# การวัดคลื่นสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยเพลง โดยใช้ EPOC+ และ Sleep Tracker

# BRAINWAVE MEASUREMENT WHEN ACTIVATED MUSIC BY EPOC+ AND SLEEP TRACKER

นูรฮายาตี มะรอเซะ
NURHAYATEE MAHROZEH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

KMITL-2016-EN-M-045-006

# การวัดคลื่นสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยเพลง โดยใช้ EPOC+ และ Sleep Tracker

# BRAINWAVE MEASUREMENT WHEN ACTIVATED MUSIC BY EPOC+ AND SLEEP TRACKER

นูรฮายาตี มะรอเซะ
NURHAYATEE MAHROZEH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559
KMITL-2016-EN-M-045-006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# BRAINWAVE MEASUREMENT WHEN ACTIVATED MUSIC BY EPOC+ AND SLEEP TRACKER

NURHAYATEE MAHROZEH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
*MASTER OF ENGINEERING IN BIOMEDECAL ENGINEERING*
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2016

KMITL-2016-EN-M-045-006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

---

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การวัดคลื่นสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยเพลงโดยใช้ EPOC+ และ Sleep Tracker

**Thesis Title** Brainwave Measurement when Activated Music by EPOC+ and Sleep Tracker

**นักศึกษา** นางสาวนูรฮายาตี มะรอเซะ

**รหัสประจำตัว** 57601196

**ปริญญา** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** วิศวกรรมชีวการแพทย์

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ

**หมายเลขวิทยานิพนธ์** KMITL-2016-EN-M-045-006

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | | ลายมือชื่อ |
|---|---|---|
| ผศ.ดร.สุพันธุ์ | ตั้งจิตกุศลมั่น | |
| รศ.ดร.ชูชาติ | ปิณฑวิรุจน์ | |
| ผศ.ดร.อาทร | สรรพานิช | |
| ดร.สุรเดช | ตรีไตรลักษณะ | |
| ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ | ผาสุขกิจ | |

**วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ** วันพุธที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เวลา 10.00-12.00 น.

**สถานที่สอบ** ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว**

**(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)**

**คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การวัดคลื่นสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยเพลง โดยใช้ EPOC+ และ Sleep Tracker |
| **นักศึกษา** | นางสาวนูรฮายาตี มะรอเซะ |
| **รหัสประจำตัว** | 57601196 |
| **ปริญญา** | วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมชีวการแพทย์ |
| **พ.ศ.** | 2559 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ |


**บทคัดย่อ**

วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการลดระดับความตึงเครียดของกลุ่มอาสาสมัครที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี จำนวน 20 รายโดยใช้วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่เรียกว่า อีอีจี (Electroencephalogram : EEG) สำหรับแนวความคิดในการใช้เสียงเพลงเพื่อลดระดับอารมณ์ของอาสาสมัครตัวแปรหลักที่ใช้ได้แก่ Emotiv EPOC+ และเสียงเพลงช่วงจังหวะความเร็วที่ 125-140 บีท/นาที จำนวนทั้งสิ้น 3 เพลง ขณะทำการทดลองอาสาสมัครจะฟังเพลงผ่านหูฟังและสวมอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เพื่อตรวจจับคลื่นสมองที่สัมพันธ์กับอารมณ์ และตรวจวัด EEG เพื่อระบุคลื่นสมองที่เกิดขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองข้อมูลที่ได้ถูกนำมาคำนวณ วิเคราะห์ และบันทึกผลการทดลอง ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองสรุปได้ว่าเพลง Boom Boom Pow ช่วยให้อาสาสมัครรู้สึกผ่อนคลายได้มากที่สุด และจากการสอบถามเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองพบว่าความพึงพอใจจากอาสาสมัครในการฟังเพลงนี้อยู่ที่ 2.85 ตามด้วย Rolling in the deep และ Drinking from the bottle อยู่ที่ 1.6 และ 1.55 ตามลำดับ สำหรับการทดลองที่ใช้เสียงดนตรีในการนอนหลับพบว่า ดนตรีสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการนอนหลับของอาสาสมัครก่อนเข้านอน ซึ่งเป็นการสังเกตช่วงของการรบกวน (Interrupted) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการนอนโดยใช้ Sleep Tracker จากการทดลองพบว่าเสียงดนตรีสามารถเปลี่ยนแปลงการเกิด Interrupted ที่ลดลง 22 ครั้ง/คืนอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพฤติกรรมการนอนโดยทั่วไปกับพฤติกรรมการนอนโดยการใช้เสียงดนตรีเข้าช่วย

จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาต่อเรื่องการใช้เสียงเพลงเพื่อลดระดับอารมณ์ในการเลือกใช้ประเภทของเพลงและสถานการณ์ที่หลากหลาย หรือช่วงอายุที่แตกต่างด้วยดนตรีบำบัดเพื่อช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Title** | Brainwave Measurement when Activated Music by EPOC+ and Sleep Tracker |
| **Student** | Miss Nurhayatee Mahrozeh |
| **Student ID.** | 57601196 |
| **Degree** | Master of Engineering |
| **Program** | Biomedical Engineering |
| **Year** | 2016 |
| **Thesis Advisor** | Asst.Prof.Dr.Pattarapong Phasukkit |


## ABSTRACT

This thesis aims to study how to reduce the emotion level of 20 volunteers in age ranged 22-25 years old, by using the device was manufactured for measurement of brain waves as known as EEG (Electroencephalogram:EEG) for an ideas using music to reducing the emotion level of volunteers. The main of the variables are including Emotiv EPOC+ and the music with a tempo between 125-140 beat/minutes totally 3 songs. While the experiment, volunteers will listening to music through earphones, For the Emotiv EPOC+ device to detecting and identify brain waves associated with the emotional states that occurred, and measuring EEG to identify the brain waves that occurred. After the experiment finished, all data being calculated, analyzed and saved results. Results from the experiment concluded the song of Boom Boom Pow helping the volunteers feel relaxed and inquiring on the satisfaction of volunteers in music found Boom Boom Pow was at 2.85, followed by Rolling in the deep and Drinking from the bottle were at 1.6 and 1.55 respectively. On the experiment by using music helped sleep found the music can change behavioral sleep of the volunteer by observation the Interrupted time that occurs during sleep moment using the Sleeptracker. The results showed the music can help reducing Interrupted sleep moment 22 times/night when compare between the behavior of a general sleep and the behavior sleep by using music.

From this thesis can leading to development use the music to emotional reduce other cases such select the variety of music and environment situations or a different of age with music therapy to return to the normal mood.



เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ ที่ให้ความช่วยเหลือคอยให้คำปรึกษา ให้คำชี้แนะ และช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทำวิจัยในการดำเนินการทดลอง อีกทั้งยังให้ความรู้ แนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และประสบการณ์ที่ดีให้กับข้าพเจ้า ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในการอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณบุคคลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตซึ่งได้แก่ บิดา มารดา พี่น้อง และสมาชิกในครอบครัวที่คอยสนับสนุน เคียงข้างและให้กำลังใจตลอดมา ทั้งคอยรับฟังและแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหา คอยเป็นห่วงและให้ความรักเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยให้ความร่วมมือในการทดลอง เป็นกำลังใจในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงและช่วยเหลือกันด้วยดีตลอดมา

และขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบทุกท่านที่แนะนำและชี้แนะแนวทาง

ผู้วิจัยหวังว่าบทความวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้

นูรฮายาตี มะรอเซะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย .....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูปภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.5 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอารมณ์.....4

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมอง.....7

2.2.1 สมองกับการรับรู้เสียง.....9

2.2.2 การทำงานของสมองที่เกี่ยวกับอารมณ์.....12

2.2.3 สมอง และการทำงานของคลื่นสมอง.....12

2.3 ดนตรีพัฒนาคลื่นสมอง.....14

2.4 ดนตรีบำบัด.....16

2.4.1 ดนตรีบำบัด.....16

2.4.2 ประโยชน์ดนตรีบำบัด.....18

2.5 เครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograph : EEG).....19

2.5.1 รูปแบบของคลื่นไฟฟ้า (EEG).....21

2.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่สมองและระดับของการมีสติ การรับรู้.....22

2.5.3 Fourier Transform.....24

2.5.4 การแปลงฟูเรียร์อย่างเร็ว (Fast Fourier Transform : FFT).....24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.6 Emotiv EPOC+ ..... 25
2.6.1 ชุดหูฟังระบบประสาท EPOC (EPOC Neuroheadset) ..... 25
2.6.2 Emotiv EPOC+ ..... 26
2.7 การนอนหลับ ..... 27
2.7.1 วิทยาศาสตร์การนอนหลับ ..... 27
2.7.2 ลักษณะการนอน ..... 28
2.7.3 วัฏจักรระยะเวลาของการนอนหลับ ..... 30
2.7.4 กลไกการนอนหลับ ..... 30
2.8 Sleep Tracker Pro ..... 31
2.9 บทความที่เกี่ยวข้อง ..... 32

บทที่ 3 ขั้นตอน และวิธีการทดลอง ..... 35
3.1 การเลือกอุปกรณ์ ..... 35
3.1.1 Emotiv EPOC+ ..... 35
3.1.2 หน้าต่าง Panel ..... 36
3.1.3 หน้าต่างการทำงานของ EEG ..... 39
3.2 ออกแบบวิธีการทดลอง ..... 41
3.2.1 แนวความคิดและหลักการทำงาน ..... 41
3.2.2 อาสาสมัคร ..... 42
3.2.3 เพลงที่ใช้ในการทดลอง ..... 42
3.3 การทดลอง ..... 43
3.3.1 การทดลองในการใช้เสียงเพลงลดระดับอารมณ์ ..... 43
3.3.2 การทดลองในการใช้ดนตรีสังเกตพฤติกรรมการนอน ..... 44

บทที่ 4 ผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ..... 45
4.1 การตรวจจับคลื่นสมองสัมพันธ์กับความรู้สึก ..... 45
4.1.1 ผลการทดลองด้วยเพลง Boom Boom Pow ..... 47
4.1.2 ผลการทดลองด้วยเพลง Rolling in the deep ..... 48
4.1.3 ผลการทดลองด้วยเพลง Drinking from the bottle ..... 50


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


4.2 การตรวจจับคลื่นสมองสัมพันธ์กับ EEG....53
4.2.1 การทดลองที่เกิดขึ้นกับอาสาสมัคร....54
4.2.2 ผลการทดลองด้วยเพลง Boom Boom Pow....57
4.2.3 ผลการทดลองด้วยเพลง Rolling in the deep....58
4.2.4 ผลการทดลองด้วยเพลง Drinking from the bottle....59
4.3 การทดลองในการใช้เสียงเพลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนอนอย่างง่าย....62
4.3.1 การนอนหลับโดยทั่วไป....63
4.3.2 พฤติกรรมการนอนที่ใช้เสียงดนตรีเข้าช่วยเพื่อผ่อนคลาย....65
4.3.3 การแสดงพื้นที่สมองที่เกิดจากการใช้เสียงเพลงช่วยก่อนการนอนหลับ....68
4.4 อภิปรายสรุปผลการทดลอง....74
4.4.1 ผลการทดลองในการใช้เสียงเพลงเพื่อช่วยลดระดับอารมณ์ของอาสาสมัคร....74
4.4.2 ผลการทดลองในการใช้ดนตรีช่วยในการนอนหลับ....75

บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ....76
5.1 สรุปผลงานวิจัย....76
5.2 ข้อจำกัดในการทำงานวิจัย....76
5.3 ข้อเสนอแนะ....77

