มขึ้น ซึ่งกลไกดังกล่าวนี้ถ้ามีการหลั่งโดปามีนและนอร์อิพิเนฟฟินในระดับต่ำถึงปานกลาง จะทำให้ความจำขณะคิดดีขึ้น (Ashby et al., 2002) มีรายละเอียดของกลไกต่าง ๆ ดังนี้

1. การกระตุ้นวิถีประสาทที่เกี่ยวข้องกับการได้รับรางวัล (Reward Pathway) เมื่อได้ฟังดนตรีที่พึงพอใจจะไปการกระตุ้นการหลั่งโดปามีนโดยใช้เส้นทางที่เรียกว่ามีโซลิมปิก (Mesolimbic Pathway) โดยเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย (VTA) ซึ่งอยู่ในสมองส่วนกลาง (Midbrain) จะหลั่งโดปามีน มากระตุ้นนิวเคลียส อคัมเบนส์ (Nucleus Accumbens: NAc) ซึ่งเป็นหนึ่งในพื้นที่สมองที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของการได้รับรางวัลและสิ่งเร้าที่กระตุ้นให้เกิดความพึงพอใจ (ภาพที่ 14) (Menon & Levitin, 2005) แล้วจะมีการส่งสัญญาณต่อไปยังเวนทรอล พาลิดุม (Ventral Pallidum) ที่อยู่ในเบซัลแกงเกลีย (Basal Ganglia) แล้วส่งสัญญาณต่อไปยังมีเดียล ดอร์ซอล นิวเคลียส (Medial Dorsal Nucleus) ในทาลามัส และสุดท้ายจะส่งสัญญาณไปที่พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (Berridge, 2003) สำหรับประสบการณ์ที่จะกระตุ้นนิวเคลียส อคัมเบนส์ (NAc) จะเป็นประสบการณ์ที่ทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน (Koelsch, 2010)



ภาพที่ 14 ภาพสมองแสดงตำแหน่งนิวเคลียส อคัมเบนส์ (NAc) และเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย (VTA)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นอกจากนี้เวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย ยังหลั่งโดปามีนมากระตุ้นเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) โดยเฉพาะสมองส่วนหน้า (Frontal Cortex) อีกเส้นทางหนึ่ง เรียกว่า มีโซคอร์ติคอล (Mesocortical Pathway) ซึ่งแอสบี ไอเซ็น และเตอร์เคน (Ashby, Isen, & Turken, 1999) เชื่อว่า การกระตุ้นให้เกิดอารมณ์ทางบวก (Positive Affect) จะส่งผลต่อสมอง (Cognition) โดยจะทำให้มีการหลั่งโดปามีนผ่านทางมีโซลิมปิก (Mesolimbic Pathway) และมีโซคอร์ติคอล (Mesocortical Pathway) ซึ่งมีเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย เป็นจุดเชื่อมต่อจึงเรียกว่า ระบบมีโซคอร์ติโคลิมปิก (Mesocorticolimbic System) โดยเฉพาะถ้ามีการหลั่งโดปามีนเข้าสู่พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ จะเอื้ออำนวยให้เกิดความจำขณะคิด (Ashby et al., 2002) สำหรับการกระตุ้นการทำงานของเซลโดปามีนในเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง (Ashby et al., 1999) ดังนี้

1.1 เวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย จะส่งสัญญาณมาที่นิวเคลียส อคัมเบนส์ เมื่อได้รับรางวัลที่ไม่คาดหวัง แต่เมื่อใดที่รางวัลกลายเป็นสิ่งที่ได้รับเป็นประจำหรือเป็นสิ่งที่คาดหวัง (Routine or Expect) การส่งสัญญาณของเซลโดปามีนในเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย จะลดลง

1.2 เมื่อได้รับรางวัลที่ไม่คาดหวัง เซลโดปามีนในเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย จะส่งสัญญาณเพียงแค่ 2-3 วินาที แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะอยู่ได้ถึง 30 นาทีหรือมากกว่านั้น

1.3 ไม่เพียงแต่เซลโดปามีนในเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย จะส่งสัญญาณเมื่อได้รับรางวัลที่ไม่คาดหวังเท่านั้น แต่ยังส่งสัญญาณเมื่อสิ่งเร้านั้นเป็นสิ่งที่แปลกใหม่หรือทำให้สะดุ้งตกใจ

1.4 เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความเครียดซึ่งทำให้เกิดอารมณ์ด้านลบ (Negative Affective) ในคนนั้น จะเพิ่มระดับโดปามีนในบริเวณต่าง ๆ ของสมองได้ แต่จากการศึกษาในสัตว์ทดลอง แสดงให้ว่า เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความเครียดเพียงเล็กน้อย จะกระตุ้นให้เซลโดปามีนในเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย หลั่งโดปามีนไปยังพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ได้ แต่จะไม่มีผลกระทบหรือมีผลกระทบน้อยมากต่อระดับโดปามีนในนิวเคลียส อคัมเบนส์หรือซับสแทนเทีย ไนกรา (Substantia Nigra)

2. การมีเส้นประสาทของโดปามีน (Dopamine Innervation) ไปถึงพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ จะมีบทบาทที่สำคัญกับความจำขณะคิด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้เกิดลองเทอม โพเทนเทียเอชั่น (LTP) (Jay, 2003) คือ กระบวนการที่ชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณเป็นเวลานาน (Silverthorn, 2004) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความจำใหม่ ๆ (Arshavsky, 2006) และทำให้มีการปรับตัวของจุดเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างฮิปโปแคมปัสและพรีฟรอนทัล คอร์เทกซ์ (Hippocampal-Prefrontal Cortex Synaptic Plasticity) โดยจะมีการส่งต่อสัญญาณซึ่งกันและกันระหว่างพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ และเวนทรอล เตกเมนทอล แอเรีย ในขณะที่มีการกระตุ้นที่เวนทรอล ฮิปโปแคมปัส (Ventral Hippocampus) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ติดต่อโดยตรงกับพรีฟรอนทัล คอร์เทกซ์ (Jay, Rocher, Hotte, Naudon, Gurden, & Spedding, 2004) สำหรับกลไกการเกิด

ลองเทอมโพเทนเทียเอชั่นมีหลายกลไก แต่กลไกที่จำเป็นสำหรับความจำขณะคิด เริ่มจาก โดปามีนจับกับตัวรับโดปามีนที่มีลักษณะคล้ายดี 1 แล้วทำงานร่วมกับตัวรับเอ็นเอ็มดีเอ (NMDA Receptor) ซึ่งเป็นตัวรับของกลูตาเมท (Glutamate Receptor) จะชักนำให้มีการเพิ่มของไซคริก อะดีโนซีน โมโนฟอสเฟต จนถึงระดับต่ำสุดที่กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน (Threshold Concentration) ก็จะกระตุ้นการทำงานของโปรตีน ไคเนส เอ (Protein Kinases A: PKA) ทำให้มีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ของตัวรับกลูตาเมทโดยการเติมหมู่ฟอสเฟต (Phosphorylation) เข้าไปในตำแหน่งที่เฉพาะของตัวรับเอเอ็มพีเอ (AMPA Receptor) จึงชักนำให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (LTP) (Jay, 2003) แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ ลองเทอมโพเทนเทียเอชั่นระยะแรก (Early-LTP: E-LTP) เกิดหลังจากชักนำให้มีการส่งสัญญาณประมาณ 30-60 นาที และลองเทอมโพเทนเทียเอชั่นระยะหลัง (Late-LTP: L-LTP) เกิดหลังจากชักนำให้มีการส่งสัญญาณเป็นชั่วโมงเป็นวันหรือสัปดาห์ (Hoogendam, Ramakers, & Di Lazzaro, 2010)

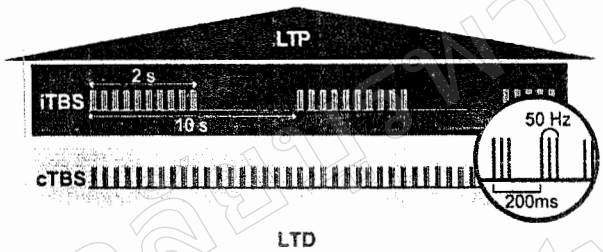
จากการศึกษาในห้องทดลอง แสดงให้เห็นว่า การใช้สิ่งเร้าที่มีความถี่สูงในระยะเวลาสั้น ๆ (Brief High-Frequency Stimulation) สามารถชักนำให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่นได้ เนื่องจากมีปัจจัยที่จำเป็น 2 ประการ (Hoogendam et al., 2010)

ประการแรก มีการชักนำให้เกิดการส่งสัญญาณระหว่างปลายส่งสัญญาณ (Presynaptic) และปลายรับสัญญาณ (Postsynaptic) ทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนเข้าออกผ่านผนังเซลที่จุดนั้น แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าจนช่วยหนุนให้เกิดคลื่นแอกชั่นโพแทนเชียลที่เซลสมองง่ายขึ้น (เรียกว่า Excitatory Postsynaptic Potential: EPSP)

ประการที่สอง ระยะเวลาของการส่งสัญญาณระหว่างปลายส่งสัญญาณ (Presynaptic) และปลายรับสัญญาณ (Postsynaptic) (เรียกว่า Spike Timing-Dependent Plasticity: STDP หรือ Critical Windows) ถ้าระยะเวลาในการส่งสัญญาณอยู่ภายใน 1/10 มิลลิวินาที จะชักนำให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (LTP) แต่ถ้ามากกว่านี้ จะชักนำให้เกิดลองเทอมดีเพรสชั่น (Long-Term Depression: LTD)

สำหรับสิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นเพื่อให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่นมีหลายวิธี วิธีการกระตุ้นด้วยคลื่นเทต้า (Theta Burst Stimulation: TBS) ถือเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ (Bliss & Collingridge, 1993) โดยมีองค์ประกอบพื้นฐาน คือ ในการกระตุ้น 1 ครั้ง จะมีการส่งสิ่งเร้าที่มีความถี่ 50 เฮิร์ต จำนวน 3 ครั้ง (A Three-Pulse Burst) ไปกระตุ้นทุก ๆ 200 มิลลิวินาที แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การกระตุ้นด้วยคลื่นเทต้าแบบต่อเนื่อง (Continuous Theta Burst Stimulation: cTBS) และการกระตุ้นด้วยคลื่นเทต้าแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Theta Burst Stimulation: iTBS) เป็นการกระตุ้นดังที่กล่าวมา เป็นเวลา 2 วินาที แล้วจึงกระตุ้นซ้ำทุก 10 วินาที (ภาพที่ 15) ซึ่งรูปแบบการกระตุ้นที่แตกต่างกันนี้จะส่งผลต่อการกระตุ้นที่แตกต่างกันด้วย โดยการ

กระตุ้นด้วยคลื่นเทต้าแบบไม่ต่อเนื่องในระยะเวลาสั้น ๆ จะเอื้ออำนวยให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น แต่การกระตุ้นด้วยคลื่นเทต้าแบบต่อเนื่องในระยะยาว จะเอื้ออำนวยให้เกิดลองเทอมดีเพรสชั่น (Huang et al., 2009; Hoogendam et al., 2010) นอกจากนี้ยังปรากฏว่า ถ้าความถี่ที่ใช้กระตุ้นต่ำ (ประมาณ 1 เฮิร์ต) จะชักนำให้เกิดลองเทอมดีเพรสชั่น ส่วนความถี่ที่ใช้กระตุ้นสูง (มากกว่า 5 เฮิร์ต) จะชักนำให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น ซึ่งจะอยู่ได้นานเท่าไรขึ้นอยู่กับ จำนวนครั้งของการส่งสัญญาณไปกระตุ้น (Hoogendam et al., 2010)



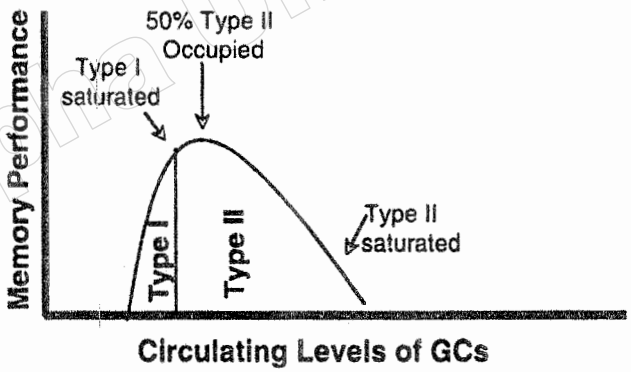
ภาพที่ 15 การกระตุ้นด้วยคลื่นเทต้า (Theta Burst Stimulation: TBS) (Huang et al., 2009)

3. การฟังดนตรีที่พึงพอใจยังมีผลต่อระบบฮอร์โมนในร่างกาย คือ ทำให้คอร์ติซอล (Cortisol) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่หลั่งมากในภาวะเครียดมีปริมาณลดลง รวมทั้งทำให้เทสโตสเตอโรน (Testosterone) และเอสโตรเจน (Estrogen) มีการหลั่งในระดับที่เหมาะสม จึงช่วยให้มีการเจริญของเซลประสาท (Neurogenesis) การสร้างเซลประสาทใหม่ขึ้นมาแทนส่วนที่ถูกทำลาย (Regeneration and Repair Neuron) อันนำไปสู่การปรับตัวของโครงสร้างสมอง (Cerebral Plasticity) (Fukui & Toyoshima, 2008) กลไกของฮอร์โมนแต่ละชนิดมีดังนี้

3.1 คอร์ติซอล เมื่อมีภาวะเครียด ต่อมหมวกไต (Adrenal Gland) จะหลั่งคอร์ติซอลเข้าสู่กระแสเลือด แล้วจึงเข้าสู่สมองทางบลัด เบรน แบริเออร์ (Blood-Brain Barrier) และจับกับตัวรับคอร์ติโคสเตอรอยด์ (Corticosteroid Receptor) ซึ่งจะมีมากที่สุด 3 แห่ง คือ ฮิปโปแคมปัส อมิกดาลา และเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) โดยตัวรับคอร์ติโคสเตอรอยด์ในสมองจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ ตัวรับมิเนราโลคอร์ติคอยด์ หรือตัวรับชนิดที่ 1 (Mineralocorticoid Receptor/Type I Receptor) พบที่ระบบลิมปิก (Limbic System) มักจะกระจายอยู่ในฮิปโปแคมปัส พาราฮิปโปแคมพอล ไจรัส (Parahippocampal Gyrus) เอนโทไรนอล คอร์เท็กซ์ และอินซูลาร์ คอร์เทกซ์ (Insular Cortices) จะช่วยป้องกันหรือชะลอการตายของเซลประสาท ช่วยทำให้เซลประสาทฟื้นกลับคืนมาหลังถูกทำลาย (Neuroprotective) รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่นในฮิปโปแคมปัส และตัวรับกลูโคคอร์ติคอยด์ หรือตัวรับชนิดที่ 2 (Glucocorticoid Receptor/Type II Receptor)

พบทั้งบริเวณชั้นใต้สมอง (Subcortical) และเปลือกสมอง (Cortical) มักจะกระจายอยู่ใน พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ จะมีผลทำให้เกิดการบกพร่องในการทำหน้าที่ของสมอง และทำให้ลองเทอม โพเทนเทียเอชั่นในฮิปโปแคมปัสลดลง (Lupien et al., 2007; Garcia-Segura, 2009)

ในภาวะปกติ ฮอร์โมนที่หลั่งในร่างกายจะจับกับตัวรับชนิดที่ 1 มากกว่าร้อยละ 90 และจะจับกับตัวรับชนิดที่ 2 เพียงร้อยละ 10 เมื่อมีภาวะเครียดหรือมีระดับของคอร์ติซอลสูงสุด ฮอร์โมนที่หลั่งในร่างกายจะจับกับตัวรับชนิดที่ 1 จนถึงจุดอิ่มตัว แต่จะจับกับตัวรับชนิดที่ 2 ประมาณร้อยละ 67-74 อัตราส่วนของฮอร์โมนที่จับกับตัวรับชนิดที่ 1 และตัวรับชนิดที่ 2 (Type I/Type II Ratio) จะเป็นตัวกำหนดผลของคอร์ติซอลต่อการทำหน้าที่ของสมอง ถ้าฮอร์โมนส่วนใหญ่จับกับตัวรับชนิดที่ 1 และมีเพียงบางส่วนจับกับตัวรับชนิดที่ 2 จะมีอัตราส่วนของฮอร์โมนที่จับกับตัวรับชนิดที่ 1 และตัวรับชนิดที่ 2 เพิ่มขึ้น จะสนับสนุนการทำหน้าที่ของสมอง เนื่องจากคอร์ติซอลอยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงสนับสนุนให้เกิดการตกผลึกทางความจำ (Consolidation) ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการสร้างความจำใหม่ ๆ ถ้าระดับของกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoid) ลดลงหรือเพิ่มขึ้น (ปลายสุดของตัวยูหัวกลับ) จะมีอัตราส่วนของฮอร์โมนที่จับกับตัวรับชนิดที่ 1 และตัวรับชนิดที่ 2 ต่ำ ทำให้กระบวนการตกผลึกทางความจำ (Consolidation Process) ลดลง การทำหน้าที่ของสมองก็บกพร่อง (ภาพที่ 16) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้รวมถึงความจำขณะคิดด้วย (Lupien et al., 2007)

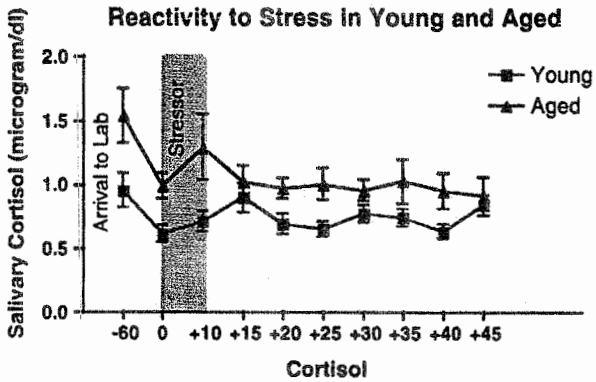


ภาพที่ 16 อัตราส่วนของฮอร์โมนที่จับกับตัวรับชนิดที่ 1 และตัวรับชนิดที่ 2 (Type I/Type II Ratio) ต่อความจำ (Lupien et al., 2007)

เนื่องจากคอร์ติซอลจะหลั่งมากที่สุดในช่วงเช้า ซึ่งเป็นช่วงที่มีฮอร์โมนจับกับตัวรับชนิดที่ 1 มากที่สุด และจับกับตัวรับชนิดที่ 2 ประมาณร้อยละ 50 ส่วนในช่วงบ่ายจนถึงกลางคืนคอร์ติซอลจะลดลงอย่างช้า ๆ เป็นช่วงที่มีฮอร์โมนจับกับตัวรับชนิดที่ 1 มากที่สุด และจับกับตัวรับชนิดที่ 2 ประมาณร้อยละ 10 แต่จะเพิ่มขึ้นทันทีหลังจากนอนหลับได้ 2-3 ชั่วโมงแรก ดังนั้นในช่วงเช้าการทำ

กิจกรรมที่เหนี่ยวนำให้เกิดความเครียด จะทำให้มีระดับของคอร์ติซอลเพิ่มขึ้นจนการจับกับตัวรับชนิดที่ 2 (Type II Receptor) ถึงจุดอิ่มตัว จึงทำให้ความจำลดลง แต่ถ้าทำกิจกรรมในช่วงบ่ายคอร์ติซอลที่เพิ่มขึ้นจะจับกับตัวรับชนิดที่ 2 (Type II Receptor) ประมาณร้อยละ 50 ความจำจึงเพิ่มขึ้นหรือไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่การศึกษาหลาย ๆ ฉบับ ชี้ให้เห็นว่า ผู้สูงอายุจะทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับสมองได้ดีขึ้นในช่วงตอนเช้า ระหว่างเวลา 08.00-11.00 น. ในขณะที่คนหนุ่มสาวจะทำกิจกรรมได้ดีขึ้นในช่วงบ่าย ระหว่างเวลา 13.00-17.00 น. เนื่องจากระดับของคอร์ติซอลที่เหมาะสมจะอยู่ ณ เวลาที่ตื่นนอน โดยไม่ได้ระบุว่าเป็นเวลาใด ซึ่งตามปกติคนหนุ่มสาวจะตื่นนอนหลังจากผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงทำให้ช่วงเวลาที่ทำกิจกรรมได้ดีแตกต่างกันได้ (Lupien et al., 2007)

นอกจากนี้คอร์ติซอลจะเพิ่มขึ้นได้จากการเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมขณะทำกิจกรรม เช่น ให้ไปทำกิจกรรมที่โรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการ ฯลฯ จะทำให้ผู้สูงอายุเผชิญกับสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่คุ้นเคย เมื่อวัดระดับคอร์ติซอล (Cortisol Level) ณ เวลาที่ไปถึงสถานที่ทำกิจกรรม ก่อนที่จะทำกิจกรรมจริง 60 นาที ปรากฏว่า ระดับคอร์ติซอลสูงขึ้น รวมทั้งมีปริมาณมากกว่าคนหนุ่มสาว และหลังจากทำกิจกรรม 45 นาที จะมีระดับคอร์ติซอลเท่ากับคนหนุ่มสาว (ภาพที่ 17) แต่เมื่อทำให้ผู้สูงอายุคุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมโดยกำหนดให้มีการทำกิจกรรม 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ให้ผู้สูงอายุเข้าร่วมกลุ่มกับผู้สูงอายุคนอื่น ๆ แล้วให้คำแนะนำเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ การเอื้ออำนวยความสะดวก และอธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมหรือแบบทดสอบที่ทำ เพื่อทำให้เกิดความผูกพัน ครั้งที่ 2 ให้มีปฏิสัมพันธ์กับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ผู้สูงอายุรู้จักและพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจ ก่อนทำกิจกรรมหรือแบบทดสอบ 60 นาที เพื่อทำให้เกิดความคุ้นเคย แล้ววัดระดับคอร์ติซอล ปรากฏว่า เท่ากับก่อนทำกิจกรรม (Lupien et al., 2007) ดังนั้นการทำให้เกิดความคุ้นเคย จึงช่วยลดระดับของคอร์ติซอลได้



ภาพที่ 17 ระดับคอร์ติซอลของผู้สูงอายุและคนหนุ่มสาว เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ ก่อนทำกิจกรรม และหลังทำกิจกรรม (Lupien et al., 2007)

3.2 เอสโตรเจน เป็นฮอร์โมนเพศหญิง ส่วนใหญ่ผลิตจากรังไข่ มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ เอสตราไดออล (Estradiol) เอสโทรน (Estrone) และเอสไตรออล (Estriol) มีผลต่ออวัยวะเป้าหมายคล้าย ๆ กัน แต่เอสตราไดออลเป็นเอสโตรเจนที่มีจำนวนและมีผลต่ออวัยวะเป้าหมายมากที่สุด ได้มาจากการเปลี่ยนเทสโตสเตอโรนด้วยเอนไซม์อโรมาเทรส (Aromatase Enzyme) (Martini, 1998) จะสนับสนุนให้มีการปรับตัวของจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Synaptic Plasticity) และสร้างเซลประสาท โดยเหนี่ยวนำให้เกิดการส่งต่อสัญญาณ ณ จุดเชื่อมต่อสัญญาณของเดนไดรท์ติก สไปน์ (Dendritic Spine Synapses) ในเซลประสาทไพรามิดอลบริเวณคอร์นู แอมโมนิส 1 ที่อยู่ในฮิปโปแคมปัส (CA1 Pyramidal Hippocampal Neuron) (Garcia-Segura, 2009) นอกจากนี้เอสตราไดออลที่จับกับตัวรับเอ็นเอ็มดีเอในภาวะที่มีแมกนีเซียมในกระแสเลือดต่ำ จะเหนี่ยวนำให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (Foy, 2011) ส่วนกลไกอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการสร้างเซลประสาท เช่น การจับกับเซโรโทนินจะเหนี่ยวนำให้เกิดการแบ่งเซล (Cell Proliferation) เป็นต้น แต่บางครั้งกลไกของเอสตราไดออลก็ให้ผลตรงข้ามกับที่กล่าวมา ซึ่งขึ้นอยู่กับ

3.2.1 ขนาดของเอสตราไดออล การทดลองในหนูแสดงให้เห็นว่าในระยะก่อนการเป็นสัด (Proestrus) จะมีระดับของเอสโตรเจน (Level of Estrogen) สูงสุด และเป็นช่วงที่มีลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (LTP) สูง ถ้าให้เอสโตรเจนในช่วงนี้จะทำให้ลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (LTP) ต่ำ แต่ในระยะหมดการเป็นสัด (Diestrus) จะมีระดับของเอสโตรเจน (Level of Estrogen) ต่ำสุด เมื่อให้เอสโตรเจนในช่วงนี้ จะทำให้ลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (LTP) สูงขึ้น (Garcia-Segura, 2009; Foy, 2011)

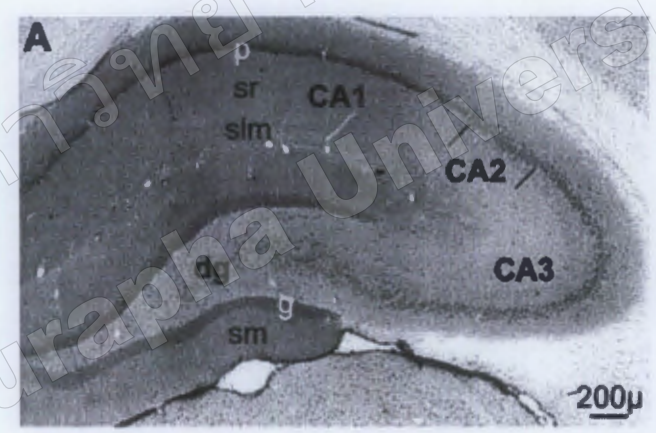
3.2.2 ระยะเวลาในการให้ ถ้าให้เอสตราไดออล (Estradiol) ภายใน 4 ชั่วโมงแรก จะสนับสนุนให้เกิดการแบ่งเซล (Cell Proliferation) บริเวณเดนเทต ไจรัส (Dentate Gyrus: DG) ในฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) หลังจากนั้น 24-48 ชั่วโมง จะกดการแบ่งเซล (Cell Proliferation) ที่บริเวณดังกล่าว แต่ถ้าให้เอสตราไดออล (Estradiol) เป็นเวลานานจะไม่มีผลต่อการแบ่งเซลที่เดนเทต ไจรัส (DG) (Garcia-Segura, 2009)

3.2.3 ระยะเวลาที่ขาดเอสโตรเจนเป็นเวลานาน จะป้องกันผลของเอสตราไดออล (Estradiol) ต่อการแบ่งเซล (Cell Proliferation) ในเดนเทต ไจรัส (DG) (Garcia-Segura, 2009)

3.3 เทสโตสเตอโรน (Testosterone) เป็นฮอร์โมนที่อยู่ในกลุ่มของฮอร์โมนเพศชายที่เรียกว่า แอนโดรเจน (Androgen) และเป็นฮอร์โมนที่สำคัญที่สุดในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่ผลิตมาจากอัณฑะ (Martini, 1998) จะช่วยให้มีการปรับตัวของจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Synaptic Plasticity) โดยชักนำให้เกิดการสร้างจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่สไปน์ของเดนไดรท์ (Spine Synapse) บริเวณคอร์นู แอมโมนิส 1 ที่อยู่ในฮิปโปแคมปัส (CA1 of the Hippocampus) ทั้งเพศชายและหญิง แต่ใน

เพศหญิงจะมีผลมาจากเอสโตรเจน (Estrogen) ด้วย (MacLusky, Hajszan, Prange-Kiel, & Leranth, 2006; Garcia-Segura, 2009)

ส่วนการศึกษาในสัตว์ทดลองยังชี้ให้เห็นว่า การฟังดนตรีจะกระตุ้นให้มีการหลั่ง เบรน ดีไรด์ นิวโรโทรฟิก แฟคเตอร์ (BDNF) ในไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) สมองส่วน พรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) อมิกดาลา (Amygdala) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) เพิ่มขึ้น (Angelucci et al., 2007; Li et al., 2010) จึงช่วยส่งเสริมการถ่ายทอดสัญญาณประสาท ทำให้เซลประสาทมีการตื่นตัว และทำให้เกิดลองเทอมโพเทนเทียเอชั่น (LTP) เพิ่มขึ้น (ภนารี บุษราคัมตระกูล, 2546-2548) รวมทั้งแสดงให้เห็นว่า มีการเจริญของเซลประสาท (Neurogenesis) บริเวณคอร์นู แอมโมนิส 1 (CA 1) คอร์นู แอมโมนิส 2 (CA 2) และคอร์นู แอมโมนิส 3 (CA 3) ที่อยู่ในฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยคงไว้ซึ่งกระบวนเรียนรู้และความจำที่ปกติ (Kim et al., 2006) (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ตำแหน่งคอร์นู แอมโมนิส (CA) และเดนเทต ไจรัส (DG) ในฮิปโปแคมปัส (Hippocampus)