เอกสารอ้างอิง....78

ภาคผนวก....81
ภาคผนวก ก. ผลการทดลองด้วยวิธีการตรวจจับคลื่นสมอง EEG โดยใช้ Emotiv EPOC+....82
ภาคผนวก ข. คุณสมบัติของเครื่อง Emotiv EPOC+....91
ภาคผนวก ค. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์....99

ประวัติผู้เขียน....111



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

ตารางที่ 2.1 การแสดงหน้าที่ของอารมณ์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม.....6
ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของสมอง 3 ส่วน.....7
ตารางที่ 3.1 สถานะอารมณ์ ความรู้สึกที่ระบุโดย Emotiv Epoc+.....39
ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Boom Boom Pow ในอาสาสมัคร 20 ราย.....47
ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Rolling in the deep ในอาสาสมัคร 20 ราย.....49
ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Deinking from the bottle
ในอาสาสมัคร 20 ราย.....50
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีในแต่ละเพลงที่ใช้การทดลอง.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


**รูปที่** **หน้า**

รูปที่ 2.1 ลักษณะของคลื่นสมองในแต่ละช่วง....13

รูปที่ 2.2 กระบวนการทำงานของเครื่องสร้างแผนที่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง....19

รูปที่ 2.3 ตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าสมอง....22

รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่สมอง และการมีสติในการรับรู้....23

รูปที่ 2.5 ชุดอุปกรณ์ Emotiv EPOC+....26

รูปที่ 2.6 Nathaniel Kleitman....27

รูปที่ 2.7 วัฏจักรของการนอน....30

รูปที่ 2.8 นาฬิกา Sleeptracker Pro....31

รูปที่ 2.9 หน้าต่างแสดงข้อมูลที่บันทึกจากนาฬิกา....32

รูปที่ 3.1 ตำแหน่งอิเลคโทรดทั้ง 16 ตำแหน่งจาก 10-20 ตำแหน่งที่เป็นมาตรฐาน....35

รูปที่ 3.2 คุณสมบัติของอุปกรณ์ Emotiv EPOC+....36

รูปที่ 3.3 การเชื่อมระหว่างอิเลคโทรดกับศีรษะในตำแหน่งที่เหมาะสม....36

รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อในลักษณะต่างๆ ที่เกิดขึ้น....37

รูปที่ 3.5 หน้าต่างการทำงานในส่วน Performance Metrics & Emotional States....38

รูปที่ 3.6 หน้าต่างการทำงานในส่วน EEG....40

รูปที่ 3.7 ภาพรวมการทำงานสำหรับการทดลอง....42

รูปที่ 3.8 ไดอะแกรมแสดง Deployment View....44

รูปที่ 4.1 หน้าต่างแสดงคลื่นสัญญาณสมองตามความรู้สึก....45

รูปที่ 4.2 ข้อมูลของสัญญาณคลื่นสมองที่เกิดขึ้น....46

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการทดลองที่ได้จากเพลง Boom Boom Pow....48

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการทดลองที่ได้จากเพลง Rolling in the deep....50

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการทดลองที่ได้จากเพลง Drinking from the bottle....52

รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการทดลองในการตรวจจับความรู้สึกที่เกิดขึ้นในการทดลอง
ขณะฟังเพลงที่มีช่วงความเร็วของจังหวะที่ 125-140 บีทต่อนาที....53

รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงคลื่น EEG แต่ละอิเลคโทรดที่ได้จากอาสาสมัคร....53

รูปที่ 4.8 คลื่นสมองที่เกิดขึ้นในการทดลองจากอาสาสมัครคนที่ 1....55

รูปที่ 4.9 คลื่นสมองที่เกิดขึ้นในการทดลองจากอาสาสมัครคนที่ 14....56

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Boom Boom Pow....58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Rolling in the deep....58
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Drinking from the bottle....59
รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบผลการทดลองในการตรวจจับ EEG ที่เกิดขึ้นในการทดลอง....60
รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบเพลงที่สามารถทำให้ผ่อนคลายได้ดีที่สุด....62
รูปที่ 4.15 ผลที่ได้จากการนอนหลับทั่วไป....63
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงเปรียบเทียบการนอนหลับทั่วไป....63
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงเปรียบเทียบคะแนนการนอนหลับทั่วไปของอาสาสมัครกับค่าเฉลี่ยโลก....64
รูปที่ 4.18 ผลที่ได้การนอนหลับที่ใช้เสียงดนตรีเพื่อผ่อนคลาย....65
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงเปรียบเทียบการนอนหลับที่ใช้เสียงดนตรีเพื่อผ่อนคลาย....65
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงเปรียบเทียบคะแนนการนอนหลับที่ใช้เสียงดนตรีเพื่อผ่อนคลาย ของอาสาสมัครกับค่าเฉลี่ยโลก....66
รูปที่ 4. 21 กราฟแสดงระดับการรบกวนการนอนหลับโดยทั่วไปที่เกิดขึ้นของอาสาสมัคร เปรียบเทียบกับระดับการรบกวนเฉลี่ยทั่วโลก....67
รูปที่ 4. 22 กราฟแสดงระดับการรบกวนการนอนหลับโดยใช้เสียงดนตรีที่เกิดขึ้นของอาสาสมัคร เปรียบเทียบกับระดับการรบกวนเฉลี่ยทั่วโลก....68
รูปที่ 4.23 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองโดยทั่วไปก่อนการนอน....69
รูปที่ 4.24 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 1....70
รูปที่ 4.25 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 2....71
รูปที่ 4.26 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 3....71
รูปที่ 4.27 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 4....72
รูปที่ 4.28 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 5....73
รูปที่ 4.29 ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 6....73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในแต่ละวันของมนุษย์จะมีอารมณ์และความรู้สึกต่างๆ เกิดขึ้นมากมายตัวอย่างเช่น ความสุข ความทุกข์ ความเศร้าเสียใจ ความพึงพอใจ ความโกรธ ความร่าเริง ความเจ็บปวด และความผิดหวัง เนื่องจากตลอดเวลาในชีวิตของมนุษย์ดำรงอยู่ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งที่อยู่ภายใต้สิ่งเร้า (Stimulus) และประสบการณ์ (Experience) ที่มีอยู่จึงส่งผลให้อารมณ์มีการแปรเปลี่ยนตลอดเวลา ซึ่งอารมณ์ในลักษณะดังกล่าวมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการแสดงออกของมนุษย์

จากผลการวิจัยความเครียดที่เกิดขึ้นในประเทศไทยโดยกรมสุขภาพจิตกระทรวงสาธารณสุข[1] พบว่าในปี พ.ศ. 2549 คนไทยมีแนวโน้มเป็นโรคเครียด โดยสามารถแบ่งระดับความเครียดได้ดังนี้ ระดับความเครียดสูงสุดเกิดขึ้นอยู่ที่ 8% ระดับความเครียดปานกลางอยู่ที่ 33% และระดับความเครียดน้อยที่สุดอยู่ที่ 57% จากสถิติโรคเครียดสูงที่สุดส่วนใหญ่จะพบในหนุ่มสาวที่มีอายุในช่วง 25-35 ปี สำหรับนิยามของความเครียดเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อส่วนใดส่วนหนึ่งหรือหลายส่วนของร่างกายที่จำเป็นต้องมีอยู่เสมอในการดำรงชีวิต เช่น การทรงตัว และการเคลื่อนไหวทั่วไป มีการศึกษาที่พบว่าทุกครั้งที่มนุษย์คิดหรือมีอารมณ์บางอย่างเกิดขึ้นจะต้องมีการหดตัวหรือการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อแห่งใดแห่งหนึ่งในร่างกายเกิดขึ้นควบคู่เสมอ ความเครียดสามารถเกิดได้ในสถานการณ์ซึ่งจะเกิดจากสาเหตุภายนอก หรือเกิดขึ้นจากตัวของผู้ป่วย นอกจากนี้ความเครียดถือเป็นระบบเตือนภัยของร่างกายให้มีการเตรียมพร้อมที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การมีความเครียดน้อยเกินไปหรือมากเกินไปนั้นไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่เข้าใจว่าความเครียดเป็นสิ่งที่ไม่ดีและก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ อาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อ หัวใจเต้นเร็ว รู้สึกแน่นท้อง มีอาการมือเท้าเย็น แต่ในบางกรณีความเครียดถือเป็นส่วนที่ดี เช่น ความตื่นเต้น ความท้าทาย และความสนุก จึงสามารถสรุปได้ว่าความเครียดคือสิ่งที่เข้ามามีส่วนช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชีวิตที่มีทั้งผลดีและผลเสีย นอกจากนี้การพบเจอปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความเครียดในแต่ละวันอาจจะส่งผลต่อการนอนหลับ เมื่อมีความเครียดเพิ่มมากขึ้นการทำงานของสมองจะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน และหากเกิดการสะสมของความเครียดเป็นระยะเวลานานๆ จะส่งผลกระทบต่อปัญหาทางด้านสุขภาพจิตในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การทดลองในส่วนของการใช้เสียงเพลงเพื่อลดระดับอารมณ์ของอาสาสมัครจำนวน 20 ราย ที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่ Emotiv EPOC+ เพื่อตรวจจับคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดลอง เนื่องจาก Emotiv EPOC+ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการทำงานของ EEG เพื่ออ่านรูปแบบของสมอง และใช้เสียงเพลงที่มีช่วงจังหวะความเร็วที่ 125-140 บีท/เฮิร์ต นอกจากนี้ยังมีการทดลองในส่วนของการใช้เสียงเพลงสังเกตพฤติกรรมการนอนหลับ โดยใช้อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ และ Sleep Tracker เพื่อบันทึกข้อมูลการนอนหลับของอาสาสมัคร

<u>วัตถุประสงค์ในการทดลอง</u>

1. เพื่อตรวจจับคลื่นสมองที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะทางอารมณ์ที่เกิดขึ้นจากการฟังเพลงของอาสาสมัครในขณะทำการทดลอง โดยสามารถระบุอารมณ์ความรู้สึกที่เกิดขึ้นได้
2. เพื่อตรวจวัดคลื่นสมองที่เกิดขึ้นของอาสาสมัครที่เกิดจากการฟังเพลงในขณะทำการทดลองและสามารถแสดงผลของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นได้
3. เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการนอนหลับของอาสาสมัคร และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

## 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

Emotiv EPOC+ เป็นอุปกรณ์ใช้ในการใช้ตรวจจับสัญญาณคลื่นสมองที่ถูกส่งออกมายังหนังศีรษะซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการใช้งานเกี่ยวกับงานวิจัย โดยปกติการทำงานในการวัดคลื่นสมองจะมีความซับซ้อนแต่สำหรับอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ มีการทำงานที่แตกต่างจากเดิมอย่างสิ้นเชิง การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ มีการทำงานในลักษณะที่มีความละเอียดสูงสุดและนำเสนอช่องทางการเข้าถึงที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยอิเลคโทรดจำนวน 14 ตำแหน่ง EEG และ 2 ตำแหน่งอ้างอิง สำหรับการเกิดคลื่นสมองที่เครื่อง Emotiv Epoc+ ได้รับมีความแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งของอิเลคโทรดขึ้นอยู่กับสภาวะทางอารมณ์ของอาสาสมัครที่เกิดจากการทำงานของสมองในขณะทำการทดลอง

## 1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับทฤษฎีที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับเครื่องบันทึกคลื่นความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองหรือ Electroencephalogram (EEG) เป็นการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเพื่อบอกการทำงานของสมองสัมพันธ์กับเวลาในขณะนั้น ตัวอุปกรณ์สร้างจากกลุ่มอิเลคโทรดขนาดเล็กโดยทั่วไปนิยมใช้อิเลคโทรดจำนวนตั้งแต่ 10-300 ตัว การตรวจจับคลื่นสมอง EEG ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดของคลื่นไฟฟ้าสมองของเซลล์ประสาทที่เรียกว่า นิวรอน (Neuron) ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารสื่อประสาทเกิดเป็นคลื่นสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ชนิด ได้แก่ คลื่นเบต้า (Beta wave) คลื่นอัลฟ่า (Alpha wave) คลื่นเธต้า (Theta wave) และคลื่นเดลต้า (Delta wave) โดยคลื่นแต่ละชนิดพบได้ในสภาวะที่แตกต่างกัน

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

การทดลองในการใช้เสียงเพลงเพื่อลดระดับอารมณ์ของกลุ่มอาสาสมัครที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี จำนวนทั้งสิ้น 20 ราย โดยใช้เครื่อง Emotiv รุ่น EPOC+ ที่เป็น APIs และส่วนของการทำงานได้แก่ Facial Expressions, Performance, Emotional Metrics, Mental Commands และเสียงเพลงที่มีช่วงจังหวะความเร็วที่ 125-140 บีท/เฮิร์ต ในส่วนการทดลองที่ใช้เสียงเพลงเพื่อช่วยในการนอนหลับจะใช้ Emotiv EPOC+ และ Sleeptracker รุ่น Pro ในการบันทึกข้อมูลการนอนในแต่ละคืนของอาสาสมัคร สำหรับสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 ประเภทเป็นห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และเป็นสภาพแวดล้อมจริงที่อาสาสมัครพบเจอ เช่น ห้องทำงาน ห้องปฏิบัติการทดลองและห้องนอน เป็นต้น สำหรับขอบเขตสามารถอธิบายได้ดังนี้

<u>ขอบเขตการวิจัย</u>

1. ตรวจจับสภาวะทางด้านอารมณ์ของอาสาสมัครที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง
2. ตรวจวัดคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในขณะฟังเพลง
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการนอนหลับของอาสาสมัคร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการนอนหลับโดยทั่วไปกับการนอนที่ใช้เสียงเพลงเข้าช่วย

## 1.6โครงสร้างวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ของการศึกษา การตั้งสมมติฐานของการศึกษา ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งขอบเขตของการวิจัย

บทที่ 2 กล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอารมณ์ การทำงานของสมองที่เกี่ยวกับการรับรู้เสียง อารมณ์ การทำงานของคลื่นสมอง ต่อมาเป็นส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่ EPOC+ และ Sleep Tracker ตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 กล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ แนวความคิด วิธีการทำงานและสิ่งที่ต้องเตรียมในการทดลอง

บทที่ 4 กล่าวถึงผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์การทดลอง อาทิเช่น การตรวจจับคลื่นสมองที่สัมพันธ์กับความรู้สึกในขณะที่ทำการทดลอง การตรวจวัดคลื่น EEG และสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมการนอน

บทที่ 5 กล่าวถึงข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนาในการทำงานวิจัย

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอารมณ์

อารมณ์ หมายถึง การแสดงออกทางภาวะจิตใจที่ได้รับการกระทบหรือการกระตุ้นเพื่อให้เกิดการแสดงออกต่อสิ่งที่มากระตุ้น อารมณ์สามารถจำแนกออกได้ 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1. อารมณ์สุข คือ อารมณ์ที่เกิดขึ้นจากความสบายใจหรือสมหวัง
2. อารมณ์ทุกข์ คือ อารมณ์ที่เกิดขึ้นจากความไม่สบายใจหรือไม่สมหวัง

อารมณ์พื้นฐานของมนุษย์ ได้แก่ โกรธ กลัว รังเกียจ แปลกใจ ดีใจ และเสียใจ ถือเป็นอารมณ์พื้นฐานที่มีในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่สัมพันธ์กับการทำงานของระบบลิมบิก (Limbic System) ในสมองส่วนกลาง นอกจากนี้ในมนุษย์ยังพบว่ามีการทำงานของสมองส่วนหน้าบริเวณ Prefrontal มาเกี่ยวข้อง โดยมีการเชื่อมโยงกับระบบลิมบิกจึงทำให้คนเรามีลักษณะอารมณ์ความรู้สึกที่หลายหลากมากกว่าในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทอื่น ผลของอารมณ์ไม่ว่าสุขหรือทุกข์ ส่งผลทำให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ และมีการแสดงพฤติกรรมความรู้สึกตามอารมณ์ที่เกิดขึ้น

<u>ข้อสรุปเปรียบเทียบทฤษฎีอารมณ์ต่างๆ ของนักจิตวิทยา</u>

1. ทฤษฎีเจมส์-แลง สรุปว่าหลังจากที่เกิดการเร้าทางกายและพฤติกรรม จะทำให้รู้สึกถึงการเต้นของหัวใจ หายใจหอบ หน้าแดง และเหงื่อออกนำไปสู่ประสบการณ์ทางอารมณ์
2. ทฤษฎีแคนนอน-บาร์ด สรุปว่าการเร้าทางอารมณ์ พฤติกรรม และประสบการณ์ ส่งผ่านทางส่วนของธาลามัส (Thalamus) พร้อมๆ กัน
3. ทฤษฎีแชคเตอร์-ซิงเกอร์ สรุปว่าการเร้าอย่างเดียวไม่ทำให้เกิดอารมณ์ เนื่องจากบุคคลนั้นๆ จะต้องมีการแปลความเหตุการณ์ควบคู่ไปด้วย
4. แนวคิดร่วมสมัย สรุปว่าการประเมินก่อให้เกิดการเร้าพฤติกรรมการแสดงออกทางสีหน้าและเพิ่มความรู้สึกทางอารมณ์ซึ่งมีอิทธิพลและส่งผลต่อกระบวนการเร้าพฤติกรรมการแสดงออกและความรู้สึก

องค์ประกอบของอารมณ์ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านสรีระ (Physiological Dimension) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางร่างกายที่จะเกิดขึ้นควบคู่กับปฏิกิริยาทางอารมณ์ อารมณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระได้มากที่สุด ได้แก่ อารมณ์กลัวและอารมณ์โกรธ อารมณ์กลัวจะเกิดการหลั่งฮอร์โมนแอดรีนาลีน (Adrenalin) จากต่อมแอดรีนัล ส่วนอารมณ์โกรธจะเกิดการหลั่งของฮอร์โมนนอร์แอดรีนาลีน (Noradrenalin)
2. องค์ประกอบทางด้านการนึกคิด (Cognitive Dimension) หมายถึง การมีปฏิกิริยาด้านจิตใจกับสถานการณ์ที่กำลังเผชิญจนเกิดเป็นอารมณ์ขึ้นมา เช่น ความชอบ/ไม่ชอบ หรือถูกใจ/ไม่ถูกใจ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. องค์ประกอบทางด้านการมีประสบการณ์ (Experiential Dimension) หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของแต่ละบุคคลซึ่งจะมีความแตกต่างกันไป

<u>การจำแนกอารมณ์</u>

อารมณ์มีอยู่หลากหลายแต่มีความเด่นชัดและเป็นอิสระ นักจิตวิทยาจำแนกอารมณ์โดยคำนึงถึงสิ่งเร้าที่เข้ามาเป็นตัวกระตุ้นและรูปแบบของการตอบสนอง มีความเชื่อที่ว่ามนุษย์มีอารมณ์พื้นฐานอยู่ 3 ชนิด คือ ความโกรธ (Anger) ความกลัว (Fear) และความพึงพอใจ (Pleasure) (Carlson, 1993:400) ส่วนอารมณ์อื่นๆ เป็นผลที่เกิดจากอารมณ์ใดอารมณ์หนึ่งหรือมากกว่าของอารมณ์ทั้ง 3 ตัวอย่างเช่น

- รังเกียจ เดือดดาล เครียดแค้นเป็นรูปแบบของอารมณ์โกรธ
- การอิจฉาและความรู้สึกผิดจะอยู่บนพื้นฐานของความกลัว
- ความรักและความสุขจะมีพื้นฐานมาจากความรู้สึกพึงพอใจ
- ความโศกเศร้าเป็นเสมือนการรวมกันของอารมณ์กลัวและอารมณ์โกรธ

มนุษย์ล้วนมีอารมณ์โกรธ กลัว และพึงพอใจซึ่งทั้ง 3 อารมณ์นั้นเกิดจากสาเหตุที่แตกต่างกัน และมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถจัดการหรือควบคุมได้

1. ความโกรธ (Anger) เป็นอารมณ์ที่ไม่พึงพอใจอย่างแท้จริง สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อมีการขัดขวางไม่ให้ทำกิจกรรมที่ต้องการ ความโกรธเป็นอารมณ์ที่สำคัญเพราะมีพลังที่เชื่อมโยงกับพฤติกรรมการจูงใจ เช่น เมื่อบุคคลมีความโกรธพฤติกรรมการจูงใจที่เกิดตามมาคือไม่ต้องการทำกิจกรรมใดทั้งสิ้น

2. ความกลัว (Fear) เป็นอารมณ์ที่แสดงออกถึงความรู้สึกเป็นอันตรายทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น ตัวอย่างเช่น เด็กเล็กๆ จะกลัวเสียงดัง กลัวสิ่งแปลกประหลาดถึงแม้จะเป็นเด็กโตก็ยังกลัว กลัวความมืด กลัวคำขู่ กลัวถูกทอดทิ้งลำพัง ในเด็กตอนปลายจะกลัวคำเยาะเย้ยจากเพื่อน กลัวตัวเองไม่เท่าเทียมเพื่อนวัยรุ่นและในวัยผู้ใหญ่จะเกิดความกลัวในทางสังคมเพิ่มมากขึ้น กลัวความผิดหวัง กลัวไม่ได้รับการยอมรับ กระทั่งถึงวัยผู้ใหญ่สูงอายุจะกลัวในเรื่องสุขภาพร่างกายตลอดจนความสำเร็จในการงาน

3. ความพึงพอใจ (Pleasure) เป็นอารมณ์ของความรู้สึกที่มีความสุขและร่าเริงเป็นความสำเร็จหรือความสุขสดชื่น อารมณ์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลนั้นๆ ได้รับผลการตอบสนองตามที่ต้องการไม่ว่าจะเป็นความต้องการทางด้านร่างกายและด้านจิตใจ