4. การฟังดนตรีจนถึงระดับที่ทำให้รู้สึกหนาว (Shiver or Chill) (Panksepp & Bernatzky, 2002) หัวใจเต้นแรง มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในร่างกาย เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความตื่นตัวหรือตื่นเต้นที่เกิดขึ้นจากระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Arousal) (Gabrielsson, 2001 cited in Rickard, 2004) เนื่องจากมีการกระตุ้นเรติคูลาร์ ฟอร์เมชัน (Reticular Formation) ของก้านสมอง (Brain Stem) ทำให้มีการหลั่งสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 4 ชนิด คือ นอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) อะเซติลโคลีน (Acetylcholine) เซโรโทนิน (Serotonin) และฮีสตามีน (Histamine) แต่จะเน้นเฉพาะนอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) เนื่องจากโลคัส ซีรูเลียส (Locus Coeruleus) ที่อยู่ในก้านสมอง (Brain Stem) จะผลิตสารสื่อประสาทชนิดนี้มากที่สุด และมีการหลั่งไปยังส่วนต่าง ๆ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ของสมอง โดยจะมีมากที่ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) และนีโอคอร์เทค (Neocortex) ซึ่งจะช่วยให้มุ่งความสนใจในกิจกรรมที่ทำ โดยการลดอิทธิพลของสิ่งเร้าที่ทำให้ไข้วเขว (Ashby et al., 2002)

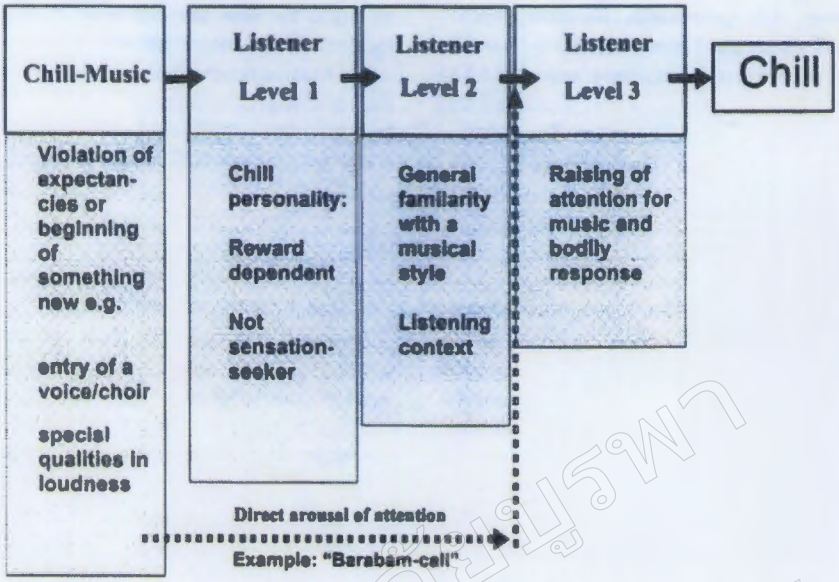
ผลของนอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) ต่อพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) ขึ้นอยู่กับปริมาณ (Dose) ที่หลั่งออกมา ถ้ามีการหลั่งนอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) ในปริมาณที่สูงจะยับยั้งการทำงานของเซลประสาท ถ้าหลั่งนอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) ในปริมาณที่ต่ำอาจจะกระตุ้นหรือยับยั้งสัญญาณประสาท ณ จุดเชื่อมต่อสัญญาณก็ได้ สำหรับการหลั่งนอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) ที่โลคัส ซีรูเลียส (Locus Coeruleus) มีลักษณะการตอบสนองแบบรูปตัวยู (U-shape) คือ ถ้ามีการหลั่งในปริมาณมากหรือน้อยจะทำกิจกรรมนั้นได้ไม่ดี แต่ถ้ามีการหลั่งในระดับปานกลางจะทำกิจกรรมนั้นได้ดี นอกจากนี้เมื่อมีการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวหรือตื่นเต้น (Arousal) จะทำให้นอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) จับกับตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า (α Adrenergic Receptor) ซึ่งจะมีผลต่อพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) คือ ถ้าจับกับตัวรับอดรีเนอร์จิก แอลฟ่า 2 (α_2 Adrenergic Receptor) จะเอื้ออำนวยให้เกิดการทำหน้าที่ของพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) ถ้าจับกับตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 1 (α_1 Adrenergic Receptor) จะทำให้เกิดความบกพร่องในการทำหน้าที่ของพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) แต่นอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) จับกับตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 2 (α_2 Adrenergic Receptor) มากกว่าตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 1 (α_1 Adrenergic Receptor) อยู่แล้ว ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของนอร์อิพิเนปฟิน (Norepinephrine) เพียงเล็กน้อย จะทำให้ผลของตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 2 (α_2 Adrenergic Receptor) เด่นกว่าตัวรับอดรีเนอร์จิกแอลฟ่า 1 (α_1 Adrenergic Receptor) จึงเอื้ออำนวยให้เกิดการทำงานของพรีฟรอนทัล คอร์เท็กซ์ (PFC) นอกจากนี้การหลั่งของอะเซติลโคลีน (Acetylcholine) ยังช่วยเพิ่มอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับคลื่นแทรก (Signal-to-Noise Ratio) ของเซลประสาทในสมองด้วย จึงทำให้ความจำขณะคิดดีขึ้น (Ashby et al., 2002)

การฟังดนตรีที่พึงพอใจหรือทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน แม้ว่าในขณะฟังจะไม่รู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ก็ยังสามารถกระตุ้นวิถีประสาทที่เกี่ยวข้องกับการได้รับรางวัล (Reward Pathway) (Koelsch, 2010) สำหรับลักษณะของดนตรีที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ จะมีลักษณะการประสานเสียงของท่วงทำนองที่กลมกลืนไม่ขัดหู (Consonant) (Blood et al., 1999; Koelsch et al., 2006) ใช้เสียงเมเจอร์ (Major Key) และมีจังหวะเร็วขึ้นหรือเร็วในระดับปานกลาง (Dalla Bella et al, 2001a; 2001b cited in Matthews, 2008; Menon & Levitin, 2005) ส่วนดนตรีที่ใช้เสียงไมเนอร์มีจังหวะช้า และการประสานเสียงของท่วงทำนองไม่กลมกลืน ขัดหู (Dissonant) จะเป็นดนตรีที่ทำให้เกิดความไม่พึงพอใจ (Dalla Bella et al, 2001a; 2001b cited in Matthews, 2008; Blood et al., 1999; Koelsch et al., 2006) นอกจากนี้งานวิจัยบางฉบับยังแนะนำว่า เสียงของดนตรีจะกระตุ้นการทำงานของสมองบริเวณใด ขึ้นอยู่กับอารมณ์ความรู้สึกที่มีต่อดนตรีมากกว่าโครงสร้างการได้ยินที่แตกต่างกัน (Altenmüller, Schürmann, Lim, & Parlitz, 2002) สอดคล้องกับงานวิจัยของบลัด

และซาทอรร์ (Blood & Zatorre, 2001) กับงานวิจัยของบราวน์ มาร์ติแนซ และพาร์สัน (Brown, Martinez, & Parsons, 2004) ที่ให้กลุ่มตัวอย่างเลือกฟังดนตรีที่ชอบแล้วตรวจสอบด้วยการสร้างภาพสมอง (Brain Imaging: PET) ปรากฏว่า ตำแหน่งของสมองที่ได้รับการกระตุ้นจะคล้ายกับตำแหน่งของสมองที่ได้รับการกระตุ้นที่ทำให้มีอารมณ์พึงพอใจ ถึงแม้ว่าดนตรีที่ให้ฟังนั้นจะเป็นดนตรีที่อยู่กันคนละวัฒนธรรม ผลการสร้างภาพสมอง (Brain Imaging: MRI) ก็แสดงให้เห็นว่า รูปแบบของการกระตุ้นสมองไม่แตกต่างกัน (Morrison, Demorest, Aylward, Cramer, & Maravilla, 2003)

การเลือกฟังดนตรีที่ชอบ นอกจากจะกระตุ้นตำแหน่งของสมองที่ทำให้มีอารมณ์พึงพอใจแล้ว ยังทำให้เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความตื่นตัวหรือตื่นเต้น (Arousal) แต่อาการดังกล่าวเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ยาก ผลการสอบถามผู้ที่เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) สรุปได้ว่า อาการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อได้ฟังดนตรีที่คุ้นเคย การตระหนักว่าดนตรีมีความสำคัญกับชีวิต การได้ฟังดนตรีที่ชอบ และสถานการณ์ในการฟังดนตรีคล้ายคลึงกับการฟังดนตรีในชีวิตประจำวัน เมื่อนำดนตรีที่ทำให้เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) มาวิเคราะห์โครงสร้างของเสียง ปรากฏว่ากลุ่มที่ฟังดนตรีแล้วเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) จะมีลักษณะของเสียงในด้านการเข้าถึงของเสียง (Entry of a Voice) และการเปลี่ยนระดับของเสียง เช่น การเล่นให้เสียงค่อย ๆ ดังเพิ่มขึ้น (Crescendo) หรือการเล่นให้เสียงค่อย ๆ แผ่วลง (Diminuendo) แตกต่างจากผู้ที่ไม่เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) เด่นชัดมากที่สุด ดังนั้นการฟังดนตรีจะชักนำให้เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) หรือไม่ จึงขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของดนตรีกับผู้ฟัง ซึ่งสรุปเป็นผังการเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ที่เกิดจากเสียงดนตรีได้ดังภาพที่ 19 คือ มีเสียงดนตรีที่ชักนำให้เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ผู้ฟังเกิดความพึงพอใจในเสียงนั้น ต่อมารู้สึกคุ้นเคยกับดนตรีที่ฟัง และบริบทในการฟังมีความเหมาะสม จึงทำให้ตั้งใจฟังดนตรี ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) (Grewe et al., 2007)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 19 ผังการเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ที่เกิดจากเสียงดนตรี (Grewe et al., 2007)

สำหรับการประเมินว่าดนตรีที่ฟังแล้วทำให้เกิดความพึงพอใจหรือทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน รวมทั้งกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวหรือตื่นเต้นเป็นการประเมินเกี่ยวกับอารมณ์ทางบวก (Positive Affect) แบ่งแนวทางในการวัดเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การประเมินความรู้สึกด้วยตนเอง การประเมินพฤติกรรมเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับรางวัล และการวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเมื่อรู้สึกพึงพอใจ (Berridge, 2003) แต่การวัดที่นิยมใช้บ่อยในงานวิจัยที่เกี่ยวกับดนตรี คือ การประเมินความรู้สึกด้วยตนเองและการวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเมื่อรู้สึกพึงพอใจ มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินความรู้สึกด้วยตนเองโดยใช้มาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) หรือแบบสำรวจรายการ (Checklist) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง และเครื่องมือที่ใช้วัดมีอยู่จำนวนมาก มีทั้งการวัดคุณลักษณะเดียว (Single-Item Measures) และการวัดหลายคุณลักษณะ (Multiple-Item Measures) (Larsen & Fredrickson, 2003)

การวัดคุณลักษณะเดียว (Single-Item Measures) เป็นการวัดความรู้สึกที่มีต่ออารมณ์ใดอารมณ์หนึ่ง ส่วนคำตอบอาจเป็นทางเลือกทางเดียว (Unipolar) เช่น ไม่โกรธเลยถึงโกรธมากที่สุด หรือทางเลือกสองทาง (Bipolar) เช่น ไม่พึงพอใจถึงพึงพอใจ มักจะใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert Scale) ระดับ 5, 7 หรือ 9 คะแนน (Larsen & Fredrickson, 2003)

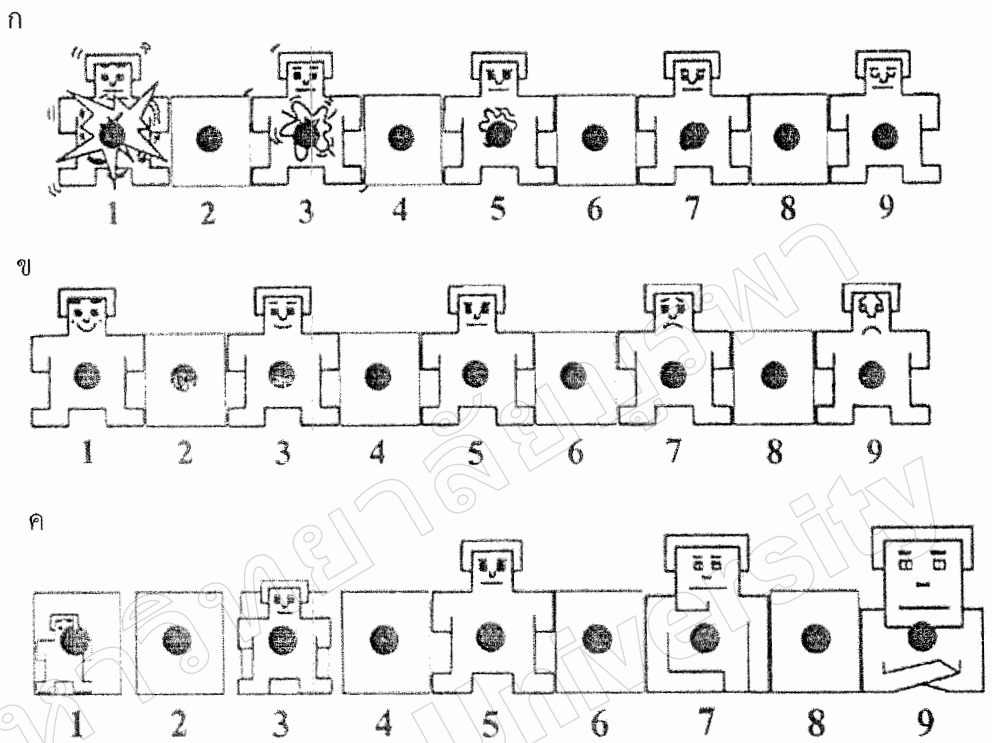
การวัดหลายคุณลักษณะ (Multiple-Item Measures) ประกอบด้วย รายการของคำคุณศัพท์ที่อธิบายเกี่ยวกับอารมณ์ อาจจะวัดเป็นแบบสำรวจรายการ (Checklist) ที่ให้กลุ่มตัวอย่าง

ทำเครื่องหมายว่ารู้สึกอย่างไรกับอารมณ์ที่อยู่ในแบบสำรวจรายการทั้งหมด หรืออาจจะวัดเป็นมาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) ที่ให้กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนความรู้สึกของตนเองที่มีต่อคำคุณศัพท์แต่ละตัว เช่น รายการของอารมณ์ทางบวกอารมณ์ทางลบ (Positive Affect Negative Affect Schedule: PANAS) ที่พัฒนาโดยวัทสัน คลาร์ก และเทลเลเจน (Watson, Clark, & Tellegen) (Larsen & Fredrickson, 2003)

การวัดความรู้สึกพึงพอใจหรือทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน รวมทั้งการวัดความตื่นตัวหรือตื่นเต้นที่เกิดจากกระตุ้นให้เกิดอารมณ์ดังกล่าวด้วยดนตรี ส่วนใหญ่เป็นการวัดคุณลักษณะเดียว (Single-Item Measures) โดยการถามกลุ่มตัวอย่างว่าความรู้สึกพึงพอใจต่อเพลงที่ได้ยินเป็นอย่างไร ความรู้สึกตื่นตัวหรือตื่นเต้นเมื่อได้ยินเพลงนี้เป็นอย่างไร ส่วนคำตอบมักจะใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert Scale) ระดับ 5, 7 หรือ 9 คะแนน หรือมาตรวัดที่เห็นค่าต่อเนื่องกันตลอด (Visual Analogue Scale: VAS) ซึ่งเป็นมาตรวัดที่ให้กลุ่มตัวอย่างทำเครื่องหมายบนเส้นที่มีคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้ามที่อยู่ปลายเส้นทั้งสองด้าน เพื่ออธิบายว่ารู้สึกอย่างไร หรือใช้แบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (Self-Assessment Manikin: SAM) (Krumhansl, 1997; Blood et al., 1999; Blood & Zatorre, 2001; Altenmüller et al., 2002; Khalfa, Isabelle, Jean-Pierre, & Manon, 2002; Brown et al., 2004; Rickard, 2004; Gomez & Danuser, 2004; Menon & Levitin, 2005; Koelsch et al., 2006; Grewe et al., 2007; Sammler et al., 2007; Soto, Funes, Guzmán-García, Warbrick, Rotshtein, & Humphreys, 2009)

แบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (SAM) เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นรูปภาพใช้ประเมินความพึงพอใจ (Pleasure) ความตื่นตัวหรือตื่นเต้น (Arousal) และการมีอำนาจ (Dominance) ต่อวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ๆ รูปแบบแรกที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ให้ตอบบนคอมพิวเตอร์ ต่อมาจึงพัฒนารูปแบบที่สองเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Paper-and-Pencil Version) เพื่อให้ใช้ทดสอบเป็นกลุ่มและใช้คัดกรองจำนวนมาก ๆ ได้ โดยแลง (Lang) ได้พัฒนาแบบทดสอบนี้ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหามาตรวัดคุณลักษณะที่แตกต่าง (Semantic Differential Scale) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้ประเมินคุณลักษณะเดียวกัน แต่ต้องใช้เวลาและความพยายามอย่างมาก รวมทั้งทำให้ผู้ที่ไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่เกิดความยากลำบากในการทำแบบทดสอบ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษา สำหรับรูปภาพที่ใช้ในแบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (SAM) แบ่งเป็น 3 มิติ คือ มิติที่ใช้ประเมินความพึงพอใจ จะมีภาพหน้ายิ้มไปจนถึงหน้าขมวดคิ้ว มิติที่ใช้ประเมินความตื่นตัวหรือตื่นเต้น จะมีภาพที่แสดงถึงความตื่นตัวไปจนถึงภาพหลับตา และมิติที่ใช้ประเมินการมีอำนาจ สามารถควบคุมสถานการณ์นั้น ๆ ได้ จะมีภาพคนตัวเล็กไปถึงคนตัวใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 20 แต่ละมิติจะให้คะแนนโดยใช้มาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) 9 คะแนน โดยให้

กลุ่มตัวอย่างทำเครื่องหมายลงบนรูปภาพใดรูปภาพหนึ่งหรือทำเครื่องหมายระหว่างรูปภาพทั้งสอง (Bradley & Lang, 1994)



ภาพที่ 20 แบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (SAM) ก) ความตื่นตัวหรือตื่นเต้น (Arousal) ข) ความพึงพอใจ (Pleasure) ค) การมีอำนาจ (Dominance) (Backs, Da Silva, & Han, 2005)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดคุณลักษณะที่แตกต่าง (Semantic Differential Scale) แบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (SAM) ฉบับคอมพิวเตอร์และเขียนตอบ (Paper-and-Pencil Version) ปรากฏว่า คะแนนมิติที่ใช้ประเมินความพึงพอใจและมิติที่ใช้ประเมินความตื่นตัวหรือตื่นเต้นของมาตรวัดคุณลักษณะที่แตกต่าง (Semantic Differential Scale) มีความสัมพันธ์กันสูงกับแบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (SAM) ทั้งสองฉบับ โดยมิติที่ใช้ประเมินความพึงพอใจมีค่าเท่ากับ .97 และ .96 ตามลำดับ ส่วนมิติที่ใช้ประเมินความตื่นตัวหรือตื่นเต้น มีค่าเท่ากับ .94 และ .95 ตามลำดับ แต่มิติที่ใช้ประเมินการมีอำนาจของมาตรวัดคุณลักษณะที่แตกต่าง (Semantic Differential Scale) มีความสัมพันธ์กันต่ำกับแบบประเมินตนเองรูปคนแคระ (SAM) ทั้งสองฉบับ มีค่าเท่ากับ .18 และ .23 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แบบทดสอบนี้ในการวัดการตอบสนองทางอารมณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการตอบสนองทางอารมณ์

จากรูปภาพ เสียง การจินตนาการ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถใช้ได้กับคนหลายกลุ่ม รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่ เด็ก ผู้ที่มีปัญหาในการสื่อสาร และกลุ่มอาการต่าง ๆ ทางคลินิก เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา จึงใช้ได้ง่าย และประเมินอารมณ์ความรู้สึกได้อย่างรวดเร็ว (Bradley & Lang, 1994)

2. การวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเมื่อรู้สึกพึงพอใจ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ การวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่มาจากระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral Nervous System: PNS) และการวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่มาจากระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System: CNS) (Chanel, Kronegg, Grandjean, & Pun, 2006)

การวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่มาจากระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) ส่วนใหญ่เป็นการวัดปฏิกิริยาที่เกิดจากระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System: ANS) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีที่ได้ผลมากกว่าวิธีอื่น ๆ คือ การวัดการนำสัญญาณไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Electrodermal Activity) การวัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการหายใจ (Respiratory Activity) และการวัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Activity) แต่วิธีการดังกล่าวไม่สามารถแยกแยะอารมณ์ต่าง ๆ เช่น อารมณ์กลัวออกจากอารมณ์โกรธได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้วิธีการนี้เพื่อบ่งบอกอารมณ์ที่เฉพาะ แต่ควรใช้ร่วมกับการวัดอารมณ์ความรู้สึกวิธีอื่น ๆ (Larsen & Fredrickson, 2003)

การวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่มาจากระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) การสร้างภาพสมอง (Brain Imaging: PET Scan, fMRI) (Larsen & Fredrickson, 2003) ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะช่วยในการตรวจสอบกลไกการทำงานของสมองได้อย่างละเอียด (Berridge, 2003)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับดนตรี ปรากฏว่า การวัดว่าดนตรีชักนำให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจหรือทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ส่วนใหญ่จะใช้การวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่มาจากระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) โดยการวัดด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) (Panksepp & Bekkedal, 1997; Sammler et al., 2007) ส่วนการวัดว่า ดนตรีชักนำให้เกิดความตื่นตัวหรือตื่นเต้น ส่วนใหญ่ใช้การวัดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่มาจากระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) ด้วยวิธีการวัดการนำสัญญาณไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Electrodermal Activity) การวัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการหายใจ (Respiratory Activity) และการวัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Activity) (Krumhansl, 1997; Khalfa et al., 2002; Gomez & Danuser, 2004; Rickard, 2004; Grewe et al., 2007; Sammler et al., 2007) มีรายละเอียด ดังนี้

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ซึ่งงานวิจัยใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นในขณะฟังดนตรีแล้วรู้สึกพึงพอใจหรือรู้สึกสนุกสนาน เพลิดเพลินมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี

วิธีแรก การวิเคราะห์ระดับของศักย์ดาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเทียบกับเส้นอ้างอิงต่อสิ่งเร้า (ERD/ERS) โดยใช้อัลฟาอีอาร์ดี (Alpha ERD) ปรากฏว่า กรณีที่ผู้วิจัยเป็นผู้เลือกดนตรีให้กลุ่มตัวอย่างฟัง ถ้าเป็นดนตรีที่ทำให้มีความสุข ผู้ชายจะมีอัลฟาอีอาร์ดี (Alpha ERD) มากกว่าผู้หญิง ในขณะที่ผู้หญิงจะมีอัลฟาอีอาร์เอส (Alpha ERS) มากกว่าผู้ชาย ถ้าเป็นดนตรีที่ทำให้เศร้า จะมีอัลฟาอีอาร์เอส (Alpha ERS) มากกว่าอัลฟาอีอาร์ดี (Alpha ERD) ทั้งผู้ชายและผู้หญิง ในกรณีที่ให้กลุ่มตัวอย่างเลือกดนตรีที่ฟังด้วยตนเอง จะปรากฏอัลฟาอีอาร์ดี (Alpha ERD) มากในดนตรีที่ทำให้เศร้า และจะมีอัลฟาอีอาร์เอส (Alpha ERS) มากในดนตรีที่ทำให้มีความสุข (Panksepp & Bekkedal, 1997)

วิธีที่สอง การวิเคราะห์ความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยใช้คลื่นฟรอนทัล มิดไลน์ เทต้า (Frontal Midline Theta: Fm Theta) เป็นคลื่นเทต้าที่มีมากที่สุดบริเวณฟรอนทัล มิดไลน์ (Frontal Midline) (Mitchell, McNaughton, Flanagan, & Kirk, 2008) ตรงกับตำแหน่งการติดขั้วไฟฟ้า (Electrode) ที่แบ่งตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 (10/20 International System) ที่ เอเอฟซีโร่ (AFz) เอฟซีโร่ (Fz) และ เอฟซีซีโร่ (FCz) ผลการวิจัยปรากฏว่า ดนตรีที่มีลักษณะการประสานเสียงของท่วงทำนองที่กลมกลืน ไม่ขัดหู (Consonant Musical Piece) จะถูกประเมินว่า เป็นดนตรีที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ และจะพบ ฟรอนทัล มิดไลน์ เทต้า (Fm Theta) เพิ่มขึ้นเมื่อมีคะแนนความพึงพอใจต่อดนตรีเพิ่มขึ้น ส่วนดนตรีที่มีลักษณะการประสานเสียงของท่วงทำนองไม่กลมกลืนขัดหู (Dissonant Musical Piece) จะถูกประเมินว่า เป็นดนตรีที่ทำให้เกิดความไม่พึงพอใจ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของฟรอนทัล มิดไลน์ เทต้า (Fm Theta) (Sammler et al., 2007)

การวัดการนำสัญญาณไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Electrodermal Activity) ใช้วัดความตื่นตัวหรือตื่นเต้นได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการนำสัญญาณไฟฟ้าที่ผิวหนังขึ้นอยู่กับปริมาณเหงื่อที่หลั่งออกมาจากต่อมเหงื่อ ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic Nervous System) ที่ได้รับสัญญาณประสาทมาจากระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของเหงื่อ จึงใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ที่ไวต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะบุคคล และมักเกี่ยวข้องกับอารมณ์ สิ่งแปลกใหม่ หรือสิ่งที่ให้ความสนใจ มีองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ระดับของกระแสไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Electrodermal Level) กับการตอบสนองของกระแสไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Electrodermal Responses) มีเทคนิคในการวัดหลายวิธี แต่วิธีที่ได้มาตรฐานที่นำมาใช้บันทึกและวิเคราะห์ คือ การวัดการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Skin Conductance Method) (Sequeira, Hot, Silvert, & Delplanque, 2009) ซึ่งงานวิจัยที่ใช้ดนตรีปลุกให้เกิดความตื่นตัวหรือตื่นเต้นส่วนใหญ่จะใช้วิธีการวัดระดับของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Skin Conductance Level: SCL) และวิธีการวัดการตอบสนองของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Skin Conductance Response: SCR) สำหรับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการหายใจ (Respiratory Activity) เป็นการวัดเกี่ยวกับระยะเวลาในการหายใจเข้า/ออก และปริมาตรของอากาศขณะหายใจเข้า/ออก ส่วนการวัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Activity) เป็นการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) ความดันโลหิตตัวบน (Systolic Blood Pressure: SBP) ความดันโลหิตตัวล่าง (Diastolic Blood Pressure: DBP) และความดันเลือดแดงเฉลี่ย (Mean Arterial Pressure: MAP)