การตอบสนองทางอารมณ์ ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ปฏิกิริยาทางอารมณ์ เช่น การวิ่งหนีจากสิ่งที่กลัว
2. การตอบสนองระบบประสาทอิสระ เช่น หัวใจเต้นแรงขึ้น เหงื่อออกฝ่ามือเมื่อตกใจกลัว
3. พฤติกรรมที่แสดงออกมา เช่น การยิ้ม หน้านิ่วคิ้วขมวด
4. ความรู้สึก เช่น ความโกรธ ความยินดีปิติ ความเศร้าโศก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.1** การแสดงหน้าที่ของอารมณ์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม

| อารมณ์พื้นฐาน | หน้าที่ | จุดมุ่งหมายของพฤติกรรม |
|---|---|---|
| กลัว | ปกป้อง | การกระทำต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายหรือความเสียหายที่จะเกิดขึ้น |
| โกรธ | ทำลาย | การกระทำต่างๆ เพื่อขจัดอุปสรรคที่ขัดขวางความต้องการและความพึงพอใจ |
| รื่นเริง | ความร่วมมือ | การกระทำต่างๆ ที่เกี่ยวกับการได้รับผลประโยชน์จากสิ่งเร้ารอบตัว |
| รังเกียจ | ปฏิเสธ | การกระทำที่ขจัดสิ่งที่ก่อให้เกิดความไม่สบายใจ ซึ่งพฤติกรรมเช่นนี้เกี่ยวกับความรู้สึกรังเกียจขยะแขยง ดูถูกไม่เป็นมิตร |
| ยอมรับ | แพร่พันธุ์ | การกระทำต่างๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในการดำรงเผ่าพันธุ์ |
| เศร้า | รักษาความรู้สึกสูญเสีย | การกระทำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียกร้องบุคคลที่สูญเสียไปกลับคืนมา เช่น ร้องไห้ มีสีหน้าเศร้า |
| ประหลาดใจ | การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ | ปฏิกิริยาโต้ตอบกับเหตุการณ์หรือสิ่งใหม่ๆ ที่ไม่คุ้นเคย เช่น เสียงดัง สัตว์ประหลาด เปลี่ยนที่อยู่ใหม่ |
| คาดหวัง (อยากรู้/อยากเห็น) | การสำรวจค้นหา | การกระทำต่างๆ เพื่อให้พบกับสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างออกไป เช่น อยากรู้จักเพื่อนบ้านใหม่ |

<u>แนวทางการควบคุมอารมณ์ในการดำรงชีวิตประจำวัน</u>

มุกดา สุขสมาน ได้ให้แนวทางที่สามารถใช้ในการควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในภาวะปกติได้ ดังนี้

1. พยายามเข้าใจความกลัวหรือความวิตกกังวลของอารมณ์
2. ต้องยอมรับอารมณ์ที่เกิดขึ้นและควบคุมอารมณ์ไม่ให้มีอิทธิพลเหนือตัวเอง
3. แยกสลายอารมณ์ต่างๆ ออกไปจากสถานการณ์ อย่าปล่อยให้เป็นปัญหาใหญ่
4. อย่ากังวลกับสิ่งผิดพลาดที่เกิดขึ้นมาแล้วให้คิดถึงปัจจุบันด้วยความเชื่อมั่น
5. ใช้ปฏิกิริยาโดยตรงต่อการควบคุมอารมณ์ขจัดความขัดแย้งที่เกิดขึ้นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมอง

สมอง คือ อวัยวะสำคัญในสัตว์ตามลักษณะทางกายวิภาคหรือที่เรียกว่า Encephalon ซึ่งถือเป็นส่วนกลางของระบบประสาท สมองมีหน้าที่ควบคุมและสั่งการในการเคลื่อนไหว การแสดงพฤติกรรม และรักษาสมดุลภายในร่างกาย (Homeostasis) เช่น การเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต สมดุลของเหลวในร่างกาย และอุณหภูมิ เป็นต้น หน้าที่ของสมองเกี่ยวข้องกับการรู้ (Cognition) อารมณ์ (Emotion) ความทรงจำ (Memory) การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor learning) และความสามารถอื่นๆ ที่เป็นการเรียนรู้

สมองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนท้าย

**ตารางที่ 2.2** ส่วนประกอบของสมอง 3 ส่วน

| ส่วนประกอบของสมอง | การทำหน้าที่ |
|---|---|
| **1.สมองส่วนหน้า (Forebrain)** ประกอบด้วย<br>- ซีรีบรัม (Cerebrum) | สมองส่วนหน้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำ การนึกคิด การมีไหวพริบและความรู้สึกผิดชอบ เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานส่วนต่างๆ ในร่างกายที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ |
| - ทาลามัส (Thalamus) | ส่วนที่อยู่ด้านหน้าของสมองส่วนกลางหรือด้านข้างโพรงสมอง ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาทที่รับความรู้สึกก่อนส่งต่อไปยังสมองที่เกี่ยวข้องกับกระแสประสาท |
| - ไฮโพทาลามัส (Hypothalamus) | อยู่ใต้ส่วนทาลามัสซึ่งอยู่ล่างสุดของสมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกาย การเต้นหัวใจ การนอนหลับ ความดันโลหิต ความหิวและเป็นศูนย์การทำงานที่ควบคุมอารมณ์และความรู้สึกต่างๆ |
| **2.สมองส่วนกลาง (Midbrain)** | ส่วนที่ต่อจากสมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของลูกตาและม่านตา เช่น ลูกตากลอกไป-มา การปิด-เปิดม่านตาขณะที่มีแสงเข้ามามากหรือน้อย |
| **3.สมองส่วนท้าย (Hindbrain)** ประกอบด้วย<br>- ซีรีเบลลัม (Cerebellum) | อยู่ใต้ส่วนล่างของซีรีบรัม ทำหน้าที่ดูแลการทำงานส่วนต่างๆ ของร่างกายและระบบกล้ามเนื้อให้ประสานอย่างเหมาะสมและราบรื่น ซีรีเบลลัมสำคัญในการควบคุมการทรงตัวของร่างกาย |
| - พอนส์ (Pons) | ส่วนก้านสมองอยู่ด้านหน้าซีรีเบลลัมติดกับสมองส่วนกลาง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน เช่น การเคี้ยวอาหาร การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า ควบคุมการหายใจ การฟัง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.3** ส่วนประกอบของสมอง 3 ส่วน(ต่อ)

| ส่วนประกอบของสมอง | การทำหน้าที่ |
|---|---|
| - เมดัลลา ออบลองกาตา (Medulla Oblongata) | สมองส่วนท้ายเป็นทางผ่านกระแสประสาทระหว่างสมองและไขสันหลัง เป็นศูนย์ควบคุมกิจกรรมของระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น การเต้นหัวใจ การหายใจ การหมุนเวียนโลหิต การกลืน การไอ และการจาม เป็นต้น |

สมองของมนุษย์ทำงานตลอดเวลาไม่ว่าหลับหรือตื่นซึ่งการทำงานแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน การทำงานของสมองขึ้นอยู่กับเซลล์ประสาทแสนล้านเซลล์ที่ติดต่อกันโดยใช้ระบบสารเคมีและประจุไฟฟ้า เซลล์ประสาทตัวที่หนึ่งอาจจะยับยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทตัวที่สอง ในขณะที่เซลล์ประสาทตัวที่สามกลับกระตุ้นการทำงานของเซลล์ประสาทตัวที่สอง ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการกระตุ้นหรือการยับยั้งจะทำให้เซลล์ประสาทส่งกระแสไฟฟ้าออกมาทั้งสิ้น จากการวิจัยพบว่าสมองจะทำงานกันเป็นกลุ่ม คือเซลล์ประสาทจะมารวมกันเป็นกลุ่มแล้วทำหน้าที่หนึ่งอย่าง เกิดเป็นการทำงานที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา หากการทำงานหยุดไปจะถือว่าเซลล์ประสาทได้ตายไป ทำให้จุดเชื่อมต่อระหว่างเส้นใยประสาทของเซลล์ประสาทที่ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลและพลังงานตายไปด้วยเช่นกัน

การที่มนุษย์มีพฤติกรรมการแสดงออกถึงความรู้สึกต่างๆ ล้วนมาจากสารเคมีในสมอง โดยทั่วไปสมองจะหลั่งสารเคมีที่ทำให้รู้สึกสงบและผ่อนคลายในตอนกลางคืน ขณะที่ตอนเช้าสมองจะหลั่งสารเคมีที่กระตุ้นให้รู้สึกสดชื่นกระฉับกระเฉง หรือระหว่างการออกกำลังกายจะหลั่งสารเคมีที่ทำให้ตื่นเต้นและมีความสุข ส่วนตอนเครียดจะลดสารแห่งความสุขแต่เพิ่มสารแห่งความทุกข์ ทำให้วิตกกังวล รู้สึกเศร้า

สำหรับสารเคมีของสมองที่ทำให้อารมณ์ดี ได้แก่

1. เซโรโทนิน (Serotonin) เป็นสารเคมีที่ทำให้มนุษย์อารมณ์ดีและคิดว่าตนเองมีคุณค่า ทำให้นอนหลับง่าย หากร่างกายขาดเซโรโทนินจะเกิดความเครียด วิตกกังวล โกรธเกรี้ยว ซึมเศร้า นอนไม่หลับ และอ่อนเพลีย วิธีที่สามารถทำให้ร่างกายผลิตสารเซโรโทนินได้คือ การออกกำลังกาย การรับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ และการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์
2. เมลาโทนิน (Melatonin) เป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดความสุข และเป็นฮอร์โมนต้านความแก่ชรา
3. เอ็นโดรฟิน (Endorphin) เป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดความสุข เป็นสารที่มีไว้สำหรับสู้กับความเครียด
4. โดปามิน (Dopamine) เป็นสารเคมีที่ช่วยระบบความจำ สร้างสมาธิ ทำให้รู้สึกสนุกและควบคุมการหลั่งน้ำย่อยให้เป็นปกติ โดปามินจะทำงานสัมพันธ์กับเอ็นโดรฟิน กล่าวคือเมื่อโดปามินลดลงเอ็นโดรฟินจะลดลงด้วย ในทางกลับกันเมื่อโดปามินเพิ่มจะกระตุ้นอ็อกซิโทซิน (Oxytocin) ทำให้มีความรู้สึกทางเพศเกิดความรู้สึกต้องการสัมผัสใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.1 สมองกับการรับรู้เสียง**

เมื่อมนุษย์รับฟังหรือได้ยินดนตรี เสียงดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับสมองหลายส่วนแต่จะทำปฏิกิริยามากน้อยหรือแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสนใจและประสบการณ์ของผู้ฟัง สามารถกล่าวโดยสรุปว่าสมองซีกซ้ายจะมีปฏิกิริยากับทำนองที่มีจังหวะง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ในขณะที่สมองซีกขวาจะมีปฏิกิริยาและทำงานในส่วนที่เป็นทำนองหรือจังหวะของเพลงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการเปรียบเทียบระดับของเสียงต่างๆ ที่ได้ยิน และเก็บไว้ในส่วนของความทรงจำเพื่อนำไปใช้ในครั้งต่อไป เพื่อการเรียนรู้หรือการฝึกฝน

| ซ้าย : จังหวะ | ขวา : ระดับเสียง-ทำนองเพลง |
|---|---|

กรณีผู้ฟังเป็นนักดนตรีสมัครเล่นหรือผู้ที่ไม่มีพื้นความรู้ทางด้านดนตรีมาก่อน กระบวนการทำงานของสมองจะสามารถจับจังหวะง่ายๆ ของทำนองเพลงได้เป็นการทำงานส่วนของสมองซีกซ้าย เช่น ส่วนของ Premotor บริเวณ Motor Area อยู่ส่วนหน้าของ Central Sulcus และครึ่งหลังของ Frontal Lobe (กลีบหลังของสมองใหญ่) ขณะที่โทนเสียงที่เริ่มซับซ้อนจนเป็นทำนองเพลงจะเป็นการทำงานของสมองซีกขวา ทั้งสองกรณีนี้สมองส่วน Cerebellum หรือสมองน้อยที่อยู่ในแอ่งกะโหลกส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว จะทำหน้าที่ร่วมกับสมองทั้งซ้ายและขวาด้านในเพื่อการรับฟังหรือได้ยินเสียงดนตรี