การวัดความตื่นตัวหรือตื่นเต้นที่ถูกชักนำให้เกิดขึ้นจากการฟังดนตรี มักใช้วิธีดังกล่าวร่วมกัน และในบางครั้งจะนำการประเมินความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) รวมทั้งจำนวนครั้งในการเกิดรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ด้วยตนเองมาใช้ในการวัดด้วย พบว่า ดนตรีที่ทำให้เกิดความกลัวและดนตรีที่ทำให้เกิดความสุข จะมีคะแนนประเมินความตื่นตัวหรือตื่นเต้นมากกว่าดนตรีที่ทำให้เกิดความสงบและดนตรีที่ทำให้เกิดความเศร้า โดยดนตรีที่ทำให้เกิดความกลัวและดนตรีที่ทำให้เกิดความสุขจะมีการตอบสนองของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (SCR) เพิ่มขึ้นมากกว่าดนตรีที่ทำให้เกิดความสงบและดนตรีที่ทำให้เกิดความเศร้า (Khalfa et al., 2002) ส่วนดนตรีที่กลุ่มตัวอย่างเลือกฟังด้วยตนเอง จะชักนำให้เกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) มีจำนวนครั้งในการเกิดรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ต่อนาที และการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Skin Conductance Method) มากกว่าสิ่งเร้าที่ผู้วิจัยเลือกให้ฟัง/ดู คือ ดนตรีที่ทำให้เกิดการผ่อนคลาย ดนตรีที่ปลุกให้เกิดความตื่นตัว/ตื่นเต้น และการดูภาพยนตร์ที่ปลุกอารมณ์ (Rickard, 2004) แม้ว่าความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) จะพบร่วมกับการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Skin Conductance Method) แต่การศึกษาของกีวีและคณะ (Grewe et al., 2007) ก็ทำให้เห็นว่า การเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) จะไม่พบร่วมกับการตอบสนองของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (SCR) ทุกครั้ง จากผลการวิจัยที่แสดงว่า การเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) จำนวน 399 ครั้งของกลุ่มตัวอย่าง 21 คน จะมีการเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) จำนวน 108 ครั้ง ที่ไม่พบการตอบสนองของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (SCR) ที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจน แต่ผลการวิจัยนี้ก็สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่ว่า จำนวนครั้งของเกิดความรู้สึกหนาว (Shiver or Chill) ร่วมกับการตอบสนองของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (SCR) จะเกิดจากดนตรีที่กลุ่มตัวอย่างเลือกฟังเองมากกว่าที่ผู้วิจัยเลือกให้ นอกจากนี้ยังปรากฏว่า การฟังดนตรีที่ทำให้เกิดอารมณ์ความรู้สึกทางบวกและปลุกให้เกิดความตื่นตัวหรือตื่นเต้น จะมีค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศเมื่อหายใจเข้าและปริมาตรอากาศที่หายใจเข้า/ออกในหนึ่งนาทีเพิ่มขึ้น เมื่อมีความรู้สึกตื่นตัวหรือตื่นเต้นเพิ่มขึ้น จะมีร้อยละของการขยายตัวของซี่โครงเมื่อหายใจเข้าเพิ่มขึ้น นั่นคือมีอัตราการหายใจเร็วขึ้น และการฟังดนตรีที่ปลุกให้เกิดความรู้สึกตื่นตัวหรือตื่นเต้นในระดับสูง จะมีระดับของการนำไฟฟ้าที่ผิวหนัง (SCL) สูงกว่าดนตรีที่ปลุกให้เกิดความรู้สึกตื่นตัวหรือตื่นเต้นในระดับต่ำ (Gomez & Danuser, 2004)

การนำดนตรีมาใช้ประโยชน์

การฟังดนตรีนอกจากจะกระตุ้นให้มีการหลั่งสารสื่อประสาทโดปามีน (Dopaminergic Neural Activity) แล้ว ยังทำให้เกิดการเจริญของเซลประสาท (Neurogenesis) การสร้างเซลประสาทใหม่ขึ้นมาแทนส่วนที่ถูกทำลาย (Regeneration and Repair Neuron) เพื่อนำไปสู่การปรับตัวของโครงสร้างสมอง (Cerebral Plasticity) (Fukui & Toyoshima, 2008) ดังนั้นจึงมีการนำดนตรีไปใช้ประโยชน์ทั้งในคลินิกและการเรียนการสอน สำหรับในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาเกี่ยวกับความจำขณะคิด จึงได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ดนตรีทั้งทางคลินิกและการเรียนการสอนแต่เน้นเกี่ยวกับการพัฒนาสมอง ดังนี้

เทอร์เนอร์ (Turner, 2004) ให้ผู้ป่วยลมชักจำนวน 4 คน อายุระหว่าง 5-9 ปี ฟังดนตรีแล้วติดตามการส่งสัญญาณประสาทที่ทำให้เกิดการชักด้วยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยกลุ่มตัวอย่างจะนั่งอยู่ในท่าที่สบายพร้อมกับติดเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง วิธีการดำเนินการวิจัยใน 1 ชั่วโมงจะประกอบด้วย 15 นาทีแรก จะนั่งอยู่ในห้องที่เงียบ 18 นาทีต่อมาให้ฟังดนตรีของโมซาร์ท (K 448) หรือดนตรีของบีโทเฟน (Beethoven's Für Elise) สลับกัน และ 27 นาทีสุดท้าย ให้นั่งระบายสีหรือพูดคุยกับผู้ปกครอง ทำติดต่อกันมากกว่า 4 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า ในช่วงที่ฟังดนตรีของโมซาร์ท การส่งสัญญาณประสาทที่ทำให้เกิดการชักจะลดลง อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับในช่วงที่ฟังดนตรีของบีโทเฟน

จัวโซเวก จัวโซเวก และเกอร์ลิก (Jaušovec, Jaušovec, & Gerlič, 2006) ได้ศึกษาผลของดนตรีของโมซาร์ทต่อคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial-Temporal Animation Reasoning Tasks) ในขณะที่ติดเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองจำนวน 19 ขั้ว ประกอบด้วย 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 แบ่งนักเรียนที่ถนัดข้างขวาเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 14 คน ให้ฟังเพลงของโมซาร์ท (K 448) เป็นเวลา 8 นาที โดยมีแนวทางในการทำกิจกรรมตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การดำเนินงานวิจัยในการทดลองที่ 1 ของจัวโซเวก และคณะ (Jaušovec et al., 2006)

Priming	Training	Consolidation	Test
Music – 8 min	45 trainig items	Music – 8 min	MM
		Silenc – 8 min	MS
Silenc – 8 min	45 trainig items	Music – 8 min	SM
		Silenc – 8 min	CG

ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนในการทำกิจกรรมต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ และกลุ่มที่ฟังดนตรีของโมซาร์ททั้งก่อนและหลังการฝึกหัด จะพบคลื่นอัลฟ่าที่มีความถี่ 6.03-8.02 เฮิร์ต ชนิดระดับของศักย์ดาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (Lower-1 α ERS) ในขณะที่กลุ่มอื่นพบ คลื่นอัลฟ่าที่มีความถี่ 6.03-8.02 เฮิร์ต ชนิดระดับของศักย์ดาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงลดลง (Lower-1 α ERD)

การทดลองที่ 2 แบ่งนักเรียนที่ถนัดข้างขวาเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 12 คน ทำกิจกรรมเหมือนการทดลองที่ 1 โดยกลุ่มควบคุมไม่ได้ฟังดนตรี กลุ่มที่ 2 ให้ฟังดนตรีของโมซาร์ท (K 448) เป็นเวลา 8 นาที ทั้งก่อนและหลังการฝึกหัด กลุ่มที่สามให้ฟังดนตรีของบรามส์ (Brahms' Hungarian Dance No. 5) เป็นเวลา 8 นาที ทั้งก่อนและหลังการฝึกหัด ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่ฟังดนตรีของโมซาร์ทจะมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฟังดนตรีของบรามส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งมีรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองที่ไร้ระเบียบน้อยกว่า

ลี ลู และโก (Lee, Lu, & Ko, 2007) สนใจว่าผู้ที่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรีจะมีผลต่อความสามารถในการเก็บรักษาความจำขณะคิด (WM Capacity) หรือไม่ โดยศึกษาในกลุ่มที่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรี จำนวน 40 คน และกลุ่มที่ไม่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรี จำนวน 40 คน ในแต่ละกลุ่มจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ เด็กและผู้ใหญ่กลุ่มละ 20 คน ให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบความสามารถทางดนตรี (Music Ability Test) และให้ทำกิจกรรมวัดความสามารถในการเก็บรักษาความจำขณะคิด 5 กิจกรรม (Forward and Backward Digit Span, Non-Word Span, Operation Span และ Simple Spatial Span Task) โดยกลุ่มทดลองจะทำกิจกรรมนี้หลังจากผ่านการฝึกหัดเกี่ยวกับดนตรีแล้ว ผลการวิจัยปรากฏว่า ผู้ใหญ่จะทำกิจกรรมที่ใช้วัดการเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพูดและการได้ยิน (Phonological Storage) ได้ดีกว่าเด็ก และกลุ่มที่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรีจะทำกิจกรรมที่กล่าวมาได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรี ส่วนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial Store) และองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) กลุ่มเด็กที่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรีจะทำได้ดีกว่ากลุ่มเด็กที่ไม่ผ่านการฝึกหัดด้านดนตรี แต่จะไม่แตกต่างกันในผู้ใหญ่ทั้งสองกลุ่ม

คอลเวลและริบบี้ (Caldwell & Riby, 2007) ใช้คลื่นไฟฟ้าสมองศึกษาเกี่ยวกับการฟังดนตรีที่ชอบ โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 16 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน คือ กลุ่มนักดนตรีที่ชอบดนตรีคลาสสิกและกลุ่มนักดนตรีที่ชอบดนตรีร็อค แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมออดบอล (Visual Oddball Paradigm) พร้อมกับฟังดนตรีคลาสสิก (Ludwig van Beethoven's 2nd Symphony) และดนตรีร็อค (For the Love of God) สลับกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มนักดนตรีที่ชอบดนตรีคลาสสิกจะมียอดคลื่นลำดับที่สองค่าลบ (N2) ขนาดใหญ่ ซึ่งบ่งบอกถึงกระบวนการของการค้นหาสิ่งที่สนใจ (Pre-Attentive Stage) มากกว่ากลุ่มนักดนตรีที่ฟังดนตรีร็อค

ซากาโมและคณะ (Särkämö et al., 2008) ได้ศึกษาผู้ป่วยที่เป็นโรคหลอดเลือดสมอง ซึ่งขาดเลือดไปเลี้ยงบริเวณมิดเดิล ซีรีบรอล อาร์เตอรี่อย่างเฉียบพลัน (Acute Ischemic Middle Cerebral Artery Stroke) จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 20 คน คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ฟังดนตรีที่ชอบ และกลุ่มที่ฟังเรื่องเล่าจากหนังสือ โดยกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มนี้ต้องฟังดนตรีหรือเรื่องเล่าจากหนังสือทุกวัน ๆ ละ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 เดือน แล้วเปรียบเทียบความสามารถทางสมองก่อนทำการทดลอง หลังทำการทดลอง 3 เดือน และ 6 เดือน ปรากฏว่า เมื่อเวลาเปลี่ยนไป กลุ่มที่ฟังดนตรีที่ชอบมีความจำเกี่ยวกับภาษา (Verbal Memory) ความจำระยะสั้นและความจำขณะคิด (Short-Term and WM) ภาษา (Language) กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Cognition) กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับดนตรี (Music Cognition) การบริหารจัดการของสมองขั้นสูง (Executive Function) การให้ความสนใจกับข้อมูลนั้น ๆ เพียงข้อมูลเดียว (Focused Attention) และการคงความสนใจของข้อมูลนั้น ๆ (Sustained Attention) แตกต่างจากกลุ่มที่ฟังเรื่องเล่าและกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าหลังทำการทดลอง 3 เดือน และ 6 เดือน ความจำเกี่ยวกับภาษา (Verbal Memory) และการให้ความสนใจกับข้อมูลนั้น ๆ เพียงข้อมูลเดียว (Focused Attention) ของกลุ่มที่ฟังดนตรีที่ชอบจะดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฟังเรื่องเล่าจากหนังสือ อย่างนัยสำคัญทางสถิติ

เมียงและคณะ (Meng et al., 2009) ได้ทดลองในหนูเพศผู้ จำนวน 40 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 ตัว คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองให้ฟังดนตรีของโมซาร์ท (K 448) เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่เวลา 22.00 น.-06.00 น. ติดต่อกัน 30 วัน ใช้ความดังเท่ากับ 50-60 เดซิเบล ในวันที่ 31 จะนำหนูจากทั้งสองกลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว มาตัดหัวและนำสมองส่วนโฟร์เบรน (Forebrain) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) แช่แข็งไว้ เพื่อใช้วิเคราะห์ แล้วให้หนูที่เหลือกลุ่มละ 15 ตัว ทำกิจกรรมหาแผ่นไม้ที่ถูกซ่อน (Hidden Platform Water Maze Task) ผลงานวิจัยปรากฏว่า หนูที่ฟังดนตรีของโมซาร์ทจะเรียนรู้ได้เร็วกว่าหนูในกลุ่มควบคุม และมีการพบยีนส์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของไอออน (Ion Channel Activity) หรือการถ่ายทอดสัญญาณศักย์ทำงานผ่านจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Synaptic Transmission) การพัฒนาไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton Development) และการควบคุมการหลั่งฮอร์โมน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของสารสื่อประสาท เช่น โดปามีน อะเซติลโคลีน และกาบา (GABA) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และความจำ

บูโกส เพอรสทีน แม็คไคร โบรฟี และไบเดนบัค (Bugos, Perlstein, McCrae, Brophy, & Bedenbaugh, 2007) สนใจศึกษาการเพิ่มความจำขณะคิดโดยใช้การเรียนการสอนเปียโนรายบุคคลในผู้สูงอายุ จำนวน 31 คน แบ่งเป็น กลุ่มควบคุม 15 คน กลุ่มทดลอง 16 คน ที่ต้องเรียนเกี่ยวกับการเล่นเปียโนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาทีต่อสัปดาห์ และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ประเมินความจำขณะคิด และองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE)

(WAIS III, Letter Number Sequencing, Trail Making Tests) 3 ครั้ง คือ ก่อนการฝึกหัด หลังฝึกหัด 6 เดือน และติดตามต่ออีก 3 เดือน ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความจำขณะคิดและองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การนำดนตรีไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถของสมอง มีการศึกษาทั้งในคนและสัตว์ทดลอง โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงทดลอง ตัวแปรจัดกระทำ ส่วนใหญ่เป็นการฟังดนตรีประเภทคลาสสิกทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ส่วนงานวิจัยที่มีตัวแปรจัดกระทำด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น ฟังดนตรีที่ชอบ ฝึกเล่นเปียโน ยังมีจำนวนน้อย กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในคนมีทุกวัย ตั้งแต่วัยเด็ก ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ ส่วนในสัตว์ทดลองจะศึกษาในหนู ผลการวิจัยส่วนใหญ่ปรากฏว่าความสามารถทางสมอง เช่น ความจำ การให้ความสนใจ (Attention) หลังฟังดนตรีดีขึ้น นอกจากนี้การศึกษาในสัตว์ทดลองก็สนับสนุนว่า การฟังดนตรีทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับความจำ

ดนตรีไทยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดนตรีไทย (Classic หรือ Traditional Music) เป็นศิลปะแขนงหนึ่ง มีมาตั้งแต่โบราณ ก่อนที่ไทยจะอพยพมาสู่ดินแดนสุวรรณภูมิที่เป็นประเทศไทยในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาให้เจริญรุ่งเรืองมาเรื่อย ๆ จนเจริญถึงขั้นสูงสุดในยุครัตนโกสินทร์ ก่อนการเปลี่ยนแปลงการปกครอง (ชิ้น ศิลปบรรเลง และ ลิขิต จินดาวัฒน์, 2521) ได้รับอิทธิพลมาจากประเทศต่าง ๆ เช่น อินเดีย จีน อินโดนีเซีย ประกอบด้วย เครื่องดนตรี 4 ประเภท คือ ดีด สี ตี เป่า มักเล่นกันเป็นวงดนตรี ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง 5 ประเด็น คือ องค์ประกอบของดนตรีไทย การประสมวงดนตรีไทย ประเภทของดนตรีไทย การฟังดนตรีไทย และการนำดนตรีไทยไปใช้

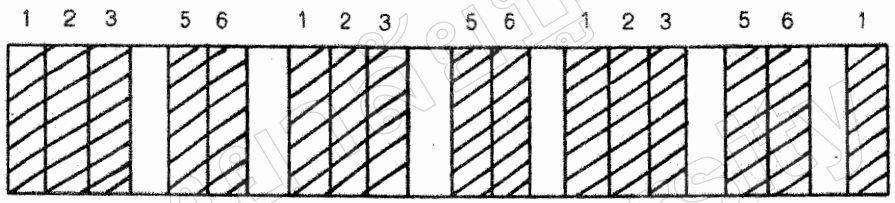
องค์ประกอบของดนตรีไทย

ดนตรีไทยมีองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ซึ่งนักวิชาการด้านดนตรีไทยแบ่งจำนวนองค์ประกอบของดนตรีไทยไว้แตกต่างกัน แต่มีทิศทางไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับงานวิจัยนี้แบ่งองค์ประกอบของดนตรีไทยเป็น 6 ประการ ดังนี้

1. บันไดเสียงหรือมาตราเสียงทางดนตรี (Scale) หมายถึง เสียงที่เรียงลำดับขึ้นลง โดยบันไดเสียงหรือมาตราเสียงของดนตรีไทยประกอบด้วย 7 เสียง ใน 1 ช่วงทบเสียง (Octave) ที่มีระยะห่างเท่ากัน (อรวรรณ บรรจงศิลป โกวิทย์ ขันธศิริ สิริชัยชาญ ฟักจำรูญ และปกรณ์ รอดช้างเผื่อน, 2546) ซึ่งแต่เดิมนั้นไม่มีชื่อโน้ตกำหนด จะใช้การร้องเลียนแบบทำนองสูงต่ำของระดับเสียง เช่น นอย หนอย น้อย เป็นต้น เมื่อดนตรีตะวันตกเข้ามามีบทบาทในสังคมไทย จึงขอยืมชื่อตัวโน้ตของดนตรีตะวันตกมาใช้ คือ โด เร มี ฟา ซอล ลา ที (ชิ้น ศิลปบรรเลง และลิขิต จินดาวัฒน์, 2521; พงษ์ศิลป์ อรุณรัตน์, 2550) ถ้าอยากทราบว่าเพลงใดมีบันไดเสียงหรือมาตราเสียงเป็นอย่างไร ให้นำเสียงที่ใช้ในเพลงนั้น ๆ มาเรียงตามลำดับ ก็จะได้บันไดเสียงหรือมาตราเสียงของเพลงนั้น ๆ สำหรับดนตรีไทยจัด

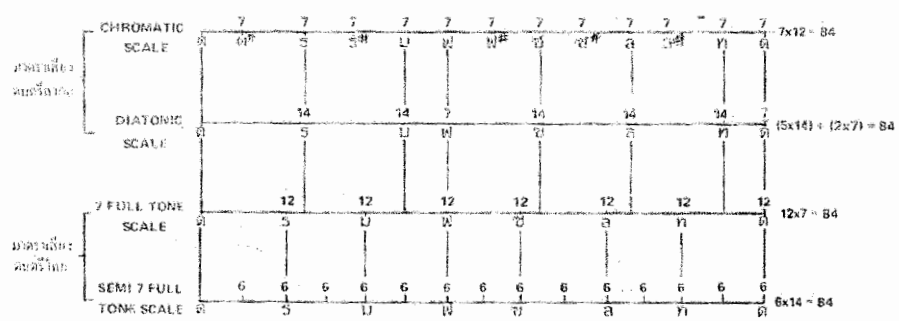
อยู่ในกลุ่มดนตรีประเภทปัญจะโฆษะหรือระบบห้าเสียง (Pentatonic Scale) คือ ใน 1 ช่วงทบเสียง (Octave) ที่แบ่งเป็น 7 เสียงเท่า ๆ กัน จะมีโน้ตหลักอยู่ 5 เสียง มีโน้ตรองหรือโน้ตประกอบ 2 เสียง โดยมีเสียง 3 เสียงเรียงติดต่อกัน แล้วข้าม 1 เสียง และมีอีก 2 เสียงเรียงติดกันอีก เป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 21 มีบันไดเสียงหลักต่าง ๆ (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533) ดังนี้

บันไดเสียงโด คือ บทเพลงที่ใช้โน้ต ด ร ม ซ ล เป็นโน้ตหลัก ใช้ ฟ ท เป็นโน้ตรอง
บันไดเสียงซอล คือ บทเพลงที่ใช้โน้ต ซ ล ท ร ม เป็นโน้ตหลัก ใช้ ด ฟ เป็นโน้ตรอง
บันไดเสียงฟา คือ บทเพลงที่ใช้โน้ต ฟ ซ ล ด ร เป็นโน้ตหลัก ใช้ ท ม เป็นโน้ตรอง
บันไดเสียงที คือ บทเพลงที่ใช้โน้ต ท ด ร ฟ ซ เป็นโน้ตหลัก ใช้ ม ล เป็นโน้ตรอง
บันไดเสียงเร คือ บทเพลงที่ใช้โน้ต ร ม ฟ ล ท เป็นโน้ตหลัก ใช้ ซ ด เป็นโน้ตรอง



ภาพที่ 21 แผนผังระบบห้าเสียง (Pentatonic Scale) บนผืนระนาดเอก (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533)

เมื่อเปรียบเทียบกับดนตรีสากลพบว่า บันไดเสียงหรือมาตราเสียงของดนตรีไทยจะคล้ายคลึงกับบันไดเสียงเดียโตนิค (Diatonic Scale) ของดนตรีสากล แต่แตกต่างกันที่ดนตรีสากลมีเสียงเต็ม 5 เสียง และมีครึ่งเสียงอยู่ 2 เสียง (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540; อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546) ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 เปรียบเทียบบันไดเสียงหรือมาตราเสียงดนตรีไทยกับบันไดเสียงหรือมาตราเสียงดนตรีสากล (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546)

การที่บันไดเสียงหรือมาตราเสียงของไทยมี 7 เสียง และมีระยะห่างเท่ากัน ทำให้นักดนตรีโดยเฉพาะระนาดและฆ้องวงสามารถเปลี่ยนระดับเสียงของการบรรเลงได้โดยเกือบไม่มีผลต่อความรู้สึกที่เรียกว่า เพี้ยน แต่จะทำให้เครื่องดนตรีบางชนิด เช่น ปี่ ซอ ขลุ่ย เกิดนิ้วตายขึ้น ทำให้การบรรเลงตะกุกตะกักหรืออาจบรรเลงต่อไม่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้อารมณ์ของเพลงเปลี่ยนไป ดังนั้นในการเปลี่ยนบันไดเสียงหรือเปลี่ยนทางบรรเลงต้องขึ้นอยู่กับชนิดของปี่หรือขลุ่ยที่ใช้ โอกาสของการแสดงและลักษณะของวงดนตรี (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) สำหรับการกำหนดบันไดเสียงหรือมาตราเสียงที่ใช้บรรเลงในวงดนตรีไทย ใช้การกำหนดระดับเสียงที่เครื่องเป่าที่ใช้บรรเลงในวงบรรเลงได้สะดวกที่สุด แบ่งออกเป็น 7 ทาง (พงษ์ศิลป์ อรุณรัตน์, 2550; มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533; สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) (ภาพที่ 23) คือ

1.1 ทางเพียงออล่างหรือทางในลด เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 3 และ 10 อนุโลมเทียบกับเสียงของดนตรีสากลตรงกับเสียงฟา เพราะเสียงฆ้องลูกนี้มักจะเป็นเสียงหนักหรือเสียงที่ปกครอง (Governing Sound) เป็นทางที่ซอด้วงและขลุ่ยเพียงออบรรเลงได้สะดวกที่สุด ใช้บรรเลงประกอบการแสดงละครดึกดำบรรพ์หรือละครอื่น ๆ ที่บรรเลงด้วยวงปี่พาทย์ไม้นวม

1.2 ทางใน เป็นทางที่สูงกว่าทางเพียงออล่าง 1 เสียง เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 4 และ 11 เสียงที่เป็นหลัก (Tonic) เทียบได้กับเสียงซอล เป็นทางที่ปี่ในบรรเลงได้สะดวกที่สุด ใช้ในการบรรเลงของวงปี่พาทย์ไม้แข็งและมักใช้บรรเลงประกอบละครในละครนอก และโขนในปัจจุบัน

1.3 ทางกลาง เป็นทางที่สูงกว่าทางใน 1 เสียง เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 5 และ 12 เสียงที่เป็นหลัก (Tonic) เทียบได้กับเสียงลา เป็นทางที่ปี่กลางบรรเลงได้สะดวกที่สุด ใช้ในการบรรเลงของวงปี่พาทย์ประกอบการแสดงหนังใหญ่และและโขนในสมัยโบราณ ปัจจุบันทางนี้ไม่ค่อยใช้บรรเลงกันมากนัก

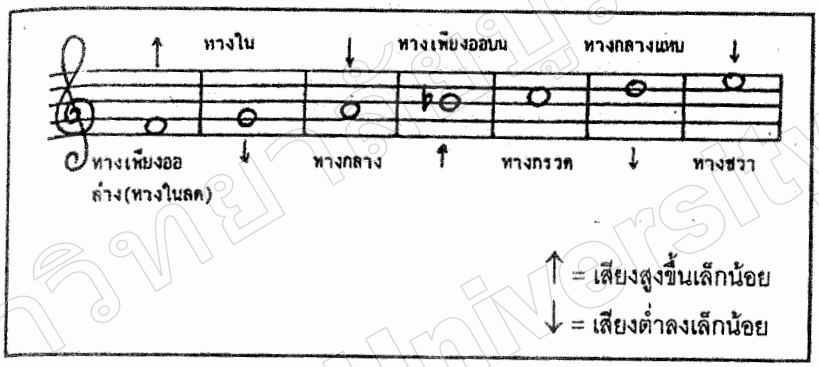
1.4 ทางเพียงออบนหรือทางนอกต่ำ เป็นทางที่สูงกว่าทางกลาง 1 เสียง เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 6 และ 13 เสียงที่เป็นหลัก (Tonic) เทียบได้กับเสียงทีแฟลต เป็นทางที่ขลุ่ยเพียงออ ซออู้ ซึ่งใช้เป่าอยู่ในวงปี่พาทย์ไม้นวมและเครื่องสาย รวมทั้งปี่นอกซึ่งใช้เป่าอยู่ในวงปี่พาทย์บรรเลงได้สะดวกที่สุด ใช้บรรเลงประจำกับการบรรเลงมโหรีและเครื่องสาย

1.5 ทางกรวดหรือทางนอก เป็นทางที่สูงกว่าทางเพียงออบน 1 เสียง เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 7 และ 14 เสียงที่เป็นหลัก (Tonic) เทียบได้กับเสียงโด เป็นทางที่ปี่นอกบรรเลงได้สะดวกที่สุด ใช้บรรเลงประกอบการขับเสภาหรือบรรเลงปี่พาทย์รับร้อง รวมถึงละครนอกในสมัยโบราณ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.6 ทางกลางแหบ เป็นทางที่สูงกว่าทางกรวด 1 เสียง เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 1, 8 และ 15 เสียงที่เป็นหลัก (Tonic) เทียบได้กับเสียงเร เป็นทางที่ปี่กลางบรรเลงได้สะดวก แต่เป็นทางที่ค่อนข้างบรรเลงยาก ไม่ได้ใช้ประจำกับการแสดงใด

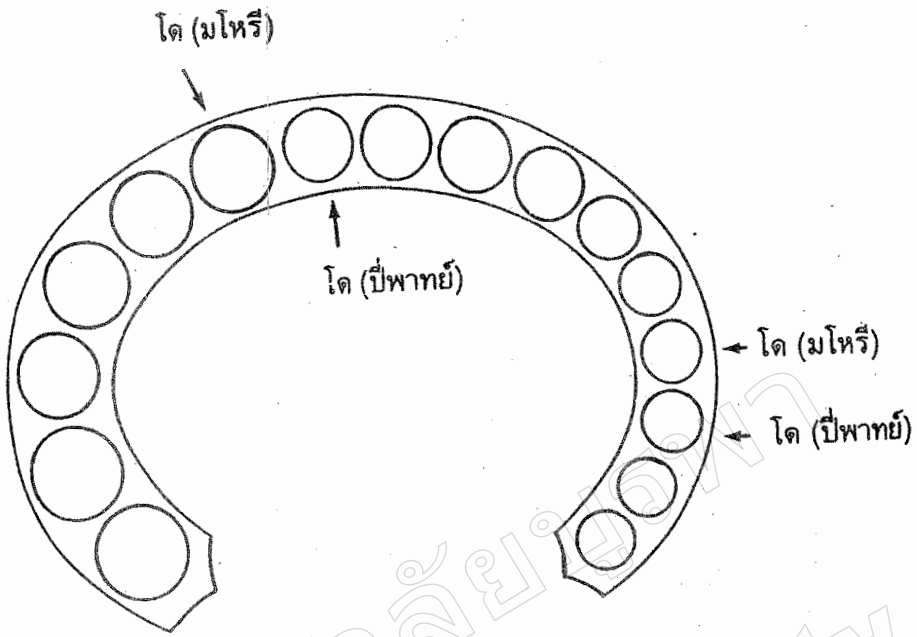
1.7 ทางชวา เป็นทางที่สูงกว่าทางกลางแหบ 1 เสียง เสียงที่ 1 ของบันไดเสียงนี้ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 2, 9 และ 16 เสียงที่เป็นหลัก (Tonic) เทียบได้กับเสียงมี เป็นทางที่ปี่ชวาบรรเลงได้ถนัดและสะดวกที่สุด ใช้ประจำกับการบรรเลงที่มีปี่ชวา เช่น เครื่องสายปี่ชวา เป็นต้น ยกเว้นการบรรเลงปี่พาทย์นางหงส์ ซึ่งแม้จะผสมปี่ชวา ก็ไม่บรรเลงทางชวา แต่บรรเลงทางเพียงออบนเพื่อสะดวกแก่การบรรเลงเครื่องดนตรีอื่นๆ ในวงปี่พาทย์



ภาพที่ 23 บันไดเสียงหรือมาตราเสียงที่ใช้บรรเลงในวงดนตรีไทย (อรวรรณ และคณะ, 2546)

การเล่นดนตรีไทยจำเป็นต้องระบุว่าวงดนตรีที่บรรเลงเป็นวงประเภทไหน เพื่อให้ผู้เล่นทุกคนรู้ว่าต้องบรรเลงในทางใด จะได้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนขัดแย้งกันเมื่อเรียกชื่อโน้ต เช่น อาจเรียกชื่อโน้ตเหมือนกันแต่คนละเสียง หรือเสียงเดียวกันแต่คนละชื่อ เพราะตำแหน่งของเสียงโดที่ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่แตกต่างกัน คือ เสียงโดของวงมโหรีหรือเสียงโดของขลุ่ย ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 6 และ 13 ส่วนเสียงโดของวงปี่พาทย์ไม้แข็งหรือเสียงโดของปี่ ตรงกับลูกฆ้องวงใหญ่ลูกที่ 7 และ 14 (ภาพที่ 24) สำหรับทางที่เหมาะกับวงเครื่องสายและวงมโหรี คือ ทางเพียงออบนและทางเพียงออล่าง เนื่องจากเป็นทางที่ขลุ่ยเพียงออ ซอด้วง และซออู้ ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีที่อยู่ในวงสามารถบรรเลงได้สะดวก โดยมีทางเพียงออบนเป็นหลัก ส่วนวงปี่พาทย์ไม้แข็งเครื่องคู่ มีทางในและทางกรวดหรือทางนอกเป็นทางที่บรรเลงได้สะดวก มีทางกรวดหรือทางนอกเป็นหลัก วงปี่พาทย์มีทางกลางแหบและทางกลางเป็นทางที่บรรเลงได้สะดวก มีทางกลางแหบเป็นหลัก (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

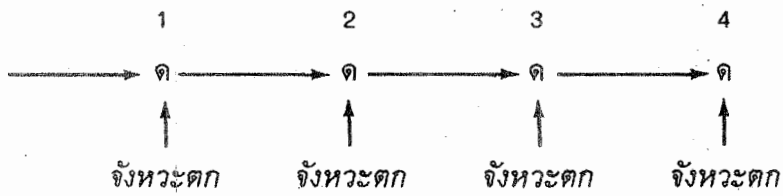


ภาพที่ 24 เสียงโดของวงมโหรีและวงปี่พาทย์บนลูกฆ้องวงใหญ่ (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533)

2. จังหวะ (Rhythm) หมายถึง ส่วนย่อยของบทเพลง ซึ่งดำเนินไปด้วยเวลาอันสม่ำเสมอ (มนตรี ตราโมท, 2540) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1 จังหวะสามัญ หมายถึง จังหวะทั่วไปที่จะต้องยึดถือเป็นหลักสำคัญของการขับร้องและการบรรเลง แม้จะไม่มีสัญญาณใดให้จังหวะ จังหวะนี้ก็ต้องมีอยู่ในใจของผู้ขับร้องและผู้บรรเลงทุกคน (อรวรรณ บรรจงศิลป และ คณะ, 2546) ส่วนที่สำคัญในจังหวะสามัญ คือ จังหวะตก (Down Beat) ซึ่งในดนตรีไทยจะแตกต่างจากดนตรีสากล โดยในดนตรีไทยจุดที่เป็นจังหวะตกเป็นจุดจบ ดังนั้นจุดเริ่มของแต่ละจังหวะจะเริ่มหลังจากจังหวะตกของโน้ตตัวที่อยู่หน้า ส่วนดนตรีสากลจุดที่เป็นจังหวะตกเป็นจุดเริ่มต้น ดังนั้นความยาวของโน้ตตัวแรกจะยาวไปจนชิดหรือจุดเริ่มต้นของโน้ตตัวที่ 2 (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533) ดังภาพที่ 25

ก.



ข.

ภาพที่ 25 จังหวะตก ก. ดนตรีไทย ข. ดนตรีสากล (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533)

2.2 จังหวะฉิ่ง หมายถึง การแบ่งจังหวะด้วยเสียงตีฉิ่ง ซึ่งกำหนดให้มี 2 เสียง โดยเสียง “ฉิ่ง” เป็นจังหวะเบา ให้สัญลักษณ์เป็นเครื่องหมายลบ และเสียง “ฉับ” เป็นจังหวะหนัก ถือว่าเป็นเสียงจังหวะตก ให้สัญลักษณ์เป็นเครื่องหมายบวก (สงัด ภูเขาทอง, 2532; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) จำแนกออกได้ดังนี้

2.2.1 จังหวะยืนหรือการบรรเลงแบบธรรมดา หมายถึง จังหวะที่ยืดเวลาที่เท่ากันระหว่างเสียงฉิ่งกับเสียงฉับ แบ่งเป็น 3 อัตราจังหวะ (ชิ้น ศิลปบรรเลง และ ลิขิต จินดาวัฒน์, 2521; มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533; สงัด ภูเขาทอง, 2532)

2.2.1.1 อัตราจังหวะหนึ่งชั้นหรือชั้นเดียว เป็นจังหวะที่เร็ว จะกำหนดให้บรรเลงเสียง “ฉับ” ตรงกับจังหวะตกของทุก ๆ จังหวะเคาะ และบรรเลงเสียง “ฉิ่ง” ระหว่างกลางของจังหวะฉับ (ภาพที่ 26)

2.2.1.2 อัตราจังหวะสองชั้น เป็นจังหวะปานกลาง จะกำหนดให้บรรเลงเสียง “ฉิ่ง” ตรงกับจังหวะตกจังหวะแรก (ห้องแรก) และบรรเลงเสียง “ฉับ” ที่จังหวะตกต่อไป (ห้องต่อไป) สลับกันไปเรื่อย ๆ (ภาพที่ 26)

2.2.1.3 อัตราจังหวะสามชั้น เป็นจังหวะช้า จะกำหนดให้บรรเลงเสียง “ฉิ่ง” ตรงกับจังหวะที่ 2 (ห้องที่ 2) และบรรเลงเสียง “ฉับ” ที่จังหวะตกจังหวะที่ 4 (ห้องที่ 4) สลับกันไปเรื่อย ๆ (ภาพที่ 26)

อัตราจังหวะชั้นเดียว

- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +
- - ด ล	- - ด ซ	- ม ซ ล	ซ ล ด ซ	- - ด ล	- - ด ซ	- ม ซ ล	ซ ล ด ซ

อัตราจังหวะสองชั้น

-	+	-	+	-	+	-	+
- - - -	- - - -	- ด ร ม	- ซ - ด	- - - ร	- ด ด ด	ซ ล ด ล	ซ ม - ซ

อัตราจังหวะสามชั้น

	-		+		-		+
- - - -	- ด - ล	- - ด ล	ซ ฟ - ซ	- - ล ซ	ฟ ร - ฟ	- ร - ซ	- ฟ ฟ ฟ

ภาพที่ 26 การแบ่งกลุ่มด้วยเสียงฉิ่งในอัตราจังหวะต่าง ๆ

2.2.2 จังหวะพิเศษ เป็นจังหวะที่กำหนดส่วนปรุงแต่ง ระยะถี่ห่างของเวลาที่แตกต่างกันออกไป เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของเพลง และการบรรเลงบางประเภท (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533; สงัด ภูเขาทอง, 2532) ได้แก่

2.2.2.1 จังหวะฉิ่งที่ใช้กับเพลงสาธุการ คือ มีแต่เสียง “ฉิ่ง” อย่างเดียว ไม่มีเสียง “ฉับ”

2.2.2.2 จังหวะฉิ่งตัด เป็นจังหวะผสมระหว่างอัตราจังหวะสามชั้นกับสองชั้น ประกอบด้วย อัตราจังหวะสามชั้น 3 จังหวะ และอัตราจังหวะสองชั้น 1 จังหวะ มักใช้กับดนตรีที่เกี่ยวกับการฟ้อนรำในเชิงละคร ทั้งที่เป็นละครนอก ละครใน หรือโขน การบรรเลงฉิ่ง ให้บรรเลงเสียง “ฉิ่ง” ตรงกับจังหวะตกห้องที่ 2 เสียง “ฉับ” ตรงกับจังหวะตกห้องที่ 4 และเสียง “ฉิ่ง” ต่อไปตรงกับจังหวะตกห้องที่ 6 เสียง “ฉับ” ต่อไปตรงกับจังหวะตกห้องที่ 7 ดังภาพที่ 27

	-		+		-		+
- - - -	- - - ร	- - - ล	- ท - ร	- - - ม	ซ ม ร ท	ล ซ - ล	

ภาพที่ 27 การแบ่งกลุ่มเสียงในจังหวะฉิ่งตัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2.2.3 จังหวะที่ใช้สำหรับเพลงที่มีทำนองเป็นเสียงจีนหรือญวน จะตีเป็นเสียง “ฉิ่ง ฉิ่ง ฉับ” โดยให้จังหวะแรกเป็นอัตราจังหวะสามชั้น ส่วนจังหวะที่ 2 และ 3 เป็นอัตราจังหวะสองชั้น ส่วนมากนิยมใช้ในอัตราจังหวะสองชั้นหรือชั้นเดียว ดังภาพที่ 28

เพลงจีนขิมเล็ก 2 ชั้น

- - - -	- ซ ซ ซ	- ม - ซ	- ล - ด	- - ร ด	- ล - ซ	- ม ซ ม	ซ ล - ซ

ภาพที่ 28 การแบ่งกลุ่มเสียงในจังหวะที่ใช้สำหรับเพลงที่มีทำนองเป็นเสียงจีนหรือญวน

2.2.2.4 เพลงที่มีแต่เสียงฉิ่งอย่างเดียว คือ บรรเลงเสียง “ฉิ่ง” ทุก ๆ จังหวะตก ได้แก่ เพลงเชิดฉิ่งหรือเพลงรัว ซึ่งเป็นเพลงหน้าพาทย์ ดังภาพที่ 29

- - - ร	- ร - ซ	ท ล ซ ล	ท ร - ท	- - - ท	- - - ท	- ท ท ท	- ท - ท

ภาพที่ 29 การแบ่งกลุ่มเสียงในจังหวะที่ใช้สำหรับเพลงที่มีแต่เสียงฉิ่งอย่างเดียว

2.2.2.5 เพลงที่มีแต่เสียงฉับอย่างเดียว โดยบรรเลงเสียง “ฉับ” ทุก ๆ จังหวะตก ดังภาพที่ 30

+	+	+	+	+	+	+	+
- ซ ซ ซ	- ม - ร	ด ร ม ซ	- ม - ร	- ล - ซ	- ม - ร	ด ร ม ซ	- ม - ร

ภาพที่ 30 การแบ่งกลุ่มเสียงในจังหวะที่ใช้สำหรับเพลงที่มีแต่เสียงฉับอย่างเดียว

2.2.2.6 เพลงในจังหวะวอลซ์ โดยธรรมชาติ ไม่ใช่เป็นลักษณะจังหวะพื้นเมืองของไทย แต่เป็นเพลงพื้นเมืองของชาติข้างเคียง เช่น จีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย จังหวะนี้ยังไม่เป็นที่นิยมในหมู่นักดนตรีไทย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3 จังหวะหน้าทับ หมายถึง การถือทำนองเครื่องหนัง (รูปแบบจังหวะการตีกลอง) เป็นเกณฑ์นับจังหวะ เมื่อตีหน้าทับจบ 1 เที่ยว ถือเป็น 1 จังหวะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สงัด ภูเขาทอง, 2532; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) คือ

2.3.1 หน้าทับหลัก เป็นจังหวะที่นักดนตรีไทยนิยมนำมาใช้บรรเลงประกอบการร้องรับหรือการแสดงทั่วไป (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540; สงัด ภูเขาทอง, 2532; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) ได้แก่

2.3.1.1 หน้าทับปรบไก่ เป็นหน้าทับที่มีจังหวะค่อนข้างยาว ใช้สำหรับตีประกอบเพลงที่มีทำนองดำเนินประโยควรรคตอนที่เป็นระเบียบ มีจังหวะแน่นอนตายตัว ปราชญ์ทางดนตรีโบราณได้คิดหน้าทับชนิดนี้ในอัตราจังหวะสองชั้นขึ้นมาก่อน โดยแปลงมาจากเสียงร้องของลูกคู่ในการร้องเพลงปรบไก่ซึ่งเป็นเพลงพื้นเมืองโบราณที่เคยนิยมเล่นในภาคกลาง ที่ร้องว่า “ฉ่า ฉ่า ฉ่า ช้า ชะฉ่าไฮ้” มาแปลงเป็นเสียงตะโพนว่า “พรึง ป๊ะ ตุ๊บ พรึง พรึง ตุ๊บ พรึง” และแปลงเป็นเสียงกลองแขกว่า “ติง ติง โจ๊ะ จ๊ะ โจ๊ะ จ๊ะโจ๊ะ จ๊ะ ติง ทั่ง ติง ติง ทั่ง ติง ติง ทั่ง” เมื่อเขียนเป็นโน้ตไทยจะมีความยาว 8 ห้อง ดังภาพที่ 31 ในสมัยที่นิยมประดิษฐ์ทำนองเพลงให้เป็นเพลงเถา หน้าทับปรบไก่ก็ถูกขยายขึ้นเป็นอัตราจังหวะสามชั้น มีความยาวเท่ากับ 16 ห้องของโน้ตไทย และถูกตัดลงไปเป็นอัตราจังหวะชั้นเดียว มีความยาวเท่ากับ 4 ห้องของโน้ตไทย เมื่อมีการบรรเลงหน้าทับนี้ ผู้ตีจังหวะอาจปรุงแต่งเสียงให้พิสดารออกไปได้ แต่ต้องคงเสียงหลักและต้องอยู่ในกรอบอัตราจังหวะที่กำหนดไว้

เสียงร้องลูกคู่เพลงปรบไก่อัตราจังหวะ 2 ชั้น

— ฉ่า	— ฉ่า	— ฉ่า	— ช้า	—	—ชะ—ฉ่า	—ไฮ้	—

แปลงเป็นเสียงตะโพน

—	— พรึง	— ป๊ะ	— ตุ๊บ	— พรึง	— พรึง	— ตุ๊บ	— พรึง

แปลงเป็นเสียงกลองแขก

—ติง—ติง	—โจ๊ะ—จ๊ะ	—โจ๊ะ—จ๊ะ	—โจ๊ะ—จ๊ะ	—ติง—ทั่ง	—ติง—ติง	—ทั่ง—ติง	—ติง—ทั่ง

ภาพที่ 31 การแปลงเสียงร้องลูกคู่เพลงปรบไก่เป็นเสียงตะโพนและกลองแขก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3.1.2 หน้าทับสองไม้ เป็นหน้าทับที่มีจังหวะค่อนข้างสั้น มีความยาวเพียงครึ่งหนึ่งของหน้าทับปรบไก่ ใช้กับทำนองเพลงที่มีประโยคสั้น ๆ หรือเพลงที่มีทำนองพลิกแพลงหรือเพลงที่มีกำหนดความยาวไม่แน่นอน มักใช้ประกอบเพลงที่มีจังหวะไม่แน่นอน ปราชญ์ทางดนตรีไทยได้คิดขยายจากลำนำการตีเครื่องหนังของหน้าทับเพลงเร็วขึ้นเป็นอัตราจังหวะสองชั้น ใช้สำหรับตีประกอบการร้องด้นสองไม้ มีความยาวเท่ากับ 4 ห้องของโน้ตไทย โดยใช้ตะโพนตี มีเสียงว่า “ป๊ะ ตุ๊บ ติง ป๊ะ ตุ๊บ พรึง” หรือ “ตุ๊บ พรึง พรึง พรึง” ดังภาพที่ 32 เมื่อมีทำนองเพลงอัตราจังหวะสามชั้น และเพลงเถาเกิดขึ้น หน้าทับนี้ก็ขยายขึ้นเป็นอัตราจังหวะสามชั้น มีความยาวเท่ากับ 8 ห้องของโน้ตไทย และถูกตัดลงไปเป็นอัตราจังหวะชั้นเดียว มีความยาวเท่ากับ 2 ห้องของโน้ตไทย

| — ป๊ะ | –ตุ๊บ–ติง | — ป๊ะ | –ตุ๊บ–พรึง |

หรือ

| — ตุ๊บ | — พรึง | — พรึง | — พรึง |

ภาพที่ 32 เสียงตะโพนในจังหวะหน้าทับสองไม้

2.3.2 หน้าทับพิเศษ เป็นหน้าทับที่ตีประกอบเพลงที่ไม่สามารถใช้หน้าทับปรบไก่และหน้าทับสองไม้ได้ เพราะเพลงบางชนิดมีจังหวะไม่คงที่ เช่น เพลงเชิด รัว คุกพาทย์ หรือเพลงบางเพลงมีสำเนียงภาษาของชาติต่าง ๆ ก็ต้องใช้หน้าทับกำกับจังหวะให้ฟังเป็นเพลงของชาตินั้นจริง ๆ เช่น เพลงแขก เพลงมอญ เป็นต้น (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540; สงัด ภูเขาทอง, 2532) นอกจากนี้ยังใช้กับเพลงที่ต้องการแสดงอารมณ์ หรือมีวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น เพลงหน้าพาทย์สำหรับไหว้ครู ใช้หน้าทับพิเศษเฉพาะเพลง เมื่อบรรเลงทำนองและหน้าทับเข้าด้วยกัน จะทำให้เกิดความรู้สึกถึงความยิ่งใหญ่ สง่าผ่าเผย ความศักดิ์สิทธิ์ น่าเกรงขาม (อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546)

3. ทำนอง (Melody) หมายถึง การจัดลำดับเสียงในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีจังหวะเป็นตัวควบคุม (อรวรรณ บรรจงศิลปและคณะ, 2546) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทำนองร้อง ประกอบด้วย ทำนองจริงของเพลงและคำร้อง ซึ่งผู้ร้องจำเป็นต้องพยายามปรุงแต่งเสียง เพื่อทำให้เกิดความไพเราะและถูกต้องตามไวยากรณ์โดยยึดทำนองหลัก (Basic Melody) และประเภทที่สอง ทำนองบรรเลง ประกอบด้วย ทำนองจริงของเพลงและทำนองปรุงแต่ง (เฉลิมศักดิ์ พิกุลศรี, 2530; สงัด ภูเขาทอง, 2532) เนื่องจากการบรรเลงของวงดนตรีไทย ฆ้องวงใหญ่จะเป็นผู้บรรเลงเนื้อเพลงหรือทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องซึ่งมีเสียงห่าง ๆ นักดนตรีที่บรรเลงเครื่องดนตรีอื่น ๆ ในวง เช่น ระนาดเอก ระนาดทุ้ม ปี่ ฆ้องวงเล็ก ฯลฯ ต้องแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องนี้ออกเป็นทำนองเต็ม (Full Melody) ให้เข้ากับเครื่องดนตรีที่ตนบรรเลงอยู่ เพื่อช่วยกันตกแต่งให้

ทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องสวยงาม จึงช่วยทำให้เพลงไพเราะขึ้น เช่น คนระนาดเอกต้องแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องออกเป็นทำนองระนาดเอก หรือที่นักดนตรีนิยมเรียกว่าทางระนาดเอก คนระนาดทุ้มก็ต้องแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องออกเป็นทำนองระนาดทุ้มหรือทางระนาดทุ้ม (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546)

การแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องออกเป็นทางต่างนั้น ๆ นักดนตรีไทยเรียกว่า การแปรทำนอง (Variation) แม้ว่าจะเป็นเครื่องดนตรีชนิดเดียวกัน ก็อาจแปรทำนองให้พลิกแพลงไปได้หลายทาง (สงัด ภูเขาทอง, 2532) เช่น ระนาดเอกอาจแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องออกไปได้หลายทางโดยไม่ซ้ำกันเลย คือ บรรเลงครั้งหนึ่งก็แปรไปอย่างหนึ่ง แต่ใคร ๆ ฟังแล้วย่อมรู้ว่าเป็นเพลงนั้นเพลงนี้ เพราะแปรมาจากลูกฆ้องมาตรฐานอันเดียวกัน (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546) ซึ่งหลักในการแปรทำนอง (Variation) จะพิจารณาจากจังหวะตกทุก ๆ จังหวะของทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องกับทำนองเต็ม (Full Melody) ดังภาพที่ 33 โดยมีแนวทางในการบ่งบอกความสัมพันธ์ (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533) ดังนี้

ถ้าโน้ตเหมือนกันทุกจังหวะตก แสดงว่า ทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องกับทำนองเต็ม (Full Melody) มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

ในกรณีที่เป็นอัตราจังหวะสองชั้น ถ้าทำนองที่จังหวะตกห้องที่ 2 และห้องที่ 4 ตรงกัน แสดงว่า ทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องกับทำนองเต็ม (Full Melody) มีความสัมพันธ์รองลงมา

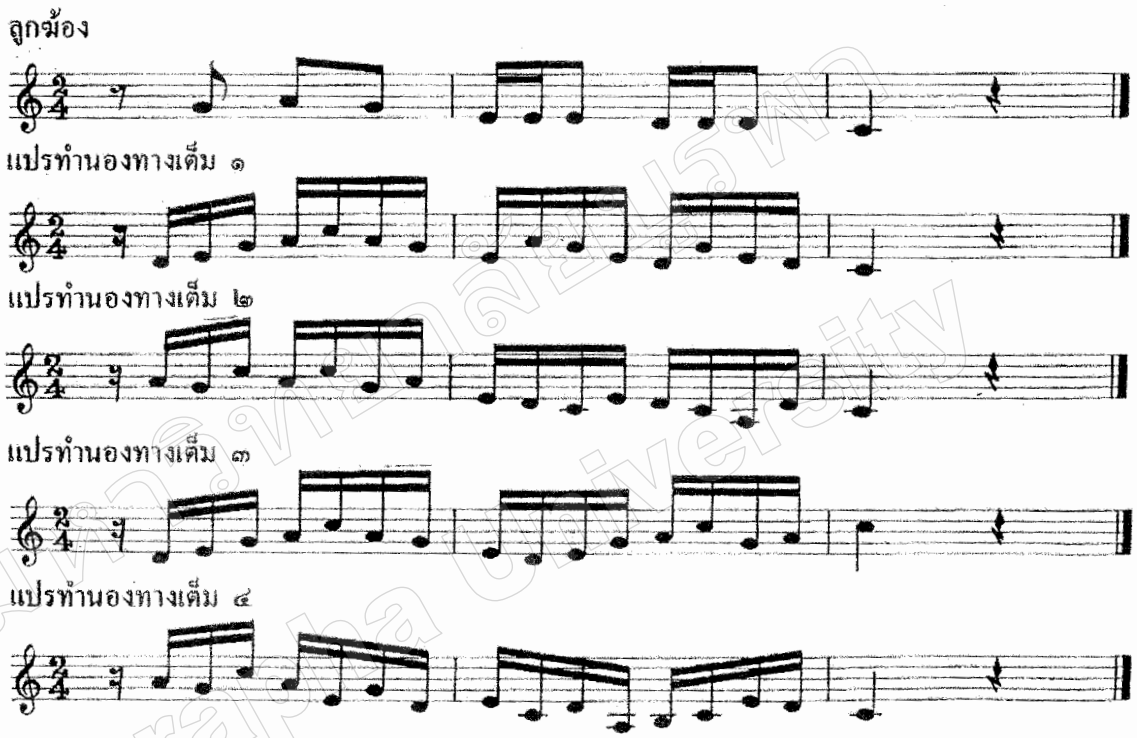
ถ้าทำนองที่ลูกตกซึ่งเป็นโน้ตตัวสุดท้ายของวรรคเพลง (มี 4 ห้อง) ตรงกันที่จังหวะตกห้องที่ 4 ห้องเดียว แสดงว่า ทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องกับทำนองเต็ม (Full Melody) มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลูกฆ้อง (Basic Melody) | – ซ – ล | – ซ – ม | มม – ร | รร – ด |

ทางเต็ม (Full Melody)

๑ | ร ม ซ ล | ด ล ซ ม | ล ซ ม ร | ซ ม ร ด |
๒ | ล ซ ด ล | ด ซ ล ม | ร ด ม ร | ด ล ร ด |
๓ | ร ม ซ ล | ด ล ซ ม | ร ม ซ ล | ด ล ร ด |
๔ | ล ซ ด ล | ม ซ ร ม | ด ร ล ท | ด ม ร ด |



ภาพที่ 33 ตัวอย่างการแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องกับทำนองเต็ม (Full Melody) (สงัด ภูเขาทอง, 2532)

การแปรทำนอง (Variation) จากทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องที่มีลูกตกเป็นเสียงที่ 2, 5 และ 6 ของบันไดเสียง เมื่อแปรเป็นทำนองเต็ม (Full Melody) จะพบว่า จังหวะตกห้องที่ 2 ของทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องสามารถตกที่เสียงอื่น ๆ ได้หลาย ๆ เสียง ดังนั้นจึงอาจทำให้โน้ตที่จังหวะตกในห้องที่ 2 ของทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องไม่ตรงกับโน้ตที่จังหวะตกในห้องที่ 2 ของทำนองเต็ม (Full Melody) เนื่องจากโครงสร้างของวรรคเพลงที่มีลูกตกเสียงที่ 2 มีโครงสร้างเหมือนลูกตกเสียงที่ 6 จึงทำให้ทำนองแปรบางทำนองเหมือนกัน แต่ต่างกันที่ระดับเสียง ดังนั้นจึงนำทำนองแปรเสียงที่ 2 มาใช้กับทำนองแปรเสียงที่ 6 ได้ ส่วนลูกตกเสียงที่ 5 มีโครงสร้างของทำนองหลักอยู่ที่ 2 ห้องสุดท้าย คือ ห้องที่ 3 และ ห้องที่ 4 ดังนั้นจังหวะตกห้องที่ 2 จึง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มีอิสระมากขึ้น สามารถตกที่เสียงอื่น ๆ ได้ แต่พึงระลึกไว้ว่า ความสัมพันธ์ของการแปรทำนองและความไพเราะอาจจะไม่สอดคล้องกัน คือ ทำนองเต็ม (Full Melody) บางทำนองมีจังหวะตกตรงกับทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องทุกจังหวะ แต่เป็นทำนองที่ไม่ไพเราะกลมกลืนกันกับวรรคอื่น ๆ และบางทำนองเต็ม (Full Melody) มีจังหวะตกห้องที่ 4 เท่านั้นที่ตรงกับทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้อง แต่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นทำนองแปรที่สละสลวย ดังนั้นการพิจารณาทำนองเต็ม (Full Melody) ที่กลมกลืนกันในแต่ละบทเพลง นอกจากจะพิจารณาว่าทำนองเต็ม (Full Melody) แต่ละวรรคจะต้องสัมผัสกลมกลืนกับทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องแล้ว ยังต้องพิจารณาว่าทำนองเต็ม (Full Melody) แต่ละทำนองต้องสัมผัสกลมกลืนกันไปตลอดเพลงด้วย (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533)

สำหรับการแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องนี้ นักดนตรีทุกคนมีอิสระที่จะทำตามที่ตนเห็นว่าไพเราะที่สุด ฉะนั้นทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องลูกเดียวกัน จึงสามารถแปรออกให้เป็นทางหวานซาบซึ้ง หรือแปรเป็นทางเก็บ ทางขยี้ ทางรัวอย่างไรก็ได้ ขึ้นอยู่กับการควรหรือไม่ควรเป็นสำคัญ มีแนวทางในการดำเนินทำนองดนตรีไทย (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546) ดังต่อไปนี้

ทางหวานหรือทางโอด หมายถึง การแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องออกมาเป็นทางช้า ๆ แต่หวานซาบซึ้งคล้าย ๆ กับทางร้อง

ทางเก็บหรือทางพัน เกิดขึ้นเมื่อแปรทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องออกมาเป็นทำนองเต็ม (Full Melody) โดยขยายทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องซึ่งมีลักษณะเป็นตัวเขบ็ตชั้นเดียวบ้าง ตัวดำบ้าง ตัวขาวบ้าง ฯลฯ ให้เป็นตัวเขบ็ตสองชั้นโดยตลอด

ทางโอดพัน เป็นวิธีดำเนินทำนองที่มีทั้งทางโอดและทางพันประกอบกันไป โดยดนตรีแต่ละท่อนอาจดำเนินทางโอดเที่ยวหนึ่งก่อน แล้วจึงดำเนินทางพันอีกเที่ยวหนึ่ง หรือจะดำเนินทำนองให้มีทางโอดบ้าง พันบ้าง สลับกันไปเป็นตอน ๆ ก็ได้

ทางกรอ เป็นวิธีการทางดำเนินทำนองที่คู่กับทางเก็บ เหมือนกับทางโอดที่คู่กับทางพัน ซึ่งแนวทำนองทั้งสี่นี้นับแยกกันไม่ใคร่ออก เพราะถ้าระนาดจะตีทางโอดก็ต้องตีทางกรอด้วย คือ รัวไปตามลูกฆ้องอย่างหวานซึ้ง แต่ต้องรัว 2 มือเป็นคู่พร้อมกัน อาจรัวเป็นคู่ 8 หรือ คู่อื่น ๆ ก็ได้ แต่ถ้าระนาดตีทางพันก็ต้องเก็บถี่ยิบไปให้เป็นทำนองเต็ม (Full Melody) ใช้ในกรณีที่ทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องนั้นเป็นลูกฆ้องบังคับ

ทางเก็บขยี้ เป็นทางที่บรรเลงโดยเพิ่มพยางค์ลงไปบนทางเก็บธรรมดาอีกเท่าตัว ถ้าเขียนโน้ตสากลทางเก็บธรรมดาในอัตรา 2/4 แล้ว จะได้โน้ตเขบ็ตสองชั้นเต็มที่ห้องละ 8 ตัว ถ้าเป็นทางเก็บขยี้ต้องขยายโน้ต 8 ตัวขึ้นไปอีกเท่าตัว เป็น 16 ตัวโดยใช้เวลาเท่ากัน ผู้บรรเลงอาจขยี้จากทางเก็บธรรมดาตอนใดตอนหนึ่งที่เห็นว่าเหมาะสม หรือจะขยี้ทั้งเพลงติดต่อกันก็ได้

ทางรัว เป็นวิธีการบรรเลงดนตรีด้วยพยางค์ที่ถี่ยิบที่สุด อาจรัวขยี้ไปทั้งท่อน หรือรัวบ้างเก็บบ้างสลับกันไปก็ได้

ทางเดี่ยว เป็นวิธีการดำเนินทำนองอย่างพิเศษของเครื่องดนตรีแต่ละชนิดเครื่องดนตรีที่นำมาเดี่ยว คือ เครื่องทำทำนองต่าง ๆ เช่น ในวงปี่พาทย์ จะใช้ปี่ชนิดต่าง ๆ ระนาดเอก ระนาดทุ้ม ฆ้องใหญ่ และฆ้องเล็กมาเดี่ยว ในวงเครื่องสายจะใช้ขลุ่ยต่าง ๆ ซออู้ ซอด้วง จะเข้ มาเดี่ยว เป็นต้น

ส่วนทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องที่นำมาใช้ในการแปรทำนองนั้น จะมีทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องอย่างเดียวกันในเพลงแต่ละเพลง ไม่ว่าจะเรียนจากครูคนไหนก็ต้องเป็นอย่างเดียวกันหมด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546) คือ

ลูกฆ้องอิสระ ได้แก่ ทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องที่สามารถแปรออกเป็นทางต่าง ๆ ได้หลายทาง โดยอาศัยจังหวะตกเป็นหลักสำคัญ ข้อดี คือ ผู้บรรเลงสามารถแปรออกเป็นทางต่าง ๆ ได้หลายทาง จึงทำให้เกิดความสนุกสนานในการบรรเลง และการคิดทางร้องจากลูกฆ้องชนิดนี้ทำได้ง่ายกว่าลูกฆ้องประเภทอื่น ข้อเสีย คือ ผู้บรรเลงพยายามแปรโดยไม่คำนึงถึงลูกฆ้องตามสมควร เช่น ลูกฆ้องตกเสียง “เร” ในห้องที่สอง ก็ไม่ได้ยึดเอาจังหวะตกนี้ในการแปรทำนอง คงยึดเอาแต่จังหวะตกเสียง “ลา” ซึ่งเป็นลูกตกที่สำคัญของทำนองในห้องที่ 4 เท่านั้น

ลูกฆ้องบังคับ ได้แก่ ลูกฆ้องที่แปรออกเป็นทางอื่นไม่ได้ นอกจากต้องบรรเลงไปตามลูกฆ้องที่กำหนดเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นลูกฆ้องประเภท “กรอ”

ลูกฆ้องกึ่งบังคับกึ่งอิสระ ได้แก่ ลูกฆ้องซึ่งส่วนหนึ่งบังคับ แต่อีกส่วนหนึ่งเป็นอิสระ ในทางที่บังคับนั้น ผู้บรรเลงจะแปรเป็นอย่างอื่นไม่ได้ แต่ในส่วนที่เป็นอิสระนั้นผู้บรรเลงอาจแปรได้หลายทาง แต่ต้องพยายามให้เข้ากับลูกฆ้องประเภทบังคับ และต้องให้ลูกตกตรงเสียงที่กำหนดไว้

ในเพลงหนึ่ง ๆ นั้น อาจมีลูกฆ้องทั้งสามประเภทปะปนคลุกเคล้ากันไปในอัตราเท่าที่เห็นว่าจะก่อให้เกิดความไพเราะ

ตามปกติการบรรเลงทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องด้วยฆ้องวงใหญ่ อาจจะตีลูกฆ้องทีละมือ หรือตีพร้อม ๆ กันทั้งสองมือก็ได้ ซึ่งการตีลูกฆ้องโดยใช้มือทั้งสองตีลงไปสองเสียงพร้อมกัน จะทำให้ได้เสียงประสาน เช่น การใช้มือสองข้างตีลงบนลูกฆ้องพร้อมกันโดยให้เสียงห่างกัน 4 เสียง จะได้คู่ประสานหรือคู่เสียง (Interval) ที่เรียกว่า คู่สี่ คู่ประสานหรือคู่เสียง (Interval) นี้ มีตั้งแต่คู่สองเรื่อยไปจนถึงคู่หกและคู่แปด แต่คู่เจ็ดและคู่เก้าไม่มีใครใช้ เพราะใช้แล้วจะฟังไม่ได้เรื่องคู่ประสานหรือคู่เสียง (Interval) สำหรับลูกฆ้องนั้น ผู้แต่งจะกำหนดมาให้อย่างชัดเจน เมื่อกำหนดมาอย่างใด ก็ต้องตีอย่างนั้น จะไปดัดแปลงไม่ได้ ถ้ามีการดัดแปลงลูกฆ้องก็เท่ากับดัดแปลงเนื้อเพลงที่แท้จริง ถ้าผู้บรรเลงตีลูกฆ้องถูกทำนอง แต่ไม่ถูกคู่ประสานหรือคู่เสียง (Interval) ที่กำหนดมาให้เรียกว่า “ผิดมือฆ้อง” (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546) ดังนั้นในการบรรเลง ฆ้องวงใหญ่จึงมี 2 แนว คือ

แนวทำนองและแนวประสาน การพิจารณาโน้ตเพลงว่า แนวใดเป็นแนวทำนอง แนวใดเป็นแนวประสาน มีหลักการ (มานพ วิสุทธิแพทย์, 2533) ดังนี้

ในทำนองเพลงตอนนั้น ๆ ถ้าทั้ง 2 แนวเคลื่อนที่ หมายความว่า ไม่ได้เล่นซ้ำอยู่เสียงเดิม แนวทำนองจะอยู่ที่แนวบน แนวประสานจะอยู่ที่แนวล่าง

ในทำนองเพลงตอนนั้น ๆ ถ้าแนวหนึ่งเคลื่อนที่ และอีกแนวหนึ่งอยู่กับที่ แนวทำนองจะอยู่ที่แนวที่เคลื่อนที่ ส่วนแนวประสานอยู่ที่แนวไม่เคลื่อนที่

แม้ว่าทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องในเพลงแต่ละเพลง จะเป็นอย่างเดียวกัน แต่การเรียนดนตรีไทย ส่วนมากอาศัยความจำ จึงทำให้ครูหลงลืมลูกฆ้อง เลยถ่ายทอดรายละเอียดของลูกฆ้องให้ลูกศิษย์ผิดไป เช่น แทนที่จะใช้มืออย่างนี้กลับไปใช้อย่างโน้น แทนที่จะตีเป็นลูกถี่กลับตีเป็นลูกห่าง แทนที่จะใช้คู่ประสานหรือคู่เสียง (Interval) อย่างโน้นกลับมาใช้อย่างนี้ หรือจากการเรียนดนตรีโดยอาศัยการลักจำจากผู้อื่น เช่น อาจได้ยินวงดนตรีบรรเลงเพลงนี้หลาย ๆ หนเลยจำได้ แต่ฟังลูกฆ้องไม่ถนัด จึงมาคิดลูกฆ้องเอาเอง หรือจากการที่ครูแต่งลูกฆ้องขึ้นใหม่และตั้งใจทำลูกฆ้องให้ผิดไปจากเดิม แต่ยังรักษาจังหวะตกให้คงเดิมไว้ จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ลูกฆ้องผันแปรไปได้ แต่คงไม่ผันแปรไปมากนัก เพราะมีจังหวะตกของแต่ละวรรคคอยบังคับอยู่ (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546)

4. การประสานเสียง (Harmony) หมายถึง การผสมผสานของหลาย ๆ แนวที่เกิดขึ้นพร้อมกันในเชิงดนตรี (อรวรรณ บรรจงศิลปและคณะ, 2546) สำหรับดนตรีไทยมีทั้งที่เป็นทางร้องและทางบรรเลง มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การประสานเสียงในบทขับร้องของไทย มักมีดนตรีเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย คือ เป็นการประสานเสียงที่เกิดจากทั้งคนร้องและดนตรีดำเนินไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดเป็นการประสานเสียงแบบต่าง ๆ ขึ้น เท่าที่นิยมมี 3 แบบ (สงัด ภูเขาทอง, 2532) คือ

4.1.1 ร้องคลอ หมายถึง การบรรเลงดนตรีไปพร้อม ๆ กับการร้องเพลง โดยให้เสียงดนตรีผันแปรไปตามเสียงคนร้อง ซึ่งตรงกับแบบการประสานเสียงของดนตรีตะวันตกที่เรียกว่า โมโนโฟนี่ (Monophony)

4.1.2 ร้องเคล้า หมายถึง เสียงดนตรีก็เลียนเสียงคนร้องเหมือนกัน แต่ต่างฝ่ายต่างดำเนินทำนองไปตามทางของตน คือ คนร้องก็ดำเนินไปตามทางร้อง ส่วนดนตรีก็ดำเนินไปตามทางของดนตรี ตรงกับแบบการประสานเสียงของดนตรีตะวันตกที่เรียกว่า เฮเทอโรโฟนี่ (Heterophony)

4.1.3 ร้องลำลอง เป็นการบรรเลงดนตรีพร้อมกับการขับร้อง แต่ต่างฝ่ายต่างดำเนินไปโดยอิสระ เป็นคนละเพลง คนละจังหวะ เพียงแต่เสียงที่ขับร้องกับการบรรเลงอยู่ในระดับเสียง (Key) เดียวกัน เพื่อให้เสียงกลมกลืนกัน ซึ่งคล้ายกับแบบการประสานเสียงของดนตรีตะวันตกที่เรียกว่า โพลีโฟนี่ (Polyphony)

4.2 การประสานเสียงในการบรรเลงเพลงไทย มีวิธีการประสานเสียง (ชิ้น ศิลปบรรเลง และลิขิต จินดาวัฒน์, 2521; สงัด ภูเขาทอง, 2532; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) ดังนี้

4.2.1 การประสานเสียงระหว่างเครื่องดนตรี การบรรเลงด้วยเครื่องดนตรีต่างชนิด จะให้สุ้มเสียงและความรู้สึกของเครื่องดนตรีต่างกัน แม้จะบรรเลงเหมือนกันก็ตาม ดังนั้นเมื่อบรรเลง จึงทำให้มีการประสมกันระหว่างกระแสเสียงที่ต่างกัน

4.2.2 การประสานเสียงในเครื่องดนตรีเดียวกัน เครื่องดนตรีบางชนิดสามารถบรรเลงสองเสียงพร้อมกันได้ เช่น ระนาด ฆ้องวง จะเข้ ขิม ซอสามสาย เป็นต้น ดังนั้นเมื่อบรรเลงเครื่องดนตรีดังกล่าว ด้วยโน้ตที่เป็นคู่ประสานหรือคู่เสียง (Interval) เช่น คู่ 4 คู่ 5 ก็จะทำให้เกิดการประสานเสียง

4.2.3 การประสานเสียงแบบแปรทำนอง การบรรเลงของดนตรีไทยจะมีการแปรทำนองหลักเป็นทางของเครื่องดนตรีต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับเทคนิคการบรรเลง คุณภาพเสียง และหน้าที่ของเครื่องดนตรีนั้น ๆ ดังนั้นการบรรเลงของเครื่องดนตรีแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน คือ ต่างคนต่างบรรเลงในแนวทางของตน แนวต่าง ๆ ที่บรรเลงพร้อมกันนี้จะพันไปพันมากับทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้อง โดยแต่ละแนวจะยึดเสียงลูกตกของทำนองหลัก (Basic Melody) หรือลูกฆ้องเป็นสำคัญ จึงทำให้เกิดการประสานเสียงซึ่งตรงกับแบบการประสานเสียงของดนตรีตะวันตกที่เรียกว่า เฮเทอโรโฟนี่ (Heterophony)

4.2.4 การประสานเสียงโดยอาศัยเทคนิคการบรรเลง ตามปกติเพลงไทยทั้งหลายผู้แต่งเพลงมักจะกำหนดว่า เพลงใดควรใช้วิธีบรรเลงอย่างไรจึงจะเหมาะกับทำนองของเพลงนั้น ๆ เพลงที่มีทำนองหวาน ผู้แต่งจะกำหนดวิธีบรรเลงให้เป็นไปอย่างเรียบ ๆ แต่เพลงที่ทำนองค่อนข้างเข้มแข็งหรือค่อนข้างกร้าว ผู้แต่งมักจะกำหนดวิธีบรรเลงค่อนข้างพลิกแพลง ซึ่งมีเทคนิคการบรรเลงที่แปลก ๆ เช่น มีลูกล้อ ลูกขัด ลูกล้วง ลูกเหลื่อม เป็นต้น อันเป็นเสียงที่เกิดจากเครื่องดนตรีทุก ๆ เครื่องดนตรีดำเนินไปด้วยกัน แม้ว่าเพลงที่บรรเลงนั้นเป็นเพลงเดียวกัน แต่อาจจะบรรเลงคนละครึ่งหรือบรรเลงพร้อมกับที่ฝ่ายหนึ่งจบก่อน อีกฝ่ายหนึ่งจบที่หลัง หรืออาจมีเสียงขัดแย้งภายในตัว ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เสียงของเครื่องดนตรีต่าง ๆ ประสานคลุกเคล้ากัน สำหรับเทคนิคการบรรเลงที่ใช้ในเพลงไทย (อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2546) ได้แก่

4.2.4.1 ลูกล้อ หมายถึง เครื่องดนตรีที่บรรเลงนำ โดยมากเป็นเครื่องดนตรีที่มีเสียงแหลม เช่น ปี่ใน ระนาดเอก ระนาดเอกทอง ฆ้องวงเล็ก เป็นต้น บรรเลง “ลูกล้อ” ล่วงหน้าไปก่อน แล้วเครื่องดนตรีที่บรรเลงตามส่วนใหญ่มักมีเสียงทุ้ม เช่น ระนาดทุ้ม ฆ้องใหญ่ และระนาดทุ้มเหล็กจะบรรเลง “ล้อ” ตามลูกที่ผู้นำบรรเลงล่วงหน้าไปตามวิถีแห่งเครื่องดนตรีของตนอีกทีหนึ่ง

4.2.4.2 ลูกต่อ หมายถึง ผู้นำบรรเลงลูกที่จะต่อกันไปครึ่งหนึ่งก่อน เสร็จแล้วผู้ตามจึงจะต่ออีกครึ่งหนึ่งให้ครบลูกที่ต่อกันมานี้ โดยมากจะเอาลูกล้อลูกเดิมมาตัดครึ่งแล้วบรรเลงต่อกันคนละครึ่ง

4.2.4.3 ลูกขัด คล้ายกับลูกล้อ แต่เป็นลูกสั้น ๆ โดยทั่วไปลูกขัดนี้จะตัดเอามาจากตอนท้ายของลูกต่อ การบรรเลงผู้นำจะบรรเลงลูกสั้น ๆ แล้วทิ้งจังหวะท้ายไว้ให้เท่ากับลูกที่ตนนำไปนั้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ตามใช้ลูกทำนองเดียวกันสอดใส่ให้ครบจังหวะ

4.2.4.4 ลูกเหลื่อมหรือลูกเฉี่ยว เป็นการบรรเลงที่ให้ผู้นำบรรเลงขึ้นประโยคล่วงหน้าไปนิดหนึ่ง แล้วผู้ตามก็บรรเลงประโยคเดียวกันนั้นให้ท้ายประโยคลงจังหวะพอดี เมื่อฟังเข้าด้วยกัน จะเห็นว่าตอนท้ายประโยคมีการเหลื่อมกันนิด ๆ

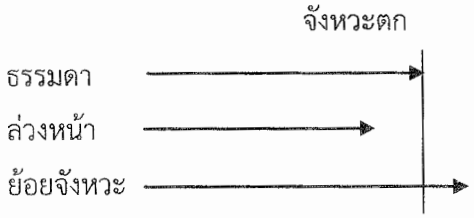
4.2.4.5 ลูกโยน ตามปกติจะอยู่ตอนต้นหรือตอนท้ายของเพลง ประกอบด้วยกระบวนการล้อ-ต่อ-ขัด หรือ ล้อ-ต่อ-เหลื่อม โดยกระบวนการลูกล้อต่อขัดหรือเหลื่อมทั้งหมดจะต้องรักษาลูกตกเสียงเดิมให้คงที่อยู่เสมอ จะตกเสียงอื่นไม่ได้ เช่น ถ้าบรรเลงเนื้อเพลงมาตกเสียง “เร” แต่ละลูกที่พลิกแพลงไปก็จะต้องลงจังหวะสำคัญด้วยเสียง “เร” และต้องจบชุดของลูกโยนด้วยเสียง “เร” ลูกโยนนี้ใช้ในเพลงหน้าทับสองไม้และเป็นลูกที่ไม่กำหนดจังหวะ เมื่อผู้แต่งยืดขยายเพลงขึ้นเป็นอัตราจังหวะสามชั้น จะขยายลูกโยนอัตราจังหวะสองชั้นให้ยาวขึ้นไปกี่จังหวะก็ได้ โดยไม่ถือว่าผิดแต่ประการใด แม้จะเป็นเพลงในอัตราจังหวะสองชั้น ผู้แต่งก็อาจขยายลูกโยนพลิกแพลงเพิ่มเติมขึ้นได้เช่นเดียวกัน แต่ขอให้ไพเราะ และอย่าให้ยาวหรือสั้นเกินไป เมื่อบรรเลงลูกโยนจบแล้ว มักจะบรรเลงเนื้อเพลงต่อไปทันที

4.2.4.6 การลักจังหวะ เป็นการบรรเลงที่ตั้งใจจะให้คลาดจังหวะไป อาจเกิดจากผู้แต่งจงใจแต่งให้มีการลักจังหวะ หรือเกิดจากผู้บรรเลงหาทางพลิกแพลงเล่นให้เกิดความไพเราะมากขึ้น มีอยู่ 2 อย่าง คือ การล่วงหน้าและการย้อยจังหวะ

การล่วงหน้า หมายถึง การบรรเลงที่ผู้บรรเลงบางคนแกล้งพลิกแพลงทำประโยคเพลงให้สั้นกว่าธรรมดา เวลาขึ้นประโยคก็ขึ้นพร้อมกับคนอื่น แต่เวลาลงกลับลงก่อนจังหวะเป็นเหตุให้ลงก่อนคนอื่น ที่เป็นเช่นนี้เพราะผู้บรรเลงแกล้งตัดประโยคของเพลงให้สั้นลงเล็กน้อย ดังภาพที่ 34

การย้อยจังหวะ เป็นการแกล้งยืดประโยคเพลงให้ยาวออกไปจนต้องจบประโยคที่หลังจังหวะ ซึ่งตรงข้ามกับการล่วงหน้า ดังภาพที่ 34

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบการประสานเสียงที่มีการบรรเลงแบบล่วงหน้าและย้อยจังหวะ

5. รูปแบบหรือคีตลักษณ์ (Form) หมายถึง รูปร่างของบทเพลงที่สามารถมองเห็นได้ภายนอก ซึ่งผู้แต่งคิดหารูปแบบต่าง ๆ ขึ้น เพื่อทำให้ผู้ฟังได้ติดตามทำนองเพลงไปอย่างกลมกลืนและสัมพันธ์กัน อีกทั้งยังเกิดความเข้าใจในบทเพลงนั้น ๆ ด้วย รูปแบบหรือคีตลักษณ์ของเพลงไทยจำแนกได้ (สงัด ภูเขาทอง, 2532) ดังนี้

5.1 รูปแบบที่แบ่งออกเป็นท่อน (Sectional Forms) เป็นการแบ่งบทเพลงออกเป็นส่วนย่อย ๆ แต่ละส่วนจะรู้สึกว่าจบภายในตัวของมันเองไม่ว่าเพลงนั้นจะมีกี่ท่อน จึงช่วยทำให้ผู้ฟังได้พักเหนื่อยภายในตัว สามารถจับใจความในทำนองของเพลงได้ง่าย สามารถฟังติดต่อกันไปโดยไม่เสียรสของเพลง นอกจากนี้ผู้ฟังยังสามารถแยกรายละเอียดของเพลงได้ว่า ตอนใดมีลักษณะอย่างไร มีสำนวนเป็นอย่างไร เพราะในแต่ละส่วนของบทเพลง ผู้แต่งย่อมแทรกรสศิลปะของดนตรีเอาไว้ไม่เหมือนกัน รูปแบบของเพลงประเภทนี้จะไม่รวมถึงการบรรเลงที่ต่อด้วยเพลงอื่น ๆ จำแนกออกเป็น (สงัด ภูเขาทอง, 2532)

5.1.1 เพลงที่มีท่อนเดียว (A A...) หรือเรียกว่า เอกบท เป็นเพลงที่ถือเอาคำร้องเป็นเกณฑ์ คือ มีคำร้องเพียงท่อนเดียว ส่วนทำนองบรรเลงหรือทำนองรับนั้น หากมากกว่าหนึ่งก็ถือว่าเป็นทางเปลี่ยน คือ การสร้างทำนองใหม่โดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเพลงเดิม เพื่อไม่ให้ผู้ฟังเกิดความเบื่อหน่าย

5.1.2 เพลงที่มี 2 ท่อน (A B) หรือเรียกว่า ทวิบท

5.1.3 เพลงที่มี 3 ท่อน หรือเรียกว่า ตติยบท หรือ ตรีบท

5.1.4 เพลงที่มี 4 ท่อน หรือเรียกว่า จตุรบท

5.1.5 เพลงที่มี 5 ท่อน หรือเรียกว่า ปัญจบท

เพลงที่แบ่งเป็นหลาย ๆ ท่อน โดยเฉพาะตั้งแต่ 4 ท่อนขึ้นไป มีน้อยมาก เพราะยากต่อการแต่งที่ไม่ให้ทำนองซ้ำกัน และให้อยู่ในเสียงเดียวกัน

5.2 รูปแบบที่มีลูกนำ (ลูกนำ + เพลง) ลูกนำจะเป็นทำนองเพลงส่วนหนึ่ง ซึ่งแยกออกจากทำนองเพลงที่แท้จริง ผู้แต่งจะแต่งทำนองสั้นๆ ประมาณ 2 จังหวะหน้าทับปรบไก่ 3 ชั้น โดยสร้างทำนองและสำเนียงให้เข้ากับทำนองของตัวเพลงที่ดูประหนึ่งว่า เป็นทำนองส่งร้อง หากจะตัด

ออกไปก็ได้ มักใช้บรรเลงก่อนที่จะเริ่มร้องในตอนแรก มักเป็นอัตราจังหวะสามชั้นของท่อนแรก (สงัด ภูเขาทอง, 2532)

5.3 รูปแบบที่มีลูกหมด (เพลง + ลูกหมด) ลูกหมด หมายถึง เพลงสั้น ๆ มีจังหวะเร็ว เทียบเท่ากับหน้าทับสองไม้ชั้นเดียวหรือครึ่งชั้น สำหรับใช้บรรเลงท้ายเพลงต่าง ๆ เพื่อเป็นสัญลักษณ์แสดงว่า การบรรเลงเพลงนั้น ๆ ได้จบลงแล้ว เพื่อให้ผู้บรรเลงทุกคนจบอย่างพร้อมเพรียงกัน จะใช้กับเพลงที่ตอนจบไม่ทอดเสียงลงอย่างช้า ๆ หรือไม่ได้โรยเสียง (มนตรี ตราโมท, 2540; สงัด ภูเขาทอง, 2532)

5.4 รูปแบบที่มีเพลงหางเครื่องต่อท้าย (เพลง + เพลงหางเครื่อง) เพลงหางเครื่อง หรือเพลงท้ายเครื่องหรือเพลงลูกบท หมายถึง เพลงเล็ก ๆ อาจมีกี่เพลงก็ได้ ใช้บรรเลงต่อท้ายเพลงใหญ่ (คือเพลงสามชั้นหรือเพลงเถา) เพื่อเป็นการยืดขยายเวลาในการบรรเลง ส่วนมากมักเป็นเพลงอัตราจังหวะสองชั้นหรืออัตราจังหวะชั้นเดียว บางครั้งใช้เป็นการแสดงฝีมือ แสดงทางเพลงแปลก ๆ ที่คิดค้นขึ้นใหม่ โดยทั่วไปมักจัดเป็นชุด ๆ ตามภาษาสำเนียงของเพลง เช่น หางเครื่องชุดแขก มอญ พม่า เป็นต้น ส่วนการใช้หางเครื่องชุดใดและภาษาใดบรรเลง ขึ้นอยู่กับเพลงใหญ่ที่บรรเลงนำมาก่อน ถ้าเพลงใหญ่ที่บรรเลงเป็นเพลงในสำเนียงมอญ ก็ต้องออกหางเครื่องให้เป็นชุดมอญ นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงอารมณ์เพลงด้วย ถ้าเพลงใหญ่เป็นเพลงสนุกสนานและเป็นสำเนียงลาว การออกหางเครื่องลาวก็ต้องสนุกสนานตามไปด้วย เพื่อไม่ให้ขัดกับอารมณ์ความรู้สึกที่แสดงออกในเพลงใหญ่ (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529; สงัด ภูเขาทอง, 2532; อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2512)

5.5 รูปแบบที่มีสร้อยหรือดอก (เพลง + สร้อยหรือดอก) เพลงมีสร้อยเป็นเพลงที่ประกอบด้วยทำนองหลักกับทำนองพิเศษ มีวัตถุประสงค์เพื่ออวดฝีมือนักดนตรี (สงัด ภูเขาทอง, 2532)