Auditory Working Memory เป็นสมองที่อยู่บริเวณครึ่งบนซีกหน้าของ Temporal Lobe ทำหน้าที่เกี่ยวกับการฟังหรือการได้ยิน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ Primary Area ทำหน้าที่รับความดัง ความถี่ รวมทั้งคุณภาพของเสียง และ Secondary Area แปลความหมายของเสียงที่ได้ยิน นอกจากนี้ในส่วน Temporal Lobe ของสมองซีกขวาส่วนกลางจะทำงานเมื่อทำนองของเพลงมีความซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้โครงสร้างของเพลงที่ซับซ้อนจะถูกฝังอยู่ในส่วนของความทรงจำ เมื่อผู้ฟังมุ่งฟังเสียงเพลงทั้งหมดมากกว่าที่จะแยกเป็นระดับเสียงหรือเสียงประสานต่างๆ สมองส่วนที่แตกต่างทั้งหมดจะเริ่มทำงานทั้งในส่วนของ Primary Area และ Secondary Area ในกรณีนี้ก็เช่นกัน เนื่องจากสมองส่วนที่ทำงานจะเป็นสมองทางซีกขวา หากสมองซีกซ้ายและซีกขวาได้รับความเสียหายจะส่งผลให้การรับรู้เรื่องดนตรีลดลงไปด้วย

จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การฟังหรือได้ยินดนตรีเป็นกระบวนการทำงานของสมองทั้งสองข้างที่ทำงานไม่เท่าเทียมกัน ทั้งนี้เชื่อว่าสมองซีกซ้ายเป็นส่วนที่ทำงานทางด้านภาษา รวมถึงเรื่องที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลต่างๆ ส่วนสมองซีกขวาเป็นสมองที่ทำงานทางด้านดนตรี อารมณ์ ความรู้สึก และข้อมูลข่าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำราทางด้านการแพทย์ยังคงศึกษาทฤษฎีง่ายๆ ดังกล่าวจนกระทั่งทศวรรษ 1980 ที่นักวิจัยได้ค้นพบว่าการที่สมองซีกใดซีกหนึ่งเกิดบาดเจ็บหรือเสียหาย อาจจะทำให้ความสามารถในการรับฟังดนตรีของสมองอีกข้างลดลง และกรณีดังกล่าวไม่ใช่เกิดเฉพาะกับส่วนที่เป็นเรื่องของการได้ยินหรือฟังเท่านั้นแต่หมายถึงพื้นของสมองที่บริเวณ Temporal Lobe และ Parietal Lobe นอกจากนี้มีการค้นพบเพิ่มเติมคือ หากสมองได้รับความเสียหายทั้งสองข้างอาการหูหนวกสนิทจะไม่เกิดขึ้น แต่จะลดความสามารถในการจำแนกเสียง โดยคนไข้ในกรณีนี้จะไม่สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับภาษาหรือดนตรีได้

สำหรับการรับรู้เกี่ยวกับดนตรีในระยะแรก ตัวอย่างเช่น ความถี่ของตัวโน๊ตและระดับเสียงจะมีปฏิกิริยาตอบสนองที่ Auditory Working Memory ทั้ง Primary Area และ Secondary Area ในส่วนของ Secondary Area ทำงานกับเสียงดนตรีที่มีความซับซ้อน รวมทั้งทำนองเพลงท่อนต่างๆ ขณะที่สมองส่วนของ Wernicke's Area ที่ติดกับ Auditory Area ทำหน้าที่บูรณาการรูปแบบต่างๆ เพื่อรับรู้ภาพรวมของดนตรีทั้งหมด โดยสมอง Wernicke's Area ทำหน้าที่สำคัญในการแปลความจากการอ่าน การได้ยิน และการรู้สึก ซึ่งหากบุคคลใดมีสมองส่วนนี้ไม่เจริญเท่าที่ควรก็จะไม่สามารถคิดหรือพิจารณาด้วยเหตุผลได้

นอกจากนี้ สถาบันทางด้านดนตรีบำบัดได้ค้นพบว่าการรับรู้ด้านดนตรีเป็นแบบลำดับขั้น เป็นการทำงานที่สมองซีกซ้ายจะรับรู้เฉพาะส่วนที่เป็นองค์ประกอบขั้นพื้นฐานนับจากช่องว่างระหว่างตัวโน๊ตแต่ละตัวกับจังหวะซึ่งเป็นโน้ตแต่ละชุด สมองซีกขวาจะเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะทั้งหมดที่เป็นจังหวะดนตรีช่วงที่ขึ้นต้นและลงท้ายในแต่ละท่อนเพลง หากสมองซีกซ้ายเสียหายหรือกระทบกระเทือนผู้ฟังจะไม่สามารถรับรู้ถึงจังหวะได้ และหากสมองซีกขวาได้รับอาการบาดเจ็บจะไม่สามารถจดจำทั้งจังหวะ ทำนอง ตลอดจนช่วงขึ้นต้น-ลงท้ายในแต่ละทำนองได้เช่นกัน

2.2.1.1 ดนตรี-การเรียนรู้-สมอง

จากกรณีของนักดนตรีสมัครเล่นผู้ที่ไม่มีพื้นความรู้ทางด้านดนตรีกับนักดนตรีอาชีพที่มีปฏิกิริยาตอบสนองแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน แสดงให้เห็นว่าประสบการณ์ในอดีตและการฝึกฝนทางด้านดนตรีสำคัญต่อกระบวนการทำงานของสมองเมื่อได้ยินเสียงเพลงหรือดนตรี

ผลการศึกษาเกี่ยวกับประสบการณ์ในอดีตพบว่า

- บุคคลทั่วไปจะนึกทำนองเพลงออกอย่างต่อเนื่องเมื่อเล่นเพลงอยู่เพลงเดียวโดยไม่มีเพลงอื่นมาเปรียบเทียบ สำหรับผู้ฟังที่เคยฟังดนตรีนั้นแล้วจะสามารถจำโครงสร้างของดนตรีได้ อย่างเช่น ทำนองเพลงของแต่ละช่วงได้อย่างแม่นยำกว่าคนที่ไม่เคยฟัง
- ความสามารถในการฟังดนตรีพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน เช่น วาทยกรทำหน้าที่นำวงออเคสตร้าจะต้องคำนึงถึงสมดุลของดนตรีอย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมวงออเคสตร้าทั้งวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นักดนตรีที่มีระดับเสียงที่สมบูรณ์แบบจะมีลอนสมองซีกซ้ายโดยเฉพาะส่วนเหนือ Temporal Lobe ที่ใหญ่กว่าส่วนอื่น นอกจากนี้การฝึกฝนทางด้านดนตรีอย่างหนักเป็นเวลานานส่งผลให้กระบวนการทำงานของสมองส่วนนี้เพิ่มขึ้น การฝึกฝนจะต้องเริ่มในวัยเด็กก่อนอายุ 7 ขวบ

นอกจากนี้มีรายงานในปี 2001 ของมหาวิทยาลัย Munster ประเทศเยอรมนีระบุว่าสมองของนักดนตรีทรัมเป็ตอาชีพจะมีปฏิกิริยาตอบสนองที่ดีเยี่ยมกับเสียงของทรัมเป็ต แต่จะไม่ตอบสนองต่อเสียงของไวโอลินหรือเครื่องดนตรีชนิดอื่น

2.2.1.2 หูและมือ-ส่วนสัมพันธ์

นักวิจัยพบคำตอบของความสัมพันธ์ระหว่างประสาทการรับรู้ที่เกี่ยวกับการฟังและการเคลื่อนไหว เมื่อพวกเขาถามกลุ่มตัวอย่างโดยไม่คำนึงถึงวิธีการฟังดนตรี ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดได้ฝึกฝนทักษะการฟังที่บ้านด้วยเปียโน และหลายคนแสดงให้เห็นว่าหลังรับการฝึกฝนพวกเขาสามารถนึกภาพของคอร์ดต่างๆ ที่กดลงบนแป้นเปียโนได้ เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการเล่นคอร์ดอย่างแม่นยำได้ถูกเก็บไว้ในสมองที่เรียกว่า Cortex ซึ่งเป็นสมองส่วนหน้าสุด เพื่อหาคำตอบว่าสมองต้องใช้เวลาเท่าไรในการโยงใยความสัมพันธ์ดังกล่าว จึงทดลองการทำงานของสมองนักดนตรีสมัครเล่นในสองสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยพวกเขานั่งฟังเสียงเพลงของเปียโนช่วงสั้นๆ กับอีกกลุ่มที่นั่งฟังเพลงขณะเล่นคีย์ของเปียโนไฟฟ้าซึ่งไม่มีเสียงออกมา ผลของการวิจัยหลัง 20 นาทีแรกของการฝึกเล่นเปียโน ปฏิกิริยาตอบสนองเกิดขึ้นเล็กน้อยบริเวณสมองทั้งในส่วนของ Auditory ที่เกี่ยวกับการฟังการได้ยิน และส่วนของ Tactile ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวกับการสัมผัส แต่เมื่อผ่านไปสามสัปดาห์ปรากฏว่าอาการเปลี่ยนแปลงเริ่มชัดเจนขึ้น (เมื่อมีการวัดผลในปีต่อมากับกลุ่มตัวอย่างคนหนึ่งก็ยังมีปฏิกิริยาเช่นเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แม้ไม่ได้เล่นเปียโนตั้งแต่แรกก่อนทำการทดลอง) และเมื่อฟังดนตรีสมองของกลุ่มตัวอย่างจะตอบสนองในส่วนของ Sensory Motor ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับความรู้สึก จากนั้นส่งกระแสไปยังประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนอง หากกลุ่มตัวอย่างมีการขยับนิ้วตามจังหวะอย่างเงียบๆ สมองส่วนของ Frontal Lobe และ Temporal Lobe ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมกล้ามเนื้อที่ละเอียดอ่อนจะมีส่วนตอบสนองร่วมด้วย การทดลองพบว่าผลการทำงานของระบบประสาทของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างจากนักเปียโนอาชีพ

การทดลองแสดงผลของข้อเท็จจริงที่ว่าการฟังดนตรีของมนุษย์เป็นอะไรที่มากกว่าเสียงและดนตรีของคนๆ หนึ่งใช้สมองในการตอบสนองที่แตกต่างกัน เช่น ชมการแสดงคอนเสิร์ตที่นักร้องแผดเสียงดังและเน้นใช้เครื่องเสียงจนสั่นสะเทือนพร้อมภาพในการแสดงจะสามารถรู้สึกได้ด้วยการกระตุ้นแบบสัมผัส หรือหากผู้ฟังเล่นเครื่องดนตรีสักชิ้น ดนตรีก็จะเป็นเรื่องของการจด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิ้วลงบนเครื่องดนตรีซึ่งเป็นการตอบสนองในส่วนของ Sensory Motor หรือหากมีการศึกษาตัวโน๊ตซึ่งเป็นสัญลักษณ์ทางดนตรี ดนตรีของคนๆ นั้นเป็นการใช้กระบวนการด้านข้อมูล