6. อารมณ์เพลง แม้ดนตรีไทยจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างจากดนตรีสากล แต่ก็สามารถโน้มน้าวให้ผู้ฟังเกิดอารมณ์ ความรู้สึก และภาพพจน์ต่าง ๆ ได้เหมาะสมกับลักษณะแบบไทย ๆ (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540) อันเนื่องมาจากผลรวมที่เหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ ของบทเพลงชิ้นนั้น เช่น จังหวะ ทำนอง ลีลา ความสามารถของผู้บรรเลงในการใช้กลเม็ดเด็ดพรายต่าง ๆ เพื่อเร้าให้ผู้ฟังเกิดอารมณ์คล้อยตาม ซึ่งไม่สามารถบอกกฎเกณฑ์ที่ตายตัวได้ อย่างไรก็ตาม มีลักษณะบางอย่างที่อาจสังเกตได้ว่า มีผลทำให้ผู้ฟังเกิดอารมณ์และความรู้สึกต่าง ๆ ต่อเพลงนั้น ๆ (อรวรรณ บรรจงศิลปและคณะ, 2546) คือ

6.1 ให้ความรู้สึกโศกเศร้า คร่ำครวญ และอาลัยอาวรณ์ มักเป็นเพลงที่มีจังหวะช้า ทำนองเรียบ ๆ หน้าทับอาจจะเป็นประเภทปรบไก่หรือสองไม้หรืออาจเป็นหน้าทับพิเศษหรือหน้าทับภาษาต่าง ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับทำนองเพลง เครื่องดนตรีที่ใช้บรรเลงอาจเป็นเครื่องดนตรีชิ้นเดียวหรือ

หลายชิ้นก็ได้ แต่การบรรเลงเดี่ยวด้วยเครื่องดนตรีบางชนิด เช่น ปี่ ขลุ่ย หรือซอ โดยใช้เทคนิคการบรรเลงที่เหมาะสม ก็ยิ่งให้ความรู้สึกโอดครวญ โศกเศร้า หรืออาลัยอาวรณ์มากขึ้น

6.2 แสดงความยิ่งใหญ่ เกรียงไกร สง่าผ่าเผย ส่วนใหญ่เป็นเพลงที่มีจังหวะช้าพอประมาณ แนวทำนองมักไม่ราบเรียบ หน้าทับมักเป็นหน้าทับพิเศษ มีการเน้นจังหวะหนักแน่น ดนตรีมักบรรเลงด้วยวงปี่พาทย์และใช้เครื่องจังหวะที่มีเสียงดังชัดเจน ก่อให้เกิดความรู้สึกของความยิ่งใหญ่มากกว่าการบรรเลงด้วยเครื่องดนตรีเพียงชิ้นเดียว

6.3 แสดงอารมณ์โกรธเกรี้ยว เยาะเย้ย ส่วนใหญ่เป็นเพลงที่มีจังหวะค่อนข้างรวดเร็ว แนวทำนองไม่เรียบนัก ประเภทของหน้าทับขึ้นกับทำนองเพลง จังหวะจะเน้นหนักชัดเจน เครื่องดนตรีมักเป็นการบรรเลงหมู่ ซึ่งจะให้ความรู้สึกของความโกรธได้ชัดเจนกว่าบรรเลงเดี่ยว

6.4 ให้ความรู้สึกศักดิ์สิทธิ์ น่าเกรงขาม โดยทั่วไปมีจังหวะช้าพอประมาณ แนวทำนองเรียบแต่มีความซับซ้อนอยู่ในตัว มักใช้หน้าทับพิเศษ จังหวะนอกจากจะแสดงความหนักแน่นมั่นคง บางตอนกลองอาจใช้เทคนิคการย้อยจังหวะเล็กน้อย เพื่อทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจ หรือสนเท่ห์ วงดนตรีที่บรรเลงมักใช้วงปี่พาทย์ ซึ่งมีเสียงดังชัดเจน สง่าผ่าเผย

6.5 ให้ความรู้สึกน่ากลัว เยือกเย็น มักเป็นเพลงที่มีจังหวะค่อนข้างช้า ทำนองเรียบ ๆ หน้าทับที่ใช้มักเป็นหน้าทับพิเศษ วงดนตรีจะบรรเลงด้วยเสียงที่ค่อนข้างเบาและนุ่มนวล ทำให้เกิดบรรยากาศของความวังเวง น่ากลัว

6.6 ให้อารมณ์รักอ่อนหวาน ส่วนใหญ่เป็นเพลงที่มีจังหวะช้าพอประมาณ ทำนองเรียบ ๆ หน้าทับอาจเป็นประเภทปรบไก่ สองไม้ หรือหน้าทับภาษา ขึ้นกับทำนองเพลง ดนตรีจะบรรเลงอย่างนิ่มนวลและอ่อนหวาน

6.7 ให้อารมณ์รื่นเริง สนุกสนาน มักเป็นเพลงที่มีจังหวะค่อนข้างเร็วหรือเร็ว แนวทำนองอาจมีลักษณะแบบเรียบ ๆ หรือกระโดดไปกระโดดมาก็ได้ หน้าทับขึ้นกับทำนองเพลง ดนตรีที่ใช้บรรเลงจะเป็นวงปี่พาทย์ เครื่องสาย หรือมโหรี ก็สามารถให้ความสนุกสนานได้เช่นกัน เพียงแต่เครื่องจังหวะต่าง ๆ จำเป็นมากในการช่วยสร้างบรรยากาศ เพลงประเภทนี้เช่น เพลงอัตราจังหวะชั้นเดียว เพลงหางเครื่องต่าง ๆ เพลงสิบสองภาษา

6.8 ให้ความรู้สึกฮึกเหิมหรือให้บรรยากาศของการต่อสู้ สู้รบกัน จะมีจังหวะรุกเร้ารวดเร็ว แนวทำนองมักอยู่ในรูปแบบของการบรรเลงซ้ำ ๆ โดยอาจเปลี่ยนทำนองตอนเริ่มต้น แต่ตอนหลังทำนองจะเหมือนกัน หน้าทับจะเป็นหน้าทับพิเศษที่ใช้เฉพาะเพลง เครื่องดนตรีมักใช้วงปี่พาทย์ เนื่องจากมีเสียงดังหนักแน่น ชัดเจน โดยเฉพาะเครื่องจังหวะซึ่งให้บรรยากาศของการสู้รบและต่อสู้กันอย่างเหมาะสม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6.9 ให้ความรู้สึกสบายใจ น่าฟัง สดชื่น โดยทั่วไปเป็นเพลงที่มีจังหวะช้าพอประมาณ แนวทำนองอาจเป็นเสียงเรียบๆ หรือเสียงกระโดดที่ไม่กว้างนัก หน้าทับขึ้นกับทำนองเพลง ดนตรีที่บรรเลงส่วนใหญ่เป็นการบรรเลงหมู่ เพลงประเภทนี้มักเป็นพวกเพลงชมธรรมชาติ

6.10 ให้ความรู้สึกของสำเนียงชาติต่าง ๆ เพลงประเภทนี้มีทั้งจังหวะช้าและเร็ว แนวทำนองและหน้าทับขึ้นกับสำเนียงเพลง เครื่องดนตรีที่บรรเลงมักจะพยายามเลียนแบบเครื่องดนตรีของชาตินั้น ๆ ส่วนใหญ่เป็นการบรรเลงหมู่ เพลงประเภทนี้ได้แก่ เพลงที่มีสำเนียงชาติต่าง ๆ

การประสมวงดนตรีไทย

การประสมวง หมายถึง การนำเครื่องดนตรีประเภทต่าง ๆ ทั้งฝ่ายดำเนินทำนอง และฝ่ายกำกับจังหวะมาบรรเลงร่วมกันอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยคำนึงถึงความเหมาะสม เพื่อให้เครื่องดนตรีแต่ละชนิดสามารถทำหน้าที่ของตนได้อย่างสมภาคภูมิ ไม่ก้าวก่ายซึ่งกันและกัน รวมทั้งก่อให้เกิดความพวยพุ่งแห่งอารมณ์ (ชิ้น ศิลปบรรเลง และ ลิขิต จินดาวัฒน์, 2521) มีหลักในการประสมวงดนตรีไทยดังนี้

1. คัดเลือกเครื่องดนตรีให้เหมาะสมกับระบบเสียง ถือเป็นข้อสำคัญมากสำหรับการประสมวง เนื่องจากเครื่องดนตรีแต่ละชิ้นถูกสร้างขึ้นมาสำหรับการบรรเลงเดี่ยว เพื่อต้องการให้สามารถเก็บรายละเอียดของเพลงให้ได้มากที่สุด ดังนั้นเมื่อนำเครื่องดนตรีแต่ละชิ้นมาประสมวงกันจึงต้องคัดเลือกเครื่องดนตรีที่มีลักษณะเสียงกลมกลืนกันมากที่สุด (พงษ์ศิลป์ อรุณรัตน์, 2550) ถ้าต้องการนำเครื่องดนตรีที่มีเสียงตายตัว คือ แก้ไขความถี่ห่างของการเรียงเสียงไม่ได้ เช่น ขลุ่ย ปี่ ระนาด เป็นต้น มาประสมวงกัน ต้องพิจารณาว่าความถี่ห่างของเสียงเรียงเหมือนกันหรือไม่ หากการเรียงเสียงมีความถี่ห่างแตกต่างกัน ถึงเสียงจะสมควรผสมอย่างไร ก็จะผสมกันไม่ได้เป็นอันขาด (มนตรี ตราโมท, 2540)

2. การปรับปรุงเครื่องดนตรีให้เหมาะสม เมื่อใช้หลักการประสมโดยยึดระบบเสียงของเครื่องดนตรีเป็นหลักแล้ว ในบางโอกาสเมื่อมีการประสมวงขนาดใหญ่ขึ้น เช่น วงมโหรี ย่อมจำเป็นต้องปรับขนาดและรูปร่างของดนตรีบางชิ้นให้มีเสียงเข้ากันด้วย เช่น ปรับระนาดให้มีขนาดเล็กลง สร้างซอหลิบซึ่งมีขนาดเล็กกว่าซอธรรมดา และสร้างขลุ่ยหลิบที่มีขนาดเล็กและเสียงสูง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการปรับวงให้เหมาะสมกับการบรรเลงเพลงไทยแต่ละแบบด้วย เช่น ใช้วงปี่พาทย์เสภาสำหรับบรรเลงเพลงจำพวกทยอยที่มีลีลาทำนองแบบเร็ว (พงษ์ศิลป์ อรุณรัตน์, 2550)

3. การใช้วงดนตรีตามระบบความเชื่อและค่านิยม เนื่องจากมีความเชื่อและค่านิยมว่าการบรรเลงในงานมงคลและอวมงคลควรใช้เครื่องดนตรีต่างกัน ทำให้การจัดวงดนตรีต้องมีความสอดคล้องไปด้วย เช่น วงมโหรีไม่ควรนำไปบรรเลงในงานอวมงคล หรือวงปี่พาทย์นางหงส์ ไม่ควรนำไปใช้ในงานมงคล เป็นต้น (พงษ์ศิลป์ อรุณรัตน์, 2550)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การประสมวงดนตรีไทยมีมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย และได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงมาทุกสมัย เพื่อให้เข้ากับสถานที่และรสนิยม เพิ่งมายุติเป็นที่แน่นอนในราวรัชกาลพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (ชิ้น ศิลปบรรเลง และ ลิขิต จินดาวัฒน์, 2521) สำหรับการประสมวงดนตรีไทยในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ วงปี่พาทย์ วงเครื่องสาย และวงมโหรี

1. วงปี่พาทย์ หมายถึง วงดนตรีที่เกิดจากการประสมกันระหว่างเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเป่า ได้แก่ ปี่ (เป็นประธาน) และเครื่องดนตรีประเภทเครื่องตี ได้แก่ ระนาด ฆ้อง และกลองผสมกันเป็นหลักของวง มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ (กฤชกร เพชรนอก, 2553; เฉลิมศักดิ์ พิกุลศรี, 2530; ประดิษฐ์ อินทนิล, ม.ป.ป; อานันท์ นาคคง, 2550) ดังนี้

1.1 วงปี่พาทย์เครื่องห้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ วงปี่พาทย์เครื่องห้าอย่างเบา และวงปี่พาทย์เครื่องห้าอย่างหนัก

1.1.1 วงปี่พาทย์เครื่องห้าอย่างเบาหรือวงปี่พาทย์ชาตรี ที่เรียกชื่อนี้เพราะเครื่องดนตรีที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่มีน้ำหนักเบา นิยมใช้ประกอบการแสดงหนังตะลุง และโนราห์ชาตรีเท่านั้น ประกอบด้วย ปี่นอก 1 เลา ฆ้องคู่ 1 ชุด กลองชาตรี 1 คู่ โทนชาตรี 1 คู่ และฉิ่ง 1 คู่ ปัจจุบันไม่ค่อยได้พบเห็นแล้ว

1.1.2 วงปี่พาทย์เครื่องห้าอย่างหนัก ที่เรียกว่าชื่อนี้เพราะประกอบด้วยเครื่องดนตรีที่มีน้ำหนักมาก พัฒนามาจากวงปี่พาทย์เครื่องห้าอย่างเบาหรือวงปี่พาทย์ชาตรี ใช้บรรเลงประกอบการแสดงโขน ละคร ประกอบด้วย ปี่ 1 เลา ระนาดเอก 1 ราง ฆ้องวงใหญ่ 1 ราง ตะโพน 1 ใบ กลองทัด 1 คู่ และฉิ่ง 1 คู่ ในกรณีที่บรรเลงประกอบการแสดงกลางแจ้ง จะใช้ปี่กลางและกลองทัดขนาดย่อม เพื่อให้เสียงสูงดังไปได้ไกล ถ้าเป็นการแสดงประกอบละครในหรือโขน ซึ่งเล่นในที่ร่ม มักใช้ปี่ใน ส่วนกลองทัดก็ใช้ขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีเสียงกังวานต่ำลงมา

1.2 วงปี่พาทย์เครื่องคู่ เป็นวงปี่พาทย์ที่มีเครื่องดนตรีเพิ่มเติมเข้าไปในวงปี่พาทย์เครื่องห้าให้เป็นคู่กับเครื่องดนตรีที่เคยใช้มาแต่เดิม คือ เพิ่มระนาดทุ้มให้เป็นคู่กับระนาดเอก เพิ่มฆ้องวงเล็กให้เป็นคู่กับฆ้องวงใหญ่ เพิ่มปี่นอกให้เป็นคู่กับปี่ใน เพิ่มฉาบเล็กให้เป็นคู่กับฉิ่ง นิยมใช้ประกอบการแสดงโขน ละคร และงานมงคลต่าง ๆ ประกอบด้วย ปี่นอก 1 เลา ปี่ใน 1 เลา ระนาดเอก 1 ราง ระนาดทุ้ม 1 ราง ฆ้องวงใหญ่ 1 วง ฆ้องวงเล็ก 1 วง ตะโพน 1 ใบ กลองทัด 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

1.3 วงปี่พาทย์เครื่องใหญ่ ประกอบด้วยเครื่องดนตรีเช่นเดียวกับวงปี่พาทย์เครื่องคู่ แต่เพิ่มเครื่องดนตรีเข้าไปอีก 2 ชิ้น คือ ระนาดเอกเหล็ก และระนาดทุ้มเหล็ก ทำให้ขนาดของวงขยายใหญ่ขึ้น

1.4 วงปี่พาทย์ไม้นวม เป็นวงที่ปรับการบรรเลงของวงปี่พาทย์เครื่องคู่ และวงปี่พาทย์เครื่องใหญ่จากไม้ตีเครื่องมือทุกชนิดที่เป็นไม้ส่วนหัวทำด้วยวัสดุแข็ง มาเป็นไม้ตีที่ส่วนหัวทำด้วยวัสดุ

ที่นุ่มขึ้น ทำให้เสียงของปี่พาทย์ลดความแข็งกร้าว กลายเป็นเสียงที่นุ่มนวล เหมาะกับการบรรเลงในอาคารมากกว่าการบรรเลงกลางแจ้ง นอกจากนี้ยังมีการปรับเครื่องดนตรีชนิดอื่น ๆ อีก เพื่อทำให้เสียงมีความนุ่มนวล อ่อนหวานมากขึ้น คือ ใช้ขลุ่ยเพียงออแทนปี่ในและปี่นอก รวมทั้งเพิ่มซออู้เข้าไปในวงด้วย สำหรับปี่พาทย์ไม้นวมที่ใช้เครื่องเป็นคู่ๆ เรียกว่า ปี่พาทย์ไม้นวมเครื่องคู่ ประกอบด้วย ขลุ่ยเพียงออ 1 เลา ซออู้ 1 คัน ระนาดเอก 1 ราง ระนาดทุ้ม 1 ราง ฆ้องวงใหญ่ 1 วง ฆ้องวงเล็ก 1 วง กลองตะโพน 1 คู่ ตะโพน 1 ใบ และ ฉิ่ง 1 คู่ ถ้าเป็นเครื่องใหญ่ เรียก ปี่พาทย์ไม้นวมเครื่องใหญ่ วงปี่พาทย์ไม้นวมนี้จะใช้บรรเลงในงานรื่นเริงหรืองานมงคลต่างๆ ส่วนวงปี่พาทย์ไม้แข็งใช้บรรเลงสำหรับงานพิธีที่สำคัญ และต้องการความขลังหรือศักดิ์สิทธิ์ หรือใช้บรรเลงเพลงหน้าพาทย์ประกอบการแสดงโขน ละคร

1.5 วงปี่พาทย์นางหงส์ เป็นวงที่ใช้บรรเลงเฉพาะในงานศพ ที่เรียกชื่อว่า ปี่พาทย์นางหงส์ ก็เนื่องจากต้องบรรเลงเพลงเรื่องนางหงส์สองชั้นเป็นประจำ เกิดจากการนำวงบัวลอยซึ่งประกอบด้วยกลองมลายู 2 ลูก ปี่ชวา 1 เลา และฆ้องเหม่ง 1 ลูก มาประกอบกับวงปี่พาทย์ไม้แข็ง โดยถอดเครื่องดนตรีบางอย่างที่เคยใช้ในวงปี่พาทย์ออก แล้วให้เครื่องดนตรีในวงบัวลอยเข้ารับหน้าที่แทน คือ ใช้ปี่ชวา 1 เลา แทนปี่ในและปี่นอก ใช้กลองมลายู 2 ลูก แทนตะโพนและกลองทัด รวมทั้งตัดฆ้องเหม่งออก เพื่อไม่ให้ตีแข่งกับโหม่ง แบ่งออกเป็น วงปี่พาทย์นางหงส์เครื่องคู่ และวงปี่พาทย์นางหงส์เครื่องใหญ่ ประกอบด้วยเครื่องดนตรี ดังนี้ ปี่ชวา 1 เลา ระนาดเอก 1 ราง ระนาดทุ้ม 1 ราง ฆ้องวงใหญ่ 1 วง ฆ้องวงเล็ก 1 วง กลองมลายู 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

1.6 วงปี่พาทย์ดึกดำบรรพ์ เหตุที่เรียกชื่อนี้เพราะใช้ประกอบการแสดงละครที่เปิดแสดงใน “โรงละครดึกดำบรรพ์” จึงทำให้เรียกละครที่แสดงในโรงละครนี้และวงปี่พาทย์ที่บรรเลงประกอบละครตามชื่อของโรงละครดังกล่าว วงปี่พาทย์ดึกดำบรรพ์เป็นวงที่ปรับปรุงมาจากวงปี่พาทย์ไม้นวมเครื่องใหญ่ แต่ตัดเอาเครื่องดนตรีที่มีเสียงแหลมและอึกทึกครึกโครมออกเสีย คงไว้แต่เครื่องดนตรีที่มีเสียงนุ่มหูเท่านั้น เพื่อให้ฟังไพเราะนุ่มนวลและฟังเย็นหู โดยตัดฆ้องวงเล็กระนาดเอกเหล็กที่มีเสียงแหลมไป ตัดปี่นอกและปี่ในที่มีเสียงจ้า แล้วใช้ขลุ่ยและซออู้แทน ตัดกลองทัดที่มีเสียงตึงตังมากออกไป แล้วใช้กลองตะโพนแทน รวมทั้งสร้างฆ้องหุ่ยขึ้นใหม่ ดังนั้นวงดนตรีนี้จึงประกอบด้วย ระนาดเอก 1 ราง ระนาดทุ้ม 1 ราง ระนาดทุ้มเหล็ก 1 ราง ฆ้องวงใหญ่ 1 วง ฆ้องหุ่ย 1 ชุด ซออู้ 1 คัน ขลุ่ยเพียงออ 1 เลา ขลุ่ยอู้ 1 เลา ตะโพน 1 ใบ กลองตะโพน 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

1.7 วงปี่พาทย์มอญ เป็นวงดนตรีที่นำเอาเครื่องดนตรีของมอญมาผสมกับเครื่องดนตรีในวงปี่พาทย์ของไทย คือ ใช้ปี่มอญแทนปี่ใน จะได้เสียงต่ำฟังแล้วเยือกเย็น ฆ้องวงแทนที่จะเป็นฆ้องวางราบกับพื้นอย่างแบบไทย ก็เป็นฆ้องที่ตั้งเอาวงขึ้นอย่างรามัญ ตะโพนแทนที่จะใช้ตะโพนไทยก็ใช้ตะโพนมอญซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าและมีเสียงลึกกังวานกว่า นอกจากนั้นยังใช้เปิงมางอีก

7 ลูก ส่วนจำนวนของฆ้องมอญนั้นไม่มีการกำหนดจำนวนฆ้องไว้ตายตัวว่าต้องใช้จำนวนเท่าใด ขึ้นอยู่กับขนาดของงานและความต้องการของเจ้าภาพ ถ้ามีจำนวนฆ้องวงมากกว่า 2 วงขึ้นไป ถือว่าเป็นวงพิเศษ วงปี่พาทย์มอญนี้เมื่อบรรเลงจะมีเสียงนุ่มนวลเยือกเย็น จึงนิยมใช้บรรเลงเฉพาะงานศพหรืองานที่ต้องการบรรยากาศเศร้าๆ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1.7.1 วงปี่พาทย์มอญเครื่องห้า ประกอบด้วย ฆ้องมอญวงใหญ่ 1 วง ระนาดเอก 1 ราง ปี่มอญ 1 เลา เปิงมางคอก 1 ชุด ตะโพนมอญ 1 ใบ โหม่ง 1 ใบ และฉิ่ง 1 คู่

1.7.2 วงปี่พาทย์มอญเครื่องคู่ ประกอบด้วย ฆ้องมอญวงใหญ่ 1 วง ฆ้องมอญวงเล็ก 1 วง ระนาดเอก 1 ราง ระนาดทุ้ม 1 ราง ปี่มอญ 1 เลา เปิงมางคอก 1 ชุด ตะโพนมอญ 1 ใบ โหม่ง 1 ใบ ฉิ่ง 1 คู่ และฉาบ 1 คู่

1.7.3 วงปี่พาทย์มอญเครื่องใหญ่ ประกอบด้วย ฆ้องมอญวงใหญ่ 1 วง ฆ้องมอญวงเล็ก 1 วง ระนาดเอก 1 ราง ระนาดทุ้ม 1 ราง ระนาดเอกเหล็ก 1 วง ระนาดทุ้มเหล็ก 1 วง ปี่มอญ 1 เลา เปิงมางคอก 1 ชุด ตะโพนมอญ 1 ใบ โหม่ง 1 ใบ ฉิ่ง 1 คู่ และฉาบ 1 คู่

2. วงเครื่องสาย หมายถึง วงดนตรีที่มีเครื่องดีดและเครื่องสี เช่น ซอด้วง ซออู้ จะเข้ เป็นเครื่องดนตรีหลัก มีเครื่องเป่าและเครื่องตีกำกับจังหวะ เช่น ขลุ่ย ฉิ่ง หรือกลอง เป็นเครื่องประกอบ (กฤชกร เพชรนอก, 2553) เมื่อบรรเลงจะมีเสียงเบา อ่อนหวานไพเราะ เหมาะที่จะใช้ในงานบรรเลงขับร้องเพื่อการบันเทิง ขับกล่อมภายในอาคารบ้านเรือน (อานันท์ นาคคง, 2550) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด (กฤชกร เพชรนอก, 2553; ประดิษฐ์ อินทนิล, ม.ป.ป; อานันท์ นาคคง, 2550) คือ

2.1 วงเครื่องสายวงเล็ก ประกอบด้วย จะเข้ 1 ตัว ซอด้วง 1 คัน ซออู้ 1 คัน ขลุ่ยเพียงออ 1 เลา โทน-รำมะนา 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

2.2 วงเครื่องสายเครื่องคู่ เป็นการประสมผสมวงซึ่งขยายจากเครื่องสายวงเล็ก โดยเพิ่มเครื่องทำทำนองทุกอย่างให้เป็นคู่กัน ทั้งนี้อาศัยหลักความเหมาะสมและความกลมกลืนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย จะเข้ 2 ตัว ซอด้วง 2 คัน ซออู้ 2 คัน ขลุ่ยเพียงออ 1 เลา ขลุ่ยหลีบ 1 เลา โทน-รำมะนา 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

2.3 วงเครื่องสายปี่ชวา เกิดจากการนำเครื่องดนตรีหลักในวงเครื่องสายมาบรรเลงร่วมกับวงปี่ชวากลองแขก โดยสับเปลี่ยนหน้าที่และถอดถอนเครื่องดนตรีบางชนิดที่ทำหน้าที่คล้ายกันออกบ้างเท่าที่เห็นควร จะมีสุ้มเสียงและลักษณะของบทเพลงบรรเลงที่เฉพาะแตกต่างออกไป ใช้บรรเลงทั้งในงานมงคลและอวมงคล แบ่งออกเป็น

2.3.1 วงเครื่องสายปี่ชวาเครื่องเล็ก ประกอบด้วย ปี่ชวา 1 เลา จะเข้ 1 ตัว ซอด้วง 1 คัน ซออู้ 1 คัน ขลุ่ยหลีบ 1 เลา กลองแขก 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

2.3.2 วงเครื่องสายปี่ชวาเครื่องใหญ่ ประกอบด้วย ปี่ชวา 1 เลา จะเข้ 2 ตัว ซอด้วง 2 คัน ซออู้ 2 คัน ขลุ่ยหลีบ 1 เลา กลองแขก 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ ฉาบ 1 คู่ กรับ 1 คู่ และโหม่ง 1 ใบ

2.4 วงเครื่องสายผสม เป็นคำกลาง ๆ ที่ใช้เรียกวงเครื่องสายที่นำเครื่องดนตรีต่างชาติต่างวัฒนธรรมมาเข้ามาร่วมในวง รวมถึงการนำเครื่องดนตรีไทยที่ตามปกติไม่ได้ใช้ในวงเครื่องสาย เช่น ระนาดเอกหรือซอสามสายเข้ามาผสม ซึ่งอาจเป็นการประสมเครื่องดนตรีต่างวัฒนธรรมเพียงเครื่องเดียวหรือหลายเครื่องในวงเดียวกันก็ได้ ทั้งนี้ต้องมีการเทียบเสียงให้เข้ากันและปรับหนทางการบรรเลงให้เอื้อต่อการเสพสัมผัส โดยมีเครื่องสายเป็นศูนย์กลางของการประสมวง เนื่องจากสามารถเทียบเสียงให้เข้ากับเครื่องดนตรีที่นำมาผสมได้ง่ายกว่าเครื่องดนตรีไทยอื่น ๆ การเรียกชื่อวงขึ้นอยู่กับว่ามีเครื่องดนตรีชนิดใดผสม ถ้าเป็นขิม เรียกว่า วงเครื่องสายผสมขิม ถ้าเป็นออร์แกน เรียกว่า วงเครื่องสายผสมออร์แกน

3. วงมโหรี เป็นวงดนตรีที่เกิดจากการประสมวงปี่พาทย์และเครื่องสายเข้าด้วยกัน เพียงแต่ปรับปรุง แก้ไข เพิ่มเติมเครื่องดนตรีให้เหมาะสม คือ ใช้ขลุ่ยแทนปี่เพราะปี่เสียงดังเกินไป ย่อขนาดของระนาดเอก ระนาดทุ้ม ฆ้องวงใหญ่ ฆ้องวงเล็ก รวมทั้งเครื่องประกอบจังหวะ เช่น กลองแขก กลองทัดให้เล็กลงกว่าเครื่องดนตรีในวงปี่พาทย์ของเดิม เพื่อให้เหมาะกับผู้หญิงเล่นและจะได้มีเสียงกลมกลืนกับเครื่องสาย (ชิ้น ศิลปบรรเลง และลิขิต จินดาวัฒน์, 2521; ประดิษฐ์ อินทนิล, ม.ป.ป; อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2512) นอกจากนี้ยังใช้ไม้ตีชนิดนวมเท่านั้น เพื่อเสียงเครื่องตีจะได้ไม่ดังจนกลบเครื่องสาย และมีซอสามสายเป็นเครื่องดนตรีเด่นในวงชนิดนี้ (ประดิษฐ์ อินทนิล, ม.ป.ป) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด (กฤชกร เพชรนอก, 2553; ประดิษฐ์ อินทนิล, ม.ป.ป; อานันท์ นาคคง, 2550) คือ

3.1 วงมโหรีเครื่องเล็กหรือวงมโหรีเครื่องเดี่ยว ประกอบด้วย ระนาดเอกมโหรี 1 ราง ฆ้องมโหรีหรือเรียกว่าฆ้องกลาง 1 วง ซอสามสาย 1 คัน ซอด้วง 1 คัน ซออู้ 1 คัน ขลุ่ยเพียงออ 1 เลา จะเข้ 1 ตัว โทน-รำมะนา 1 คู่ และฉิ่ง 1 คู่

3.2 วงมโหรีเครื่องคู่ ประกอบด้วยเครื่องดนตรีที่ทำทำนองทุกอย่างเป็นคู่ คือ ระนาดเอกมโหรี 1 ราง ระนาดทุ้มมโหรี 1 ราง ฆ้องมโหรีหรือเรียกว่าฆ้องกลาง 1 วง ฆ้องวงเล็ก 1 วง ซอสามสาย 1 คัน ซอสามสายหลีบ 1 คัน ซอด้วง 2 คัน ซออู้ 2 คัน ขลุ่ยเพียงออ 1 เลา ขลุ่ยหลีบ 1 เลา จะเข้ 2 ตัว โทน-รำมะนา 1 คู่ ฉิ่ง 1 คู่ กรับพวง ฉาบเล็ก 1 คู่ และโหม่ง 1 ชุด

3.3 วงมโหรีเครื่องใหญ่ ประกอบด้วยเครื่องดนตรีในวงมโหรีเครื่องคู่ โดยเพิ่มระนาดเอกเหล็กมโหรี ระนาดทุ้มเหล็กมโหรี ขลุ่ยอู้ และใช้โหม่งสามใบแทนโหม่ง

ประเภทของดนตรีไทย

ดนตรีไทยมีด้วยกันหลายเพลง มีการจัดแบ่งประเภทของดนตรีไทยไว้หลายลักษณะ เช่น การแบ่งตามอัตราของเพลง การแบ่งตามลักษณะของการใช้ และการแบ่งตามวิธีการบรรเลง (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540) มีรายละเอียด ดังนี้

1. การแบ่งตามอัตราของเพลง แบ่งได้เป็น 3 ประเภท (สุรพล สุวรรณ, 2551; อรวรรณ บรรจงศิลป และคณะ, 2546) ได้แก่

1.1 เพลงชั้นเดียว เป็นเพลงที่มีประโยคสั้นที่สุด ได้แก่ พวกเพลงเร็ว เพลงฉิ่งต่าง ๆ และเพลงสองชั้นที่ตัดลงมาเป็นชั้นเดียว

1.2 เพลงสองชั้น เป็นเพลงที่ยืดขยายจากเพลงชั้นเดียวอีกเท่าตัว เช่น เพลงชั้นเดียวมี 2 ห้อง เพลงสองชั้นก็ต้องมี 4 ห้อง นั่นคือ ทำนองแต่ละวรรคของเพลงชั้นเดียวจะยืดขยายออกไปอีกเท่าตัว โดยยืดลูกตกเสียงเดิมไว้ มีทั้งที่เป็นเพลงบรรเลงล้วน ๆ ได้แก่ เพลงเรื่อง ซึ่งอาจเป็นเพลงช้า เพลงฉิ่ง หรือเพลงสองไม้ นอกจากนั้นเป็นเพลงหน้าพาทย์ซึ่งใช้ประกอบอากัปกิริยาของตัวโขน ละคร และเพลงที่ใช้บรรเลงรับร้อง ซึ่งนิยมใช้ในการแสดงโขน ละคร ตลอดจนลิเก อีกทั้งยังนิยมบรรจุอยู่ในเพลงตับต่าง ๆ อีกด้วย

1.3 เพลงสามชั้น เป็นเพลงที่ยืดขยายมาจากเพลงในอัตราสองชั้นอีกเท่าตัว โดยยึดหลักเดียวกับที่ยืดขยายจากชั้นเดียวขึ้นมาเป็นสองชั้น ส่วนมากเป็นเพลงที่แต่งขึ้นในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ มีทั้งเพลงบรรเลงล้วน ๆ และเพลงบรรเลงรับร้อง

2. การแบ่งตามลักษณะของการใช้ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ (ชิ้น ศิลปบรรเลง และลิขิต จินดาวัฒน์, 2521; เฉลิมศักดิ์ พิกุลศรี, 2530; พูนพิศ อมาตยกุล, 2529; สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540; อุทิศ นาคสวัสดิ์, 2512) คือ

2.1 เพลงที่ใช้ดนตรีล้วน ๆ แบ่งออกเป็นหลายอย่าง เช่น

2.1.1 เพลงโหมโรง เป็นเพลงที่ใช้ประโคมเบิกโรงหรือเพลงที่ใช้บรรเลงก่อนที่จะทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อบอกให้ชาวบ้านทราบว่าที่นี่เขามีอะไรกัน รวมทั้งใช้เป็นการอันเชิญเทพยดาและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายมาชุมนุมกัน เพื่อเป็นสิริมงคลแก่งาน แบ่งออกเป็นหลายชนิดตามลักษณะของงาน ลักษณะของมหรสพที่แสดง และลักษณะของการบรรเลงเป็นสำคัญ มีอยู่ด้วยกัน 7 ชนิด คือ โหมโรงปี่พาทย์ โหมโรงเทศน์ โหมโรงโขนละคร โหมโรงเสภา โหมโรงมโหรี โหมโรงหุ่นกระบอก และโหมโรงหนังใหญ่

2.1.2 เพลงหน้าพาทย์ เป็นเพลงที่บรรเลงประกอบอากัปกิริยาของตัวโขนละคร หรือใช้สำหรับอัญเชิญพระเป็นเจ้า ฤๅษี เทวดา และครูบาอาจารย์ให้มาร่วมในพิธีไหว้ครูและพิธีที่เป็นมงคลต่าง ๆ

2.1.3 เพลงเรื่อง เป็นเพลงที่เอาเพลงหลาย ๆ เพลงที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมารวมกัน เพื่อให้สามารถบรรเลงติดต่อกันได้เป็นชุด แล้วตั้งชื่อกำกับไว้ เช่น เพลงเรื่องฉิ่งพระฉัน เพลงเรื่องจีนแส เพลงเรื่องเต่ากินผักบุ้ง เพลงเรื่องมอญแปลง เป็นต้น แต่ละเรื่องมีจำนวนเพลงมากน้อยไม่เท่ากัน ยาวสั้นไม่เท่ากัน มีระดับความยากง่ายในเทคนิคการบรรเลงแตกต่างกัน เพลงชนิดนี้ใช้สำหรับบรรเลงปี่พาทย์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.1.4 เพลงหางเครื่อง เป็นเพลงที่ใช้บรรเลงต่อท้ายเพลงใหญ่ (คือ เพลงสามชั้น หรือเพลงเถา) เพื่อยืดเวลาบรรเลงให้คนฟัง มักจัดไว้เป็นชุดๆ ตามภาษาสำเนียงของเพลง มีความยาวประมาณร้อยละ 20-30 ของเพลงใหญ่

2.1.5 เพลงภาษาต่าง ๆ เป็นเพลงชุดเดียวกับเพลงหางเครื่อง แต่แทนที่จะเอาเพลงในภาษาใดภาษาหนึ่งมารวมกันเข้าเป็นชุดภาษา ก็เอาเพลงหลาย ๆ ภาษามารวมกันเข้าเป็นชุด เพลงเหล่านี้อาจเป็นเพลงดั้งเดิมของภาษานั้นจริง ๆ หรือเป็นเพลงที่ไทยแต่งขึ้นเลียนสำเนียงภาษานั้น ๆ ก็ได้ ส่วนการเรียงลำดับเพลงภาษา กำหนดไว้เฉพาะตอนต้น 4 ภาษา คือ จีน เขมร ตะลุง และพม่า สำหรับลำดับต่อ ๆ ไป ให้พิจารณาตามที่เห็นว่าเหมาะสม แตกต่างจากเพลงหางเครื่องที่เพลงที่นำมาบรรเลงไม่ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์กับเพลงใหญ่ และความยาวของเพลงภาษานี้อาจจะยาวกว่าสั้นกว่า หรือพอดีกับเพลงใหญ่ก็ได้ไม่กำหนด

2.2 เพลงที่ใช้ร้องประกอบ มีหลายประเภท ดังนี้

2.2.1 เพลงเถา คือ เพลงที่บรรเลงตั้งแต่อัตราสามชั้นติดต่อกันเรื่อยมาจนถึงชั้นเดียว โดยเริ่มตั้งแต่ร้องในอัตราสามชั้นก่อน เสร็จแล้วดนตรีรับ แล้วจึงร้องในอัตราสองชั้น และชั้นเดียวตามลำดับ

2.2.2 เพลงตับ เป็นเพลงชุดที่ใช้เพลงรับร้องหลาย ๆ เพลงมารวมกัน ส่วนมากเป็นเพลงอัตราจังหวะสองชั้น มี 2 ชนิด คือ

2.2.2.1 ตับเรื่อง เป็นตับที่เรียบเรียงขึ้นโดยถือเอาเนื้อร้องหรือบทร้องที่จะร้องติดต่อกันได้เรื่องราวเป็นสำคัญ ไม่จำเป็นต้องเป็นเพลงประเภทเดียวกัน แต่บทร้องต้องฟังได้เรื่องได้ราวติดต่อกันเป็นชุด

2.2.2.2 ตับเพลง เป็นตับที่เรียบเรียงขึ้นโดยถือเอาเพลงที่จะบรรเลงติดต่อกันให้ถูกแบบแผนเป็นสำคัญ คือ ทำนองเพลงที่นำมาเรียบเรียงอยู่ในอัตราจังหวะเดียวกัน และต้องมีความเหมาะสมกลมกลืนทั้งในเรื่องระดับเสียง ทางขึ้น ทางลง สามารถบรรเลงสวมต่อกันได้สนิทสนม ฟังแล้วไม่ขัดเขิน โดยไม่คำนึงถึงว่าเนื้อร้องจะติดต่อเป็นเรื่องเป็นราวหรือไม่ ฉะนั้นแม้บทร้องจะเป็นเรื่องเดียวกัน คนฟังก็อาจฟังไม่รู้เรื่อง เพราะเป็นบทร้องคนละตอนที่เลือกมาให้เข้ากับทำนองเพลง

2.2.3 เพลงเกร็ด คือ เพลงที่ไม่ได้รวมเข้าเป็นเถา เป็นชุด หรือเป็นตับ ใช้สำหรับบรรเลงในเวลาสั้น ๆ

3. การแบ่งตามวิธีการบรรเลง แบ่งได้เป็น 4 ประเภท (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540; สุรพล สุวรรณ, 2551; อรวรรณ บรรจงศิลป์ และคณะ, 2546) คือ

3.1 เพลงทางพื้น เป็นเพลงที่มีทำนองเรียบ ๆ ไม่มีพลิกแพลง ผู้บรรเลงเครื่องดนตรีแต่ละประเภทมีโอกาสจะใช้สติปัญญาของตนคิดประดิษฐ์ทำนองได้ตามความพอใจ แต่ต้องให้กลมกลืนกันทุก ๆ คน ได้แก่ เพลงที่บรรเลงด้วยวิธี “เก็บ”

3.2 เพลงทางกรอ เป็นเพลงที่ผู้แต่งแต่งทำนองไว้เป็นทางบังคับ ผู้บรรเลงไม่สามารถคิดประดิษฐ์ทำนองเองได้ เพลงประเภทนี้เป็นเพลงที่ดำเนินทำนองช้า แต่หวานซึ้ง ไพเราะจับใจ

3.3 เพลงลูกล้อลูกขัด เป็นเพลงที่มีความสนุกสนาน มีการแบ่งพวกดำเนินทำนองออกเป็น 2 พวก พวกแรก คือ พวกที่มีเสียงสูงจะดำเนินทำนองไปก่อน แล้วพวกหลัง คือ พวกที่มีเสียงต่ำจะดำเนินทำนองเหมือนกับพวกแรก เช่นนี้เรียกว่า ลูกล้อ ถ้าเป็นลูกขัด พวกแรกจะทำทำนองไปอย่างหนึ่ง แต่พวกหลังจะไม่ทำตามกลับทำไปอีกอย่างหนึ่ง เช่นนี้เรียกว่าลูกขัด เพลงแบบนี้เกิดขึ้นในสมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น เช่น เพลงเชิดจีน ทยอยใน แขกลพบุรี เขมรราชบุรี เป็นต้น

3.4 เพลงเดี่ยว มิใช่หมายความว่าเป็นการบรรเลงคนเดียว แต่เป็นการบรรเลงที่มีจุดมุ่งหมายอวดอยู่ 3 ประการ คือ

ประการแรก ทำนองเพลงที่ครูได้ตกแต่งขึ้นไว้อย่างไพเราะและวิจิตรพิสดารสมที่จะบรรเลงอวดได้

ประการที่สอง ผู้บรรเลงมีความแม่นยำ จดจำทำนอง เม็ดพราย และวิธีการที่ครูผู้แต่งได้ประดิษฐ์ไว้นั้นอย่างถี่ถ้วนทุกประการ

ประการที่สาม ผู้บรรเลงสามารถบรรเลงเดี่ยวดนตรีชนิดนั้น ๆ ได้ ตามที่ครูผู้แต่งได้ประดิษฐ์ไว้ ไม่ว่าจะโลดโผนหรือพลิกแพลงเพียงใด ก็สามารถทำได้ถูกต้องคล่องแคล่วไม่มีบกพร่อง

การฟังดนตรีไทย

การฟังดนตรีมีอยู่ด้วยกันหลายระดับ แต่การฟังดนตรีแล้วซอบใจในดนตรีนั้นจนถึงขั้นที่เรียกว่า ซาบซึ้งในดนตรีนั้น ๆ (Music Appreciation) จะต้องฟังให้เข้าถึงวัตถุประสงค์ที่ว่าฟังด้วยรสนิยม และจะต้องฝึกหัดฟังดนตรีให้ได้ถึงระดับที่เรียกว่า ฟังด้วยใจสัมผัสจำ (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529)

คำว่า “ฟังด้วยรสนิยม” หมายถึง ผู้ฟังตั้งใจฟังอย่างจริงจัง ฟังแล้วคิดตามด้วยความชื่นชม พร้อมในการติดตามเนื้อหาสาระของดนตรีโดยละเอียด และใช้อารมณ์กับดนตรีได้เป็นอย่างดี ส่วนคำว่า “ฟังด้วยใจสัมผัสจำ” หมายถึง การฟังดนตรีที่รู้ความหมายทั้งในเนื้อและทำนองเพลง รู้ว่าบทร้องนั้นเข้ากับทำนอง เข้ากับเสียงร้องจนเป็นที่ถูกใจ สามารถจำดนตรีนั้น ๆ ได้ดี จนบางเพลงร้องตามได้ นำตัวเข้าไปผูกพันกับดนตรีมากขึ้น เกิดอารมณ์ตามดนตรีไปได้ เช่น มีความสุขกับดนตรีที่สุข มีความทุกข์กับดนตรีที่ทุกข์ นอกจากนี้ก็ยังมีความต้องการฟังดนตรีนั้นซ้ำ ๆ ด้วย (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529)

สำหรับการฟังดนตรีไทยจนเกิดความชื่นชมนั้น ก็ต้องฟังให้เข้าถึงวัตถุประสงค์ที่ว่า ฟังด้วยรสนิยม และจะต้องฝึกหัดฟังดนตรีให้ได้ถึงระดับที่เรียกว่า ฟังด้วยใจสัมผัสจำด้วยเช่นกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปัจจัย 2 ประการ คือ องค์ประกอบของดนตรี และคุณสมบัติของผู้ฟังดนตรี

1. องค์ประกอบของดนตรี ที่ช่วยทำให้ดนตรีขึ้นสู่ระดับความสนใจและความพึงพอใจของผู้ฟัง จนสามารถฟังและจำได้ (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529) มีดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.1 ท่วงทำนองต้องไพเราะเสนาะหู คือ เป็นดนตรีที่แต่งมาดี มีการบรรเลงประสานเสียงที่ดี จังหวะ เนื้อร้องเหมาะสมดีแล้ว

1.2 มีความหมายดี และเป็นความหมายที่ต้องใจผู้ฟัง

1.3 มีนักร้องนักดนตรีที่ดี สามารถถ่ายทอดความไพเราะของดนตรีนั้นออกมาสู่โสตประสาทของผู้ฟังได้ดีและครบครัน

1.4 ดนตรีนั้นเมื่อบรรเลงออกมาสู่ประชาชน จะต้องได้รับการฝึกซ้อม ปรับวง ปรับเสียง ต้องใช้ความสามัคคีร่วมแรงร่วมใจกันบรรเลง

1.5 ดนตรีนั้นต้องให้อารมณ์ เช่น เพลงปลุกใจ มีพลังที่ทำให้คนรู้สึกคึกคัก ให้รู้สึกรักชาติบ้านเมือง หรือเพลงรัก ต้องให้อารมณ์รักที่ละเมียดละไม ฟังแล้วเกิดอารมณ์คล้อยตามได้

2. คุณสมบัติของผู้ฟังดนตรี ผู้ฟังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการฟังดนตรี เพราะจะชอบหรือไม่ชอบดนตรีนั้น ๆ ขึ้นอยู่กับผู้ฟังเป็นสำคัญ ซึ่งมีปัจจัยอยู่ 4 ประการ ที่ทำให้ผู้ฟังชื่นชมกับดนตรี (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529) คือ

2.1 มีอายุ การศึกษาพอจะฟังดนตรีนั้น ๆ เช่น ให้เด็กอายุ 14 ปี ที่ไม่เคยรู้เรื่องอิเหนามาก่อน ฟังบทร้องจากเรื่องอิเหนาตอนบุษบาตัดพ้ออิเหนา แม้ว่าคนร้อง คนแต่งเพลง คนบรรเลง คนประสานเสียง คนปรับวงดนตรี จะทำงานได้ดีเพียงใด เด็กคนนั้นก็ไม่รู้เรื่องดนตรีในอารมณ์ตัดพ้อนั้น

2.2 ต้องมีความคุ้นเคยกับดนตรีในรูปแบบนั้น ๆ มาก่อน

2.3 มีประสบการณ์ชีวิต เช่น เคยตัดพ้อต่อว่าคนรักมาแล้ว เมื่อมาฟังบุษบาต่อว่าอิเหนาก็เข้าใจได้ในทันที

2.4 มีอารมณ์คล้อยตามดนตรีนั้นๆ

สำหรับปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการหัดฟังดนตรีไทยให้รู้เรื่อง คือ ความคุ้นเคยกับดนตรีไทย (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529) โดยการให้ฟังบ่อย ๆ เพื่อให้คุ้นหู และเลือกเพลงที่ฟังง่าย ๆ เช่น เพลงที่มีสำเนียงลาวในอัตราจังหวะสองชั้น หรือเพลงที่คุ้นหูทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ก็ต้องแนะนำชื่อเพลงที่ฟังเพื่อให้ทราบว่าเป็นเพลงที่มีสำเนียงอะไร เช่น ไทย จีน แขก เขมร ลาว พม่า เป็นต้น รวมทั้งแนะนำผู้ประพันธ์เพลงว่าเป็นผู้ใด แต่งไว้เมื่อใด ส่วนบทร้องก็บอกแหล่งที่มาว่าได้มาจากวรรณคดีใด ตอนไหน หรือประพันธ์ขึ้นใหม่ ผู้ใดเป็นผู้แต่ง ถ้าต้องการให้ผู้ฟังฟังดนตรีไทยให้ถึงระดับเข้าใจ ก็ควรแนะนำผู้ฟังเพิ่มเติมเกี่ยวกับประวัติของเพลงว่าเพลงนั้นแต่งขึ้นจากเพลงใด ด้วยวิธีใด แนะนำเนื้อหาของเพลง และความหมายของเพลงว่ามีความหมายในทางใด เช่น เป็นเพลงที่แสดงอารมณ์สนุกสนานรื่นเริง หรือโศกเศร้า เป็นต้น (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540) โดยมีวงดนตรีที่ผู้หัดฟังเพลงบรรเลงควรเลือกฟังตามลำดับ (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529) ดังนี้

วงเครื่องสายผสม สำหรับผู้ที่ชอบดนตรีสากลเป็นพื้นอยู่ก่อน ควรเริ่มต้นด้วยเครื่องสายผสมเปียโน เครื่องสายผสมขิม เครื่องสายผสมออร์แกน เป็นต้น ไม่ควรฟังเครื่องสายปี่ชวา เพราะฟังยาก ดำเนินทำนองเร็วมาก อีกทั้งเสียงปี่ชวามักจะแหลม ไม่เสนาะหู สำหรับผู้เริ่มต้นหัดฟัง

วงปี่พาทย์ไม้นวม จะมีเสียงนุ่มนวล ไม่บาดหู ฟังได้ทุกเวลาไม่จำกัดว่าจะเป็นเช้า สาย บ่าย ค่ำ กลางดึก หรือแม้แต่ตื่นนอนตอนเช้ามืด

วงมโหรี มีเครื่องดนตรีมากกว่าวงปี่พาทย์ไม้นวม ทำให้บางคนที่หัดฟังใหม่ ๆ รู้สึกว่าฟังได้ไม่กระจ่าง แต่คนที่รู้จักเสียงของเครื่องดนตรี (Tone Colour) แต่ละชนิด จนจำเสียงเครื่องดนตรีนั้น ๆ ได้แล้ว เมื่อมาฟังวงมโหรี จะได้รสชาติในการฟังเพลงมากกว่า ลึกกว่า และมีความหลากมากกว่า ยิ่งถ้าจำทำนองเพลงจนสามารถร้องตามได้ จะเห็นลีลา เช่น ลูกล้อ ลูกขัด ลูกเหลื่อม ได้กระจ่าง จนรู้สึกสนุกที่จะติดตามท่วงทำนองนั้น ๆ ไปจนตลอดเพลง

วงเครื่องสาย ประกอบด้วย เครื่องดนตรีไม่กี่ชิ้น โดยเฉพาะวงเครื่องสายวงเล็ก ที่มีเครื่องดนตรีเพียง 4 ชิ้น คือ ซอด้วง ซออู้ จะเข้ ขลุ่ย เป็นตัวดำเนินทำนอง นอกนั้นเป็นเครื่องประกอบจังหวะ จึงทำให้วงเครื่องสายขาดการประสานเสียงไปมากเมื่อเทียบกับวงดนตรีทั้งสามชนิดที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ความหนักแน่นของเพลงลดลงไป สำหรับผู้หัดฟังใหม่ๆ มักรู้สึกว่าวงเครื่องสายเสียงเบา ไม่นุ่มหู บางทีรู้สึกว่าเสียงแหลมแสบหูเพราะซอด้วงกับจะเข้เล่นเสียงดังไป นอกจากนี้วงเครื่องสายมักบรรเลงเร็วมาก คนหัดฟังใหม่ๆ จึงฟังรายละเอียดได้ไม่ทันและไม่หมดจด รสชาติจึงขาดไป

วงปี่พาทย์ไม้แข็ง เป็นวงดนตรีที่มีเสียงดังมาก คนที่จะฟังวงดนตรีนี้ได้สนุก ต้องเป็นผู้ที่รู้เพลงมาก คุ้นเพลงมาก เพราะได้เห็นความสามารถของนักดนตรีแต่ละคนเด่นชัด ได้เห็นว่าคนไหนมีความรู้ มีพรสวรรค์ มีทักษะ มีกลเม็ดเด็ดพราย มีความเฉลียวฉลาดปราดเปรียว มีความแข็งแรงอดทน และผ่านการร่ำเรียนมามากน้อยเพียงใด รวมทั้งยังสามารถบอกได้ว่า วงนั้นวงนี้มีครู ผู้ฝึกสอนดีไม่ดี เก่งหรือไม่เก่งเพียงใดอีกด้วย

วงปี่พาทย์มอญ จะมีเสียงฆ้องดำเนินทำนองที่ไพเราะ มีเสียงกลองนานาชนิดที่น่าฟังและชวนให้เลือกฟังได้หลายอย่าง หลายรส หลายเสียง มีเสียงเปิงมางคอกที่ตีอย่างสนุกสนาน เสียงตะโพนมอญที่ทุ้มต่ำกังวาน ช่วยอุ้มให้เสียงปี่พาทย์มอญมีความยิ่งใหญ่ หนักแน่น ส่วนเพลงสำเนียงมอญก็ไพเราะมีทั้งเยือกเย็น เศร้า หนักแน่น แต่การบรรเลงของปี่พาทย์มอญนี้จะฟังยากกว่าปี่พาทย์ไม้แข็งสำหรับผู้ที่เริ่มต้นใหม่ ๆ

วงโยธวาทิต การฟังการบรรเลงเพลงไทยแท้ด้วยเครื่องเป่าของฝรั่งล้วน ๆ เทียบได้ว่าฟังยากพอ ๆ กับฟังการบรรเลงจากวงปี่พาทย์ไม้แข็ง ผู้ที่ฟังวงดนตรีชนิดนี้ต้องฝึกฟังมาก่อนนานพอสมควร จึงจะสนุก ยิ่งรู้ทางดนตรี จำเสียง (Tone Colour) ของเครื่องดนตรีแต่ละชิ้นได้ จะยิ่งสนุก

วงเครื่องสายปี่ชวา เป็นวงดนตรีที่ฟังยากที่สุด การบรรเลงเพลงจะบรรเลงรวดเร็ว จนรู้สึกว่าทุกคนรีบวิ่งไปข้างหน้า สำหรับคนเริ่มหัดฟัง ซึ่งไม่ชินกับเพลงมาก่อน จึงฟังน่ารำคาญมาก

วงปี่พาทย์นางหงส์ ปัจจุบันหาฟังได้ยาก สมัยก่อนนิยมบรรเลงในงานศพ ลักษณะการประสมวงเป็นแบบปี่พาทย์ไม้แข็ง แต่ใช้ปี่ชวาแทนปี่ใน เมื่อบรรเลงเพลงออกสำเนียงภาษาต่าง ๆ จะฟังได้ง่ายขึ้น สนุก และติดตามได้ไม่ยากนัก บางทีจะฟังง่ายกว่าวงเครื่องสายปี่ชวา

ส่วนเพลงที่เลือกฟัง ควรเลือกฟังเพลงที่คุ้นหู สะดวกที่จะติดตามหรือร้องทำนองตามได้ก่อน เช่น เพลงสำเนียงลาว เขมร และมอญ เพลงบรรเลงที่ควรหัดฟังก่อนควรเป็นเพลงอัตราจังหวะสองชั้น เช่น ลาวดวงเดือน ลาวคำหอม ลาวสมเด็จ ลาวลำปาง ลาวดำเนินทราย แขกสาหร่าย มอญอ้อยอิ่ง มอญดูดาว ลมพัดชายเขา สร้อยเพลง สร้อยสนตัด สร้อยลำปาง พราหมณ์ดีดน้ำเต้า ซึ่งเพลงเหล่านี้มักนิยมบรรเลงด้วยวงเครื่องสายผสม วงปี่พาทย์ไม้นวม และวงมโหรีเป็นประจำ (พูนพิศ อมาตยกุล, 2529)

การนำดนตรีไทยไปใช้

ดนตรีไทยมีความสำคัญกับชีวิตประจำวันของคนไทยมาแต่โบราณ ตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตาย เนื่องจากวัฒนธรรมไทยใช้ดนตรีประกอบในพิธีกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านศาสนา การดำเนินชีวิต ประกอบการแสดง หรือแม้กระทั่งให้ความบันเทิง (สงบศึก ธรรมวิหาร, 2540) ในปัจจุบันมีการนำดนตรีไทยมาใช้ในการรักษาหรือฟื้นฟูสุขภาพเป็นจำนวนมาก จากการสืบค้นข้อมูลการวิจัยด้วยคำว่า “ดนตรีบำบัด” และ “ดนตรีไทย” ณ ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยต่าง ๆ คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยบูรพา ปรากฏว่า มีงานวิจัยที่ใช้ดนตรีไทยเดิมในการบำบัดจำนวน 15 เรื่อง จากทั้งหมด 73 เรื่อง แบ่งเป็นงานวิจัยที่ใช้ดนตรีไทยเดิมอย่างเดียว 9 เรื่อง และงานวิจัยที่ใช้ดนตรีหลายประเภท แต่มีดนตรีไทยเดิมรวมอยู่ด้วย 6 เรื่อง มีรายละเอียด ดังนี้