สำหรับผลการสแกนสมองทำให้พิสูจน์ได้ว่าดนตรีสามารดึงความแรงของอารมณ์ได้ไม่ว่าจะเป็นความชอบหรือไม่ชอบ โดยปฏิกิริยาของสมองจะตอบสนองที่ Limbic System ซึ่งอยู่ใต้สมองใหญ่ (Cerebal Cortex) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการรับรู้ ความจำ อารมณ์ ความต้องการ นอกจากนี้ความรู้สึกที่มีต่อดนตรียังมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสมอง จากการวิจัยพบว่าวัยรุ่นที่ชอบฟังเพลงสมองส่วน Frontal Lobe และ Temporal Lobe จะตอบสนอง แต่หากพบว่าเพลงไม่น่าฟังหรือไม่เพราะปฏิกิริยาจากสมองซีกขวาจะตอบสนองรุนแรงมากกว่าเดิม กล่าวได้ว่ากระบวนการทำงานของสมองที่ตอบสนองต่อดนตรีไม่สามารถที่จะระบุได้เนื่องจากขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ฟัง[2]

### 2.2.2 การทำงานของสมองที่เกี่ยวกับอารมณ์

การทำหน้าที่ด้านอารมณ์ ภาวะทางอารมณ์ของมนุษย์เกี่ยวข้องกับกลไกการทำงานของสมองส่วนระบบลิมบิก (Limbic System) เป็นสมองชั้นใน (The Limbic Brain) อยู่ระหว่างสมองชั้นนอกและก้านสมอง เป็นสมองส่วนที่เกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึก รักษาสมดุลของร่างกาย ควบคุมการรับประทาน การนอนหลับ ระดับฮอร์โมนในร่างกาย ดังนั้นสมองชั้นในจะรับคำสั่งเฉพาะระดับที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การเป็นเหตุเป็นผลหรือตรรกศาสตร์ ทำหน้าที่ในการควบคุมพฤติกรรมการแสดงออกทางอารมณ์และแรงจูงใจโดยจะสัมพันธ์กับสมองส่วนคิดและจำ ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำ การเรียนรู้ พฤติกรรม ความสุข อารมณ์พื้นฐาน และความรู้สึก สมองส่วนลิมบิกจะทำให้มนุษย์สามารถปรับตัวได้ดีขึ้นเพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม มีความฉลาดมากขึ้นและสามารถเรียนรู้โลกได้กว้างขึ้น ถือเป็นสมองส่วนที่มีความซับซ้อนมาก แต่ในทางกลับกันหากมีสิ่งกระตุ้นที่ไม่ดีเข้ามาสมองส่วนนี้จะแปลข้อมูลสิ่งที่ได้ออกมาเป็นความเครียดหรือไม่มีความสุข

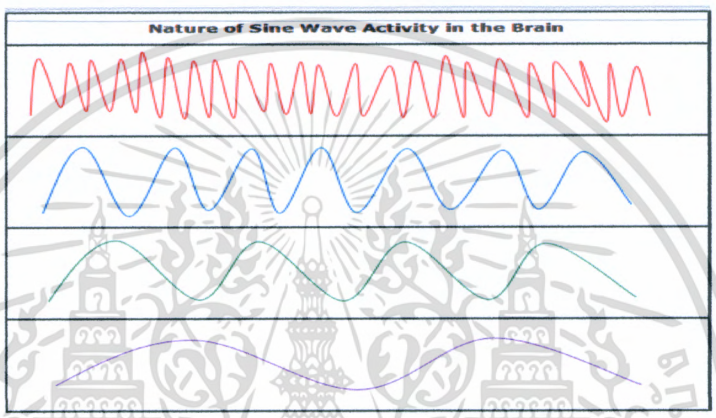
### 2.2.3 สมอง และการทำงานของคลื่นสมอง

จากการศึกษาคลื่นสมองของนุษย์ในอดีตเชื่อว่าคลื่นสมองและสารที่หลั่งจากสมองเป็นสิ่งที่ไม่สามารถบังคับหรือควบคุมได้ แต่ในปัจจุบันการทดลองและตรวจวัดคลื่นสมองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามนุษย์สามารถควบคุมคลื่นสมองและสารที่หลั่งจากสมองได้หากมีการฝึกฝนทางจิตให้ควบคุมสภาวะอารมณ์และจิตใจ ประโยชน์ที่ได้ถือเป็นศิลปะในการดำรงชีวิตที่มนุษย์สามารถทำได้ การเรียนรู้ในสมองของมนุษย์ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และรับข้อมูลมากขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้มีประสิทธิภาพสูงมากในการทำกิจกรรมหรือสร้างสรรค์ผลงาน จึงเป็นเรื่องน่าสนใจสำหรับแหล่งกำเนิดพลังงานชีวิตที่ธรรมชาติให้มาในตัวตนของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวะของคลื่นสมอง

คลื่นสมอง เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการส่งสัญญาณเคมีทางชีวภาพในร่างกายมนุษย์ การวัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณสมองด้วยเครื่องมือ Electroencephalogram (EEG) ทำให้นักวิจัยทางประสาทวิทยาและนักวิทยาศาสตร์ได้พบความจริงที่ว่า การเลือกตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกมีผลโดยตรงต่อสภาวะภายในที่เป็นคลื่นสมอง สามารถอ่านค่าผลของการวัดและแบ่งคลื่นสมองของมนุษย์ตามระดับความสั่นสะเทือนหรือความถี่เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.1




**รูปที่ 2.1** ลักษณะของคลื่นสมองในแต่ละช่วง

1. คลื่นสมองระดับเบต้า (Beta Brainwave) ความถี่ระหว่าง 14–30 Hz

เป็นคลื่นสมองที่เร็วที่สุด เป็นคลื่นส่วนควบคุมจิตใต้สำนึก สมองจะเปิดรับข้อมูลพร้อมระบบประสาทสัมผัสทุกด้าน เช่น การทำกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับความทรงจำระยะสั้น

2. คลื่นสมองระดับอัลฟ่า (Alpha Brainwave) ความถี่ระหว่าง 8–13.9 Hz

เป็นช่วงการพักผ่อนและมีความสงบ (Relaxation) แต่อยู่ในภาวะที่รู้สึกตัว สภาวะนี้สามารถทำให้การรับข้อมูลทำได้ดีที่สุด สามารถเรียนรู้ได้ดี (Superlearning) เข้าถึงและเรียกความจำได้ง่าย พบบ่อยในเด็กที่มีความสุขและผู้ใหญ่ที่มีจิตสมดุล ผู้ที่นั่งสมาธิเป็นประจำหรือในขณะร่างกายและจิตใจรู้สึกผ่อนคลาย ในทางการแพทย์คลื่นระดับนี้เหมาะกับการสะกดจิตเพื่อบำบัดโรคเนื่องจากเป็นช่วงที่ดีที่สุดในการป้อนข้อมูลให้แก่จิตใต้สำนึก สมองสามารถเปิดรับข้อมูลได้เต็มที่และเรียนรู้ได้รวดเร็ว มีความคิดสร้างสรรค์เป็นสภาวะที่จิตมีประสิทธิภาพสูง

3. คลื่นสมองระดับเธต้า (Theta Brainwave) ความถี่ระหว่าง 4–7.9 Hz

เมื่อมีการผ่อนคลายระดับลึก ความคิดสร้างสรรค์ (Inspiration) เป็นคลื่นที่สามารถดึงข้อมูลจากจิตใต้สำนึกได้ (Subconscious mind) การแก้ไขปัญหาโดยไม่รู้ตัวเป็นคลื่นระดับเดียวกับสมาธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับลึก (Meditaion) เข้าถึงและเรียกความทรงจำระยะยาวได้ดีที่สุด คลื่นสมองสภาวะนี้จะมีความสุขลืมความทุกข์เพราะมีแต่ความปิติยินดี

4. คลื่นสมองระดับเดลต้า (Delta Brainwave) ความถี่ระหว่าง 0.1–3.9 Hz

เป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุดเกิดขึ้นในขณะนอนหลับ สมองจะทำงานตามความจำเป็นเท่านั้น กระบวนการของจิตใต้สำนึกจะจัดและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เป็นช่วงที่ร่างกายกำลังพักผ่อนอย่างเต็มที่หลับลึกโดยไม่มีความฝันและจะรู้สึกสดชื่นเป็นพิเศษเมื่อยามตื่น

## 2.3 ดนตรีพัฒนาคลื่นสมอง

เสียง (Sound) มีอิทธิพลต่อมนุษย์ในด้านต่างๆ ทั้งร่างกายและจิตใจ ความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ วิถีชีวิต จากทฤษฎีของเสียงที่พิสูจน์ได้ว่าเสียงมีอำนาจ กล่าวคือ มีอำนาจอยู่ที่ไหนก็จะมีเสียงอยู่ที่นั่น

ดนตรี (Music) เป็นเรื่องของเสียง และเสียงดนตรีทำให้เกิดการรับรู้โดยที่เส้นประสาทสมองจะขยายตัวเมื่อสัมผัสกับเสียงดนตรีที่ดี ทำให้สมองตื่นตัวกับเสียงที่ได้ยินและร่างกายเคลื่อนไหวขยับตามจังหวะจนเกิดความรู้สึกเพลิดเพลินและผ่อนคลาย มีผลงานวิจัยจำนวนมากที่ผลสรุปว่า การให้เด็กใกล้ชิดสัมผัสกับดนตรีตั้งแต่ยังเล็กช่วยพัฒนาศักยภาพของเด็กในหลากหลายด้าน เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษา ศิลปะและความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น นอกจากนี้เสียงดนตรียังมีอิทธิพลต่อจิตใจทำให้เกิดความรู้สึกถึงความเป็นปัจจุบัน ทำให้นึกถึงอดีตและอนาคต ดนตรีทำให้อารมณ์เปลี่ยนไปตามมิติของกาล อาจเป็นอารมณ์ที่หวนรำลึกถึงอดีต หรืออาจเป็นการสร้างอารมณ์ปัจจุบันและอาจสร้างให้เกิดจินตนาการได้ ดนตรีเป็นลักษณะของเสียงที่ถูกเรียบเรียงไว้อย่างเป็นระเบียบ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ใน 3 ด้านหลักๆ ได้แก่ เพื่อความสุนทรีย์ เพื่อการบำบัดรักษา และเพื่อการศึกษาวิจัย โดยองค์ประกอบต่างๆ ของดนตรีมีประโยชน์ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- ระดับเสียง (Pitch) เสียงในระดับต่ำและสูงปานกลาง ช่วยให้เกิดความรู้สึกสงบ
- ความดัง (Volume/Intensity) เสียงที่เบานุ่มช่วยให้เกิดความสงบและรู้สึกสบายใจ ในขณะที่เสียงดังจะทำให้เกิดการเกร็งกระตุกของกล้ามเนื้อ ระดับความดังที่เหมาะสมจะทำให้สามารถควบคุมตนเองได้ดี
- ทำนองเพลง (Melody) ช่วยในการระบายความรู้สึกในส่วนลึกของจิตใจ ทำให้เกิดความคิดริเริ่ม ความคิดสร้างสรรค์ และลดการวิตกกังวล
- การประสานเสียง (Harmony) ช่วยในการวัดระดับอารมณ์ความรู้สึกโดยดูจากปฏิกิริยาที่แสดงออกมาเมื่อได้ฟังเสียงประสานจากบทเพลงที่ถูกบรรเลงในจังหวะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประโยชน์ของเสียงดนตรีสามารถช่วยพัฒนาศักยภาพต่างๆ ได้ดังนี้

1. ดนตรีช่วยพัฒนาศักยภาพทางด้านบุคลิกภาพและความเป็นตัวตน การทำกิจกรรมเกี่ยวกับดนตรี ทั้งการร้องเพลง เล่นดนตรี เต้นรำ จะมีดนตรีเป็นเหมือนสื่อกลางที่ช่วยพัฒนาบุคลิกภาพและความเป็นตัวตนให้บุคคลนั้นมีความมั่นใจ กล้าแสดงออก กล้าคิดกล้าทำ