มณี เผือกวิไล (2529) ให้ทารกคลอดก่อนกำหนด อายุครรภ์ 30-32 สัปดาห์ มีอายุหลังคลอด 10 วัน จำนวน 12 คน ฟังดนตรีที่มีเนื้อร้องขณะให้นม วันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 15 นาที (เวลา 9.00 และ 14 .00 น.) นาน 3 สัปดาห์ โดยใช้เพลงราตรีประดับดาว โยสลัม เต่าเห่ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีความใกล้เคียงกันในเรื่องน้ำหนักตัว อายุในครรภ์ จำนวนแคลอรี่ที่ได้รับ จำนวน 12 คน ที่ได้รับการดูแลตามปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวทารก และค่าเฉลี่ยความยาวเส้นรอบวงศีรษะของทารกในกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวและค่าเฉลี่ยความยาวเส้นรอบวงศีรษะของทารกกลุ่มทดลองมีการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องมาจากดนตรีทำให้มีกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต ทำให้ทารกมีความต้องการดูดและรับประทานได้มากขึ้น รวมทั้งทำให้การย่อยดีขึ้น มีการเผาผลาญน้อย จึงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตดีกว่า

วัลลภา สังฆโสภณ (2536) ให้ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคมะเร็งที่มีความเจ็บปวดเรื้อรัง จำนวน 30 ราย ฟังดนตรีขณะรอให้ยาแก้ปวดออกฤทธิ์นาน 30 นาที โดยใช้ดนตรีทั้งหมด 7 เพลง คือ สวนอัมพร สนามหลวง เมื่อวานนี้ ลมหวน ลาวกระแตเล็ก ทยอยญวน และลาวดวงเดือน เปรียบเทียบกับขณะที่ได้รับยาแต่ไม่ได้ฟังดนตรี พบว่า คะแนนความเจ็บปวดขณะฟังดนตรีลดลงมากกว่าไม่ได้ฟังดนตรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และคะแนนความเจ็บปวดที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ณ นาทีที่ 10, 20 ขณะฟังดนตรีลดลงมากกว่าไม่ได้ฟังดนตรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ .01 ตามลำดับ เนื่องมาจากดนตรีช่วยเบี่ยงเบนความสนใจและกระตุ้นต่อมพิทูอิตารี (Pituitary Gland) ให้หลั่งเอนดอร์ฟินซึ่งมีฤทธิ์ช่วยบรรเทาความเจ็บปวดโดยธรรมชาติ ส่วนคะแนนความเจ็บปวดที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ณ นาทีที่ 30 ขณะฟังดนตรีไม่แตกต่างจากไม่ได้ฟังดนตรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะเป็นช่วงเวลาที่ยาออกฤทธิ์ทั่วร่างกาย

เพ็ญศรี สุหฤทดำรง (2537) ให้ผู้ป่วยที่ใส่ท่อหายใจเทียมและเครื่องช่วยหายใจ ภายใน 24 ชั่วโมงหลังผ่าตัด จำนวน 18 ราย ฟังดนตรีที่บรรเลงโดยวงมโหรี จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละ 17 นาที ห่างกัน 6 ชั่วโมง ดนตรีที่ใช้เป็นเพลงที่มีอัตราจังหวะสองชั้น ได้แก่ เพลงบุหลันลอยเลื่อน ลาวคำหอม ลาวสวยรวย และลาวดำเนินทราย ขณะฟังดนตรีให้หลับตาฟังอย่างตั้งใจ สามารถปรับระดับเสียงตามต้องการได้ เมื่อฟังดนตรีจบ ให้หลับตาต่ออีกประมาณ 4-5 นาที จึงให้ลืมตา เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการผ่าตัดช่องท้องส่วนบนเหมือนกัน จำนวน 18 ราย ที่ได้รับการพยาบาลตามปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความวิตกกังวลน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มทดลองมีอุณหภูมิปลายนิ้วสูงขึ้นและมีความดันโลหิตค่าบน (Systolic Blood Pressure: SBP) ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อธิบายว่า เสียงดนตรีส่งไปตามเร็ตติคิวรา แอกติเวติ้ง ซีสเต็ม (Reticular Activating System: RAS) มีผลต่อจินตนาการทางอารมณ์ ทำให้ความวิตกกังวลลดลง รวมทั้งทำให้ระดับอดรีนาลิน (Adrenalin) ลดลง มีผลให้ความดันโลหิตลดลง หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนปลายขยายตัว ทำให้อุณหภูมิปลายนิ้วสูงขึ้น งานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะว่า ดนตรีที่ใช้ควรเป็นดนตรีที่กลุ่มตัวอย่างเลือกเอง และสามารถเลือกฟังในเวลาที่ต้องการได้

ศุภศี ศรีสุคนธ์ (2539) ได้ศึกษาโดยให้เด็กอายุระหว่าง 5-6 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาลปีที่ 2 จำนวน 16 คน เข้ารับการจัดกิจกรรมการเคลื่อนไหวและจังหวะ จำนวน 32 คาบ ๆ ละ 20 นาที ใช้ 4 คาบต่อสัปดาห์ ดนตรีที่ใช้เป็นดนตรีพื้นบ้านและดนตรีไทยเดิม (อัศวลีลา ลาวกระทบไม้) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเคลื่อนไหวและจังหวะตามแผนการจัดประสบการณ์ชั้นอนุบาลของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พบว่า กลุ่มทดลองมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากดนตรีที่สนุกสนาน เป็นสื่อช่วยให้เด็กได้เคลื่อนไหวร่างกายตามจังหวะ เปิดโอกาสให้

แสดงออกอย่างอิสระ ทำให้เด็กกล้าคิด กล้าแสดงออก รู้สึกสนุกสนาน ซึ่งถือว่าเป็นสภาพแวดล้อมที่เป็นสุข จึงทำให้เด็กเกิดความมั่นใจในตนเอง

ดวงใจ ดวงโกสุม (2541) ได้ศึกษาโดยให้ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่า เป็นโรคนิ่วไตหรือนิ่วท่อไต ที่ได้รับการรักษาด้วยการสลายนิ่ว จำนวน 15 คน ฟังดนตรีขณะสลายนิ่ว นาน 60 นาที โดยให้เลือกดนตรีเองจากชุดเพลงที่เตรียมไว้ให้ 9 ชุด ประกอบด้วย เพลงไทยสากลที่มีทั้งเนื้อร้องและบรรเลง เพลงพื้นเมืองภาคเหนือ เพลงลุกทุ่ง เพลงสากลบรรเลง และเพลงไทยเดิมบรรเลง ได้แก่ เพลงลาวดวงเดือน สร้อยแสงแดง ลาวดำเนินทราย ลาวสวยรวย ลาวซุ้ม ลาวคำหอม ลาวกระทบไม้ สร้อยลำปาง ลาวเจริญศรี ลาวเสี่ยงเทียน เขมรไทรโยค ลาวสมเด็จ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการพยาบาลตามปกติ จำนวน 15 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีการรับรู้ความรุนแรงของความปวดและมีพฤติกรรมการตอบสนองต่อความปวดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยเหตุผลที่ว่า ดนตรีจะดึงดูดความสนใจออกจากความปวด ทำให้เกิดความรู้สึกเพลิดเพลิน เกิดสมาธิ และกระตุ้นการหลั่งเอนดอร์ฟิน จึงทำให้ความปวดลดลง

มธุรส สว่างบำรุง (2544) ได้วิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาว่า วิธีการใดจะสามารถลดความเครียดในสตรีแม่บ้านวัยหมดประจำเดือนได้ดีกว่ากัน โดยดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน คือ กลุ่ม 1 ให้ฟังดนตรีนาน 30 นาที ตามด้วยให้คำปรึกษาแบบกลุ่มนาน 1 ชั่วโมง กลุ่ม 2 ให้คำปรึกษาแบบกลุ่มนาน 1.30 ชั่วโมง และกลุ่ม 3 ให้ฟังดนตรีนาน 1.30 ชั่วโมง ทุกกลุ่มใช้เวลาในการทำกิจกรรมติดต่อกัน 5 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน โดยใช้เพลงคลาสสิก เพลงลูกทุ่ง เพลงลูกกรุง เพลงสากล เพลงไทยเดิม ได้แก่ ลาวเสี่ยงเทียน ลาวดวงเดือน ลาวกระทบไม้ ลาวคำหอม ลาวเจริญศรี ลาวดำเนินทราย ลาวครวญ ลาวลำปาง ลาวล่องน่าน ลาวเจ้าสู ลาวกระแต ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้ให้คำปรึกษาแบบกลุ่มร่วมกับดนตรีบำบัดมีความเครียดในวัยหมดประจำเดือนแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการให้คำปรึกษาแบบกลุ่มและกลุ่มดนตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะการให้คำปรึกษาแบบกลุ่ม จะเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความคิด ความรู้สึก การยอมรับตนเอง นำไปสู่การหยั่งเห็นทางเลือกที่เหมาะสมกับตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง ประกอบกับการฟังดนตรีจะช่วยเบี่ยงเบนความสนใจ และกระตุ้นให้ต่อมพิทูอิตารี่หลั่งสารเอนดอร์ฟิน ซึ่งมีผลต่ออารมณ์ จึงทำให้ความเครียดลดลงไปอีก แต่เมื่อเปรียบเทียบความเครียดในวัยหมดประจำเดือนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการให้คำปรึกษา แบบกลุ่มกับกลุ่มดนตรี กลับพบว่าลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุษกร สำโรงทอง และเสก อักษรานุเคราะห์ (2544) ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นอัมพาตครึ่งซีก 21 คน ฝึกเล่นเพลงสร้อยสนตัดด้วยระนาดเอก อังกะลุง กรับพวง นาน 30 นาทีต่อครั้ง และให้กลุ่มควบคุมฝึกเล่นเพลงสุกี้ยากี้ด้วยระนาดฝรั่ง กระดิ่งพวง กรับสเปน นาน 30 นาทีต่อครั้ง แล้วเปรียบเทียบกำลังของกล้ามเนื้อทั้งสองกลุ่มหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การบำบัดผู้ป่วยด้วย

เครื่องดนตรีไทยมีประสิทธิภาพในการเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อโดยรวมมากกว่าการบำบัดด้วยเครื่องดนตรีแบบอะกะโบชิ

โสพส สนธิเณร (2546) ให้นักศึกษาที่เรียนกลุ่มการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน และนักศึกษาที่เรียนกลุ่มการเรียนวิชาภาษาไทย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 17 คน เข้าเรียนโดยมีดนตรีประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งต้องฟังเพลง 3 ช่วง คือ ก่อนเรียน ขณะทำแบบฝึกหัด และ 5 นาทีก่อนหมดชั่วโมง ใช้เวลาเรียน 10 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมง ในแต่ละครั้งที่เรียนจะมีนักศึกษาเข้าเรียนไม่ครบ ใช้เพลงคลาสสิก เพลงไทยสากล เพลงสากล เพลงไทยเดิม ได้แก่ แขกเชิญเจ้า ต้นบรเทศ ลาวเจริญศรี จีนรำพัด แสนคำนึง แขกสาหร่าย พม่าเขว พม่ารำขวาน เขมรไทรโยค ลาวครวญ ชมจันทร์ อาหนู ลาวเสี่ยงเทียน ลาวดำเนินทราย นางครวญ และคลื่นกระทบฝั่ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนกลุ่มการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 40 คน และนักศึกษาที่เรียนกลุ่มการเรียนวิชาภาษาไทย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 35 คน ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์มีผลการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ กลุ่มทดลองที่เรียนวิชาภาษาไทยมีผลการเรียนไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิมพร ลีละวัฒนากุล ศิริรัตน์ ปานอุทัย และลดาวัลย์ ภูมิวิชชุเวช (2547) ให้ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยหนักไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง จำนวน 15 คน ฟังดนตรี 3 วัน ๆ ละ 2 ครั้ง ๆ ละ 20 นาที โดยให้เลือกดนตรีจากที่จัดไว้ให้ คือ ลาวเสี่ยงเทียน ลาวเจ้าสู ลาวกระแต ลาวกระทบไม้ ลาวดวงเดือน ลมหวน ลาวเจริญศรี เขมรไทรโยค ต้นวรเชษฐ์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนความวิตกกังวลแฝงระดับเดียวกัน จำนวน 15 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีความวิตกกังวลต่อความเจ็บป่วยในวันที่ 1 ลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เนื่องจากดนตรีทำให้เบี่ยงเบนความสนใจจากสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวล นอกจากนี้การฟังดนตรีบรรเลงยังทำให้ผู้ป่วยปล่อยอารมณ์ให้คล้อยตามเสียงดนตรี มีผลต่อสมองส่วนลิมปิกที่เป็นศูนย์กลางของอารมณ์ความรู้สึก เกิดความรู้สึกพึงพอใจ ผ่อนคลาย และต่อมพิทูอิตารี่หลั่งสารเอนดอร์ฟินเพิ่มมากขึ้น แต่ในวันที่ 2 และวันที่ 3 ทั้งสองกลุ่มมีความวิตกกังวลต่อความเจ็บป่วยไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการพยาบาลตามปกติจะได้รับความรู้เกี่ยวกับโรค การรักษา การปฏิบัติตัว ทำให้ผู้ป่วยมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับโรคที่เป็นอยู่ สามารถคาดถึงเหตุการณ์ที่จะเผชิญได้ จึงลดความรู้สึกไม่แน่นอน และช่วยลดความวิตกกังวลได้

มณฑารพ สระแกทอง (Srakaethong, 2005) ให้หญิงที่มารับการขูดมดลูกด้วยโรคทางนรีเวชกรรม จำนวน 30 คน ฟังดนตรีขณะขูดมดลูกนาน 60 นาที ดนตรีที่ใช้มี 7 ประเภท คือ เพลงไทยสากล เพลงสากล เพลงไทยลูกทุ่ง เพลงไทยสากล (ประสานเสียง) เพลงสากล (บรรเลง) เพลงโคราชประยุกต์ และเพลงไทยเดิม (บรรเลง) ได้แก่ แขกสาหร่าย แขกบรเทศ ลาวสมเด็จ ต้อยตลิ่ง

สร้อยแสงทอง เขมรเอวบาง เขมรไทรโยค ลาวเจริญศรี ลาวคำหอม ลาวดวงเดือน จีนขวัญอ่อน มอญอ้อยอิ่ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการพยาบาลตามปกติ จำนวน 30 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความเจ็บปวด ความดันโลหิตค่าบน (SBP) และความดันโลหิตเฉลี่ยหลังขูดมดลูกน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากดนตรีทำให้เบี่ยงเบนความปวดมาอยู่ที่เสียงดนตรี จึงทำให้เกิดการผ่อนคลาย

สุกรี เจริญสุข (2550) ได้ทดลองกับตนเอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของดนตรีต่อจิตใจมนุษย์ และเรียบเรียงเสียงประสานเพลงไทยที่ช่วยพัฒนาศักยภาพของสมอง มีรายละเอียด ดังนี้

วัตถุประสงค์แรก ได้ทดลองฟังเพลง ร้องเพลง และเป่าแซกโซโฟนเพลงที่ชอบและรู้จักคุ้นเคย คือ เพลงนกเขามะราปี ทั้งในจังหวะที่เร็วและช้า ไปพร้อม ๆ กับวัดชีพจร พบว่า เพลงที่ร้อง ดนตรีที่เล่น และจิตใจของผู้เล่นมีความสัมพันธ์กัน เพลงที่รู้จักคุ้นเคย ไม่ว่าจะเป็นการฟัง การร้องเพลง และการเล่นดนตรีมีผลต่อหัวใจมากกว่าบทเพลงที่ไม่คุ้นเคย เพราะเป็นความรู้สึกที่ไม่แปลกแยก ไม่ต้องสร้างความรู้สึกใหม่ เกิดความรู้สึกที่เป็นกันเองกับการฟังเพลง และบทเพลงที่รู้จักสามารถเข้าถึงจิตใจได้ง่าย นอกจากนี้การฟังเพลงยังมีผลต่อการเต้นของหัวใจ โดยเพลงที่มีจังหวะช้า หัวใจจะเต้นช้า เพลงที่มีจังหวะเร็ว หัวใจจะเต้นเร็ว

ส่วนวัตถุประสงค์ที่ 2 ได้เลือกเพลงเพื่อมาจัดทำเสียงเพลงประจำชาติ 4 แผ่น คือ ชุดเพลงพระราชนิพนธ์ ชุดเพลงราชสำนัก ชุดเพลงโบราณ และชุดเพลงพื้นบ้าน โดยแต่ละชุดจะประกอบด้วยเพลงที่มีอารมณ์ต่าง ๆ 5 ประเภท คือ

กลุ่มดนตรีใช้สร้างจินตนาการ (Creativity) ประกอบด้วย บุหลันลอยเลื่อน (2 ชั้น) ลาวคำหอม (2 ชั้น) ศรีอยุธยา กฤษดาภินิหาร เขมรลอออองค์ (เถา มาจากเขมรเอวบาง 2 ชั้น)

กลุ่มดนตรีสำหรับคลายเครียด (Relaxation) ประกอบด้วย ศรีอยุธยา ลาวคำหอม ลาวดำเนินทราย (2 ชั้น) พม่าประเทศ ลาวดวงเดือน (2 ชั้น) เพลงพื้นบ้านภาคเหนือ เพลงพื้นบ้านอีสาน บทเพลงร็องเง็ง บทเพลงพระราชนิพนธ์อาทิตย์อับแสง บทเพลงพระราชนิพนธ์สายฝน บทเพลงพระราชนิพนธ์ใกล้รุ่ง บทเพลงพระราชนิพนธ์ไร้เดือน

กลุ่มดนตรีกระตุ้นและเรียกร้องความสนใจ (Attention) ประกอบด้วย คลื่นกระทบฝั่ง กฤษดาภินิหาร บทเพลงพระราชนิพนธ์ไกลกังวล บทเพลงพระราชนิพนธ์ชุดกินรี

กลุ่มดนตรีปลุกสมองให้ตื่น (Brain Wake Up) ประกอบด้วย อัศวลีลา เขมรลอออองค์ โหมโรงขวัญเมือง พม่าเขว (ชั้นเดียว) บทเพลงพระราชนิพนธ์ค้างคาวกินกล้วย บทเพลงพระราชนิพนธ์ดวงใจนิรันดร์ บทเพลงพระราชนิพนธ์ชะตาชีวิต บทเพลงพระราชนิพนธ์พระมหามงคล บทเพลงพระราชนิพนธ์มาร์ชราชวัลลภ

กลุ่มบทเพลงที่สร้างความรู้สึกทางอารมณ์ให้เกิดความสะเทือนใจ (Emotional and Sensibility) ประกอบด้วย มอญกละ แขกขาว (2 ชั้น) ราตรีประดับดาว (2 ชั้น) เพลงพื้นเมืองภาคใต้ นกเขามะราปี เพลงพระราชนิพนธ์ชุดกินรี

ยุทธนา ฉัพพรรณรัตน์ (2551) ได้สร้างโปรแกรมดนตรีบำบัดเพื่อลดภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตนักศึกษาไทย โดยมีการควบคุมบริบท ได้แก่ อาหาร เครื่องดื่ม แสง สี เสียง กลิ่น และอุณหภูมิ ส่วนบทเพลงที่ใช้สังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิดของโรเจอร์ ประกอบด้วย เพลงลาวสวยรวย สาลิกาแก้ว สร้อยสนตัด ลาวสมเด็จ คลื่นกระทบฝั่ง ลาวต้อยติ่ง เขมรพายเรือ ขอมทรงเครื่อง เขมรพวง พม่าเขว ซึ่งเป็นเพลงอัตราจังหวะ 2 ชั้น นำไปใช้กับนิสิต จำนวน 12 คน พบว่า คะแนนภาวะซึมเศร้าของกลุ่มตัวอย่างหลังเข้าร่วมโปรแกรมมีระดับคะแนนลดลง

กาญจนา พิบูลย์ พวงทอง อินใจ และเอียน สมิท (2552) ได้ศึกษาผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้า จำนวน 10 คน เข้ารับโปรแกรมดนตรีบำบัด จำนวน 8 ครั้ง ๆ ละ 60 นาที ภายในเวลา 5 สัปดาห์ ใช้ดนตรีไทยเดิมแต่ไม่ได้ระบุชื่อเพลง มีการประเมินผลหลังเสร็จสิ้นโปรแกรม และติดตามผลต่ออีก 4 สัปดาห์ ผลวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยภาวะซึมเศร้าหลังการทดลองต่ำกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของภาวะซึมเศร้าระยะติดตามผล 4 สัปดาห์ ต่ำกว่าก่อนการทดลอง แต่สูงกว่าหลังการทดลอง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อธิบายว่า เสียงดนตรีมีผลต่อสมองส่วนลิมปิกที่เป็นศูนย์กลางของอารมณ์ความรู้สึก การเรียนรู้ และความจำ จึงทำให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจ นอกจากนี้ยังมีหลั่งสารเอนดอร์ฟินเข้าสู่กระแสเลือด จึงช่วยผ่อนคลายความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้า

นิตยา พรหมมินทร์ สุพัตรา ปวนไฝ รัตนา กาญจนะหุต และณุพัทธ ไชยมงคล (2552) ได้ศึกษาผู้ป่วยหลังผ่าตัดกระดูกสันหลังระดับเอวที่มีคะแนนความปวดอยู่ที่ 4-7 คะแนน จำนวน 20 คน ฟังดนตรีนาน 30 นาที อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เริ่มตั้งแต่ผู้ป่วยรู้สึกตัวดีจนครบ 48 ชั่วโมงหลังผ่าตัด โดยเลือกจากเพลงที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้ ประกอบด้วย เพลงคลาสสิก เพลงไทยสากลทั้งลูกทุ่งและลูกกรุง เพลงไทยเดิม (ลาวดวงเดือน ต้นวรเชษฐ์) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จำนวน 20 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความปวด จำนวนครั้งเฉลี่ยของการได้ยาแก้ปวดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมทั้งในระยะ 24 ชั่วโมงแรก และช่วง 24-48 ชั่วโมงหลังผ่าตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มทดลองมีจำนวนครั้งในการใช้ยาแก้ปวดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อธิบายว่า ดนตรีจะกระตุ้นต่อมพิทูอิตารี่ให้หลั่งสารเอนดอร์ฟิน ซึ่งช่วยบรรเทาความปวดโดยธรรมชาติ แต่การฟังดนตรีเพียง 2 ครั้งต่อวัน อาจไม่เพียงพอในการควบคุมความปวด

กรวิกา ชูขันธ์ จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์ และศิริตรี สุทธจิตต์ (2553) ได้ศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคมะเร็ง และได้รับยาเคมีบำบัด จำนวน 15 คน ได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับโรคมะเร็ง ยาที่ใช้ อาการข้างเคียงของยา และวิธีปฏิบัติเมื่อมีอาการข้างเคียงของยา เป็นเวลา 20

นาที ร่วมกับฟังเพลง เป็นเวลา 30 นาทีในวันแรกที่ได้รับยาเคมีบำบัด ส่วนในวันที่ 2-5 ของการได้รับยาเคมีบำบัด ให้ฟังดนตรีวัน ๆ ละ 30 นาที โดยใช้เพลงบรรเลงลาวดวงเดือน เขมรไทรโยค ลมหวน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการดูแลตามปกติ จำนวน 15 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีระดับความปวด ความเครียด และความรุนแรงของภาวะซึมเศร้าหลังให้คำแนะนำร่วมกับฟังดนตรีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่า มีการนำดนตรีไทยเดิมไปศึกษาทั้งด้านร่างกายและจิตใจเกือบทุกวัยยกเว้นหญิงตั้งครรภ์ มีวิธีการนำดนตรีไปใช้ 3 วิธี คือ ฟังดนตรีเพียงอย่างเดียว ฟังดนตรีร่วมกับการใช้เทคนิคอื่น ๆ และการใช้ดนตรีประกอบกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับดนตรีไทยเดิมที่ใช้ในงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3 และให้คำอธิบายว่า ดนตรีช่วยเบี่ยงเบนความสนใจ โดยการกระตุ้นสมองส่วนหน้าให้หลั่งสารเอนดอร์ฟิน จึงช่วยบรรเทาปวดโดยธรรมชาติ นอกจากนี้ดนตรียังส่งทอดพลังประสาทไปตามเร็ตติคิวรา แอกติเวติ้ง ซีสเต็ม (RAS) ขึ้นไปสู่สมองใหญ่ (Cerebrum) มีผลต่อจินตนาการทางอารมณ์ ทำให้ความวิตกกังวลลดลง สำหรับดนตรีที่มีท่วงทำนอง จังหวะ ลีลาราบเรียบ นุ่มนวล สบายอารมณ์ จะทำให้ระดับอดรีนาลินลดต่ำลง มีผลให้ความดันโลหิตลดลง เป็นแนวคิดในการอธิบายว่า ดนตรีมีผลต่อมนุษย์ ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ยังไม่มีการศึกษาการใช้ดนตรีไทยเดิมในการเพิ่มความจำขณะคิด รวมทั้งยังไม่มีการใช้คลื่นไฟฟ้าสมองเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการทำงานของสมอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำดนตรีไทยเดิมบรรเลง ที่ทำให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ร่วมกับเกิดความรู้สึกตื่นตัวหรือตื่นเต้น เร้าใจ มาเป็นเครื่องมือในการวิจัย ทั้งนี้เพื่อให้เสียงดนตรีไปกระตุ้นวิถีประสาทที่เกี่ยวข้องกับการได้รับรางวัล (Reward Pathway) รวมทั้งสามารถกระตุ้นเรติคูลาร์ ฟอร์เมชัน (Reticular Formation) ของก้านสมอง (Brain Stem) ได้ด้วย ซึ่งน่าจะส่งผลให้ความจำขณะคิดดีขึ้น และใช้คลื่นไฟฟ้าสมองมาเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3 ดนตรีไทยเดิมที่นำมาใช้ในงานวิจัย

อัตราจังหวะสองชั้น (จำนวน*)	ยังไม่ทราบอัตราจังหวะ (จำนวน)	อัตราจังหวะชั้นเดียว (จำนวน)
บุหลันลอยเลื่อน (2)	ศรีอยุธยา	พม่าเขว
ลาวคำหอม (5)	กฤษดาภินิหาร	
เขมรลอออองค์ (มาจากเขมรเอวบาง 2 ชั้น) (2)	พม่าประเทศ	
ลาวดำเนินทราย (5)	อัศวลีลา (2)	
ลาวดวงเดือน (8)	โหมโรงขวัญเมือง	
คลื่นกระทบฝั่ง (3)	ค้างคาวกินกล้วย	
แขกขาว	มอญกละ	
ราตรีประดับดาว (2)	ลาวเสี่ยงเทียน (4)	
ลาวสวยรวย (3)	ลาวเจ้าสู (2)	
สาลิกาแก้ว	ลาวกระแต (2)	
สร้อยสนตัด (2)	ลาวกระแตเล็ก	
ลาวสมเด็จ (3)	ลาวกระทบไม้ (4)	
ลาวต้อยติ่ง	ลมหวน (3)	
เขมรพายเรือ	ลาวเจริญศรี (4)	
ขอมทรงเครื่อง	เขมรไทรโยค (5)	
พม่าเขว (2 ชั้น) (3)	ต้นวรเชษฐ์ (2)	
มอญอ้อยอิ่ง	ต้นบรเทศ	
แขกเชิญเจ้า	แขกบรเทศ	
แขกสาหร่าย (2)	โยสลัม	
สร้อยลำปาง	เต่าเห่	
นางครวญ	ลาวครวญ (2)	
	ลาวลำปาง	
	ลาวอ่องน่าน	
	จีนรำพัด	
	แสนคำนึง	
	พม่ารำขวาน	
	ชมจันทร์	
	อาหนู	
	ต้อยตลิ่ง	
	สร้อยแสงทอง	
	สร้อยแสงแดง	
	จีนขวัญอ่อน	
	ลาวซุ้ม	
	ทยอยญวณ	

หมายเหตุ: * จำนวนงานวิจัยที่ใช้ดนตรีไทยเดิม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University