2. ดนตรีช่วยพัฒนาศักยภาพทางด้านอารมณ์ องค์ประกอบสำคัญของดนตรีคือ คำร้อง จังหวะและทำนอง เมื่อนำมารวมกันเกิดเป็นเพลงขึ้นมา ซึ่งแต่ละเพลงมีลักษณะหรือเอกลักษณ์ของดนตรีที่แตกต่างกัน

- เพลงที่มีทำนองและจังหวะช้าๆ ทำให้รู้สึกสงบมีสมาธิและผ่อนคลาย
- เพลงที่มีทำนองและจังหวะเร็วๆ ช่วยทำให้อารมณ์ครึกครื้น และต้องการเคลื่อนไหวร่างกาย
- เพลงที่มีคำร้องเศร้าสะเทือนใจจะทำให้คนฟังอารมณ์อ่อนไหวตามไปด้วย
- เพลงที่มีคำร้องปลุกใจให้รักชาติ จะทำให้คนฟังมีความคึกคัก ฮึกเหิมและกล้าหาญตามไปด้วย

3. ดนตรีช่วยพัฒนาศักยภาพทางด้านสติปัญญา มีงานวิจัยมากมายยอมรับว่าดนตรีสามารถพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ หากมีการใช้ดนตรีตั้งแต่วัยเด็กเป็นการเพิ่มศักยภาพของสมองได้มากขึ้น ผลการวิจัย (Dr.Thurman) สรุปว่าการที่แม่ตั้งครรภ์อยู่และฟังเพลงอย่างสม่ำเสมอทุกวันจะทำให้ลูกมีพัฒนาการทางร่างกายและไอคิวสมองสูงและมีอารมณ์แจ่มใส

ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่าเสียงดนตรีมีผลต่ออารมณ์ ปัจจุบันมีการนำดนตรีไปใช้กับเด็กออทิสติกหรือเด็กที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ด้วยการฟังเพลงประเภทต่างๆ เพื่อให้ผ่อนคลาย ลดความก้าวร้าวทางอารมณ์ มีการแสดงออกทางอารมณ์ที่ดีขึ้นและมีความพร้อมในการเรียนรู้มากขึ้น

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านเชื่อว่าดนตรีสามารถสร้างอัจฉริยะได้จริง[3] บุคคลที่ทำให้วงการวิทยาศาสตร์ยอมรับในสมมติฐานนี้คือ ไอน์สไตน์ บุคคลซึ่งถูกยอมรับในเรื่องความฉลาดมากที่สุดคนหนึ่งของโลก นักวิทยาศาสตร์พยายามหาคำตอบว่าทำไมไอน์สไตน์ถึงมีความฉลาดและได้คำตอบว่า เส้นใยประสาทในสมองไอน์สไตน์แตกแขนงอย่างหนาแน่นและสื่อสารกันได้อย่างดี ซึ่งตามหลักการทำงานของสมองหากใครมีเส้นใยประสาทเชื่อมโยงกับเซลล์สมองมากเท่าไรจะยิ่งฉลาดมากขึ้น ในส่วนของไอน์สไตน์พบว่าดนตรีมีส่วนในการส่งเสริมศักยภาพการทำงานของสมองเขา เนื่องจากเขาเริ่มเรียนเปียโนตั้งแต่เด็กและเรียนไวโอลินเมื่ออายุ 6 ขวบ ควบคู่ไปกับการเรียนวิทยาศาสตร์ เขาเล่นไวโอลินได้อย่างยอดเยี่ยมและมีความสุขกับการเรียนทั้งดนตรีและวิทยาศาสตร์ ไอน์สไตน์มีความชื่นชอบผลงานของนักดนตรี ได้แก่ โมซาร์ต บีโธเฟนและบาร์ค ไอน์สไตน์กล่าวไว้ว่า “หากไม่ได้เป็นนักฟิสิกส์ ข้าพเจ้าอาจเป็นนักดนตรี ความสุขส่วนใหญ่ในชีวิตล้วนมาจากดนตรี” ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้หลายคนยอมรับว่าดนตรีมีส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการทำงานของสมองได้อย่างดีเยี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ดนตรีบำบัด

### 2.4.1 ดนตรีบำบัด

ความเครียด เป็นอาการที่มนุษย์ส่วนใหญ่ประสบโดยไม่รู้ตัว หากปล่อยทิ้งไว้จะส่งผลกระทบให้ร่างกายเจ็บป่วย สำหรับการบำบัดความเครียดมีหลายรูปแบบและอีกหนึ่งวิธีที่สามารถช่วยบำบัดความเครียดได้คือ การนำดนตรีเข้ามาช่วยบำบัดความเครียดให้กับมนุษย์ ซึ่งเรียกการบำบัดนี้ว่า Music Therapy หรือดนตรีบำบัด[4, 5]

ดนตรี เป็นสื่อภาษาสากลที่สามารถใช้สื่อสารได้กับคนทั่วโลก รวมทั้งการนำมารักษาโรคกับคนทุกวัย หรือคนที่ผิดปกติทางอารมณ์

ประวัติศาสตร์ของการนำดนตรีใช้ในการรักษาโรคเกิดขึ้นประมาณ 5,000 ปีมาแล้ว

- ชาวกรีกโบราณ เชื่อว่าเสียงดนตรีช่วยขับไล่วิญญาณชั่วร้ายที่สิงในร่างกาย
- ชาวเปอร์เซีย ใช้เสียงดีดของพิณน้ำเต้าเพื่อรักษาผู้ป่วย
- บันทึกของชาวยิวระบุว่า เดวิด นักดนตรีหนุ่มใช้การดีดพิณบำบัดให้กษัตริย์ซอล คลายจากอารมณ์หดหู่
- คนธิเบตใช้วิธีการเคาะระฆัง เคาะฉาบ และเสียงสวดมนต์ในพิธีกรรม โดยเชื่อว่าจะช่วยปรับสมดุลใจของมนุษย์
- คนไทยใช้การสวดมนต์ นอกเหนือจากเรื่องศาสนายังเป็นคลื่นเสียงที่ช่วยให้จิตใจสงบนิ่ง

ด้วยระยะเวลาที่ผ่านมาส่งผลให้ดนตรีบำบัดได้รับการพัฒนาจากตำนานกลายเป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์มากขึ้น ช่วงสงครามโลกครั้งที่สองได้มีการจัดตั้งสมาคมดนตรีบำบัดครั้งแรกที่ประเทศอเมริกา ปัจจุบันมหาวิทยาลัยหลายแห่งมีหลักสูตรดนตรีบำบัดและขยายความรู้ไปยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก สำหรับประโยชน์ของดนตรีบำบัดสามารถมองในแง่มุมต่างๆ ได้ ดังนี้

<u>ดนตรีมีผลต่อสมอง</u>

เสียงเพลงเดินทางเป็นคลื่นเสียงเข้าไปในหูของมนุษย์ ซึ่งข้างในมีเซลล์ประสาทเป็นเส้นขนมากกว่า 5,000 เส้น ทำหน้าที่แปรสภาพพลังคลื่นเสียงเป็นไฟฟ้าในกระแสประสาทเมื่อเสียงเข้าไปในหูแล้วจะขยายต่อผ่านเข้ากระดูกข้อต่อ จากนั้นจะมีแผ่นบางๆ ทำหน้าที่รองรับก่อนส่งต่อไปยังสารเหลวที่อยู่ในส่วนลึกซึ่งเป็นกระบวนการทำให้เกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่างๆ แกนหลักของดนตรีคือคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแรงแกว่งของลมที่ถูกคำนวณด้วยตัวเลขจากความถี่ต่างของแรงเหวี่ยงในอากาศเมื่อเข้าไปทับซ้อนกันอย่างต่อเนื่องจนในที่สุดออกมาเป็นความรู้สึกทางอารมณ์ของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ป่วยกับเสียงดนตรี

นักวิจัยชาวญี่ปุ่นชื่อว่า ฮาจิเมะ ฟูกุย[4] เสนอผลการวิจัยว่าการร้องรำทำเพลงร่วมกันในกลุ่มผู้ชายจะทำให้ความเข้มข้นในฮอร์โมนก้าวร้าว (Testosterone) ลดลง และถ้าร้องร่วมกันทั้ง 2 เพศจะลดการหลั่งสารคอร์ติซอน (Cortisone) ซึ่งสามารถลดความเครียดได้

ด้านรายงานการศึกษาในเรื่องดนตรีกับสุขภาพจิตของ จินตนา สงค์ประเสริฐ และคณะ โรงพยาบาลสวนปรุง กรมสุขภาพจิต ระบุถึงการนำดนตรีบำบัดมาใช้กับผู้ป่วยจิตเวช โดยหมอจะใช้วิธีการเปิดเพลงจังหวะเร้าใจ การขยับตัวเข้าจังหวะ ใช้ดนตรีแบบเคาะจังหวะ และอุปกรณ์เกิดเสียงให้ผู้ป่วยได้เขย่าหรือฟังเพลง จากนั้นให้บอกความรู้สึกที่ได้จากการเพลงที่ได้ฟัง ผู้ป่วยจะได้เข้ารับการบำบัดครั้งละ 1.00-1.30 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง สำหรับผลที่ได้จากการการบำบัดพบว่าผู้ป่วยที่เคยมีพฤติกรรมแยกตัวออกจากสังคมสามารถกลับเข้าสู่สังคมได้เร็วกว่าเดิม หรือผู้ป่วยโรคซึมเศร้าก็กลับมายิ้มแย้มได้อีกครั้ง

ข้อมูลจากคุณแดนชัย เชิญประทีป[4] ผู้เชี่ยวชาญการบำบัดและสมาธิจากชีวาศรม อธิบายลักษณะของคลื่นเสียงว่ามี 2 ประเภท ได้แก่

- เสียงจากภายนอก คือ การฟังเสียงจากเครื่องดนตรีประเภทต่างๆ
- เสียงจากภายใน คือ การใช้เสียงของตัวเอง การสวดมนต์หรือร้องเพลงในโบสถ์

การนำไปใช้ได้ยกตัวอย่างผู้ป่วยโรคมะเร็ง เมื่อใดที่ผู้ป่วยเกิดความเครียดจะเกิดความกดดันที่มีผลต่อการทำงานของต่อมไร้ท่อ เสียงจึงถูกนำมาปรับสภาวะอารมณ์ผู้ป่วยให้ความกดดันหรือความตึงเครียดผ่อนคลายลงซึ่งต้องทำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะเห็นผลลัพธ์ชัดเจน

ดนตรีบำบัดกับแม่

คุณแม่ถือเป็นผู้สร้างสรรค์ดนตรีบำบัดคนแรกให้แก่ลูก กล่าวคือการร้องเพลงกล่อมลูกด้วยเพลงช้าเสียงยาวนุ่มนวล มีเรื่องเล่าเป็นนิทาน มีคติสอนใจสอดแทรก จะทำให้เด็กรู้สึกอบอุ่นในใจ มีความสุขและหลับสบายอีกทั้งช่วยกล่อมให้คุณแม่เป็นคนที่มีความอ่อนโยน ใจเย็นและมีสมาธิที่ดี สำหรับวิธีการนำเสียงเพลงมาใช้ในการดนตรีบำบัดด้วยตนเอง สามารถทำได้ดังนี้

1. Sound bath ขณะอาบน้ำ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที เลือกเปิดเพลงที่ชอบขณะนอนลงในอ่างอาบน้ำในท่าที่สบายหรือจะใส่หูฟังเพลงเพื่อให้เป็นการฟังลึกๆ ไร้เสียงรบกวน
2. เพื่อความผ่อนคลายควรเลือกเพลงที่มีจังหวะช้ากว่าการเต้นของหัวใจซึ่งเต้นประมาณ 72 ครั้ง/นาที และอาจฟังเพลงซ้ำไปซ้ำมาเพราะการฟังเพลงจังหวะซ้ำๆ เกิดประโยชน์มากขึ้นทวีคูณ
3. ระหว่างที่เพลงกำลังเล่นควรปล่อยให้เสียงเพลงซึมซับเข้าไปในตัวคุณแม่ เพื่อเป็นการลบความเครียดไปจากตัว โดยโฟกัสที่ลมหายใจสูดให้ลึกที่สุดอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอมีสมาธิอยู่กับความเงียบระหว่างตัวโน๊ตของเสียงเพลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถ้าคุณแม่ต้องการกระตุ้นความกระปรี้กระเปร่าหลังจากเหนื่อยล้า ลองเปิดเพลงที่มีจังหวะเร็วๆ และขยับร่างกายไปด้วย

5. ถ้าคุณแม่กำลังจะผ่านงานยากลำบาก ตื่นเต้น หรือทำอะไรไม่ถูก ให้เลือกเพลงที่คุ้นเคย เช่น เพลงในวัยเด็ก ซึ่งความรู้สึกคุ้นเคยช่วยให้กระตุ้นความสงบใจลงได้

6. หมั่นเดินไปพร้อมๆ กับเสียบหูฟังเพลงด้วยอุปกรณ์พกพา จากนั้นสูดลมหายใจเข้าออกตามจังหวะเพลง วิธีนี้ช่วยคลายความเครียดร่วมกับการออกกำลังกาย จินตนาการเข้ากับดนตรี

7. ตั้งใจฟังเสียงเพลงจากธรรมชาติ เช่น เสียงคลื่น เสียงป่า ช่วยลดความเครียดเช่นเดียวกับการเดินเล่น 15-20 นาทีริมหาดทราย หรือทางเดินเงียบๆ ในป่า หรือเลือกซีดีเพลงทำนองนี้มาฟัง

8. ขึ้นอยู่กับมีรสนิยมในการฟังเพลง เพราะการฟังเพลงที่ไม่ชอบจะเป็นการสร้างความเครียดให้เพิ่มขึ้น

9. เปิดเพลงคลอเบาๆ ในระหว่างการทำงานในแต่ละวัน ช่วยลดความเครียดเป็นอย่างดี

10. เปิดเสียงดนตรีร่วมกับการบำบัดในรูปแบบอื่นๆ เช่น การนวด ก่อนการนัดฉีดยา หรือตอนไปหาหมอฟัน เพราะจะช่วยบรรเทาความรู้สึกเครียด ความกังวลให้ผ่อนคลายขึ้น

**2.4.2 ประโยชน์ดนตรีบำบัด**

✓ ลดความวิตกกังวลได้โดยเลือกฟังดนตรีจังหวะช้าๆ และผ่อนคลาย ให้หลับตาขณะฟังและจินตนาการภาพที่ทำให้ผู้ฟังรู้สึกดี จะช่วยลดความตึงเกร็งของร่างกายและปรับสมดุลของใจเป็นปกติ

✓ เพิ่มภูมิคุ้มกันเนื่องจากเมื่อร่างกายเกิดความสงบ การไหลเวียนเลือดจะกลับเป็นปกติ จังหวะการหายใจจะผ่อนคลายตลอดจนความเจ็บปวดลดลง ทำให้ร่างกายมีการตอบสนองที่ดีมีภูมิคุ้มกัน

✓ เพิ่มทักษะการสื่อสารสำหรับคนที่สื่อสารติดขัด ดนตรีสามารถช่วยปรับคลื่นสมองให้เป็นปกติ ทำให้สามารถเรียบเรียงความคิด การสื่อสาร และการแสดงออกทำได้ดีขึ้น

✓ ทำให้เกิดความมั่นใจมากขึ้น การขาดความมั่นใจในตัวเองถือเป็นปัญหาทางจิตใจชนิดหนึ่ง หากได้รับการบำบัดเป็นกลุ่มพบว่าถ้าคนๆ นั้นได้ร้องเพลงและเต้นรำเขาจะกลับมาให้ความสำคัญกับตัวเองมากขึ้นพร้อมทั้งมีความมั่นใจในการแสดงออกเพิ่มขึ้น

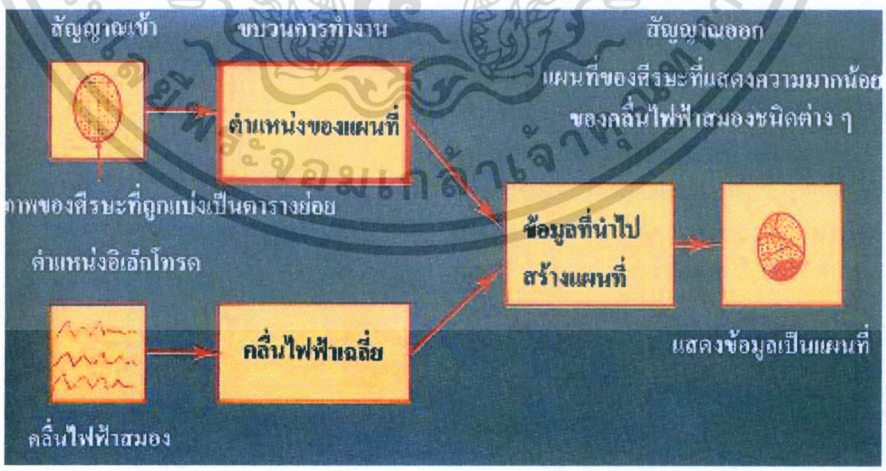
✓ เยียวยาบำบัดโรคทั้งโรคทางร่างกายและโรคทางจิต ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าดนตรีสามารถช่วยให้คนไข้เคลื่อนไหวและควบคุมตัวเองได้ดีขึ้น ช่วยลดพฤติกรรมการแสดงออกที่ไม่เหมาะสม แก้ปมในใจและสร้างอารมณ์เชิงบวกได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 เครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograph : EEG)

สมอง ประกอบด้วยเซลล์ประสาทพันล้านเซลล์ สำหรับการสื่อสารระหว่างเซลล์ประสาทเป็นที่รู้กันดีว่าอยู่ในลักษณะของคลื่นสัญญาณไฟฟ้า และเครื่องที่ใช้ในการบันทึกเรียกว่า อิเล็กโทรเอ็นเซฟาโล-กราฟ[6] (Electroencephalograph : EEG) เป็นการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของกลุ่มเซลล์ในสมองผ่านออกมาจากหนังศีรษะซึ่งเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดเกิดขึ้นในปีค.ศ. 1920 การตรวจจับ EEG มีการใช้พื้นที่เชิงต่ำแต่มีความละเอียดสูง ซึ่งเหมาะสำหรับการเปลี่ยนแปลงในการบันทึกกิจกรรมของสมองในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ผลจากการตรวจจะปรากฏเป็นเส้นกราฟต่อเนื่องบนจอภาพโดยมีความถี่รูปแบบต่างๆ ที่สามารถแปลผลได้ว่าปกติหรือผิดปกติแบบใดและที่บริเวณใดของสมอง สำหรับการบันทึกคลื่นสมองจะทำภายใต้ภาวะต่างๆ เช่น ขณะตื่นหรือหลับ ระหว่างชัก ระหว่างกระตุ้นด้วยแสง เป็นต้น

การตรวจคลื่นสมองด้วย EEG ถือเป็นวิธีการที่ง่าย ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดแก่ผู้ป่วยและสามารถใช้ตรวจได้ในผู้ป่วยตั้งแต่แรกเกิด EEG ถือเป็นเครื่องมือที่ถูกใช้ประโยชน์สำหรับการวินิจฉัยโรคทางสมองบางอย่างที่ทำให้ EEG เกิดเปลี่ยนแปลงไป โดยจะใช้การวางอิเลคโทรดลักษณะแผ่นซึ่งมีขนาดเล็กหลายอันบนศีรษะเพื่อทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองจากหลายตำแหน่งให้เป็นคลื่นไฟฟ้าจากสมอง จากนั้นแพทย์จะทำการวินิจฉัยโรคจากการตรวจดูภาพที่บันทึกได้ของคลื่นไฟฟ้าสมองโดยละเอียด อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้อาศัยความก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองได้อย่างละเอียดมากขึ้น และการวิเคราะห์มีความหลากหลายแต่การวิเคราะห์อย่างหนึ่งที่ใช้กันคือ การสร้างแผนที่ (Mapping) ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใด (รูปที่ 2.2)




**รูปที่ 2.2** กระบวนการทำงานของเครื่องสร้างแผนที่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กระบวนการสร้างแผนที่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง</u>

การสร้างแผนที่ของคลื่นไฟฟ้าสมองอาศัยหลักการทำงาน 4 ขั้นตอนประกอบด้วย การเก็บข้อมูล กระบวนการจัดการกับสัญญาณ การคำนวณ และการแสดงแผนที่

การรวบรวมข้อมูลกระทำได้โดยการเก็บข้อมูลของ EEG แล้ว เปลี่ยนเป็นข้อมูลตัวเลขโดยอาศัย A/D Converter จากนั้นเก็บข้อมูลที่ได้ไว้ในแผ่นความจำและทำการวิเคราะห์ความถี่ของคลื่น EEG ตามที่ต้องการโดยอาศัยวิธีทาง Fourier Transform

การคำนวณแผนที่ของคลื่นสมองทำโดยการแบ่งพื้นที่ของศีรษะออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ เรียกว่า พิกเซลส์ (Pixels) สำหรับการเก็บข้อมูลอาศัยคอมพิวเตอร์โดยสามารถเก็บข้อมูลของแผนที่ได้ละเอียดที่ 40x60 พิกเซลล์ และแบ่งความมากน้อยออกเป็น 16 ระดับ จากนั้นนำข้อมูลเก็บไว้ในหน่วยความจำ 800 ไบทส์ เมื่อดำเนินขั้นตอนการเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงสามารถนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองเข้ามาแสดงเป็นภาพสีของแต่ละพิกเซลล์ โดยระดับความมากน้อยของข้อมูลจะถูกแสดงเป็นสีต่างๆ ทำให้เห็นภาพชัดเจนว่าคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดใดอยู่ที่สมองบริเวณใด

- การตรวจคลื่นสมองมีประโยชน์อย่างไร?

การตรวจคลื่นสมองมีประโยชน์ในผู้ป่วยที่สงสัยว่าเป็นโรคลมชัก[7] เพื่อช่วยยืนยันการวินิจฉัยว่าผู้ป่วยเป็นโรคลมชักจริงหรือไม่ (ในกรณีประวัติอาการชักไม่ชัดเจน) นอกจากนี้ยังช่วยจำแนกชนิดของโรคลมชักซึ่งมีผลต่อการเลือกยากันชักที่เหมาะสมกับโรคลมชักแต่ละประเภท การตรวจคลื่นสมองสามารถใช้ประเมินผลการรักษาได้นอกเหนือจากการติดตามอาการผู้ป่วย อีกทั้งยังใช้ในการตัดสินใจก่อนหยุดใช้ยากันชักกรณีที่ผู้ป่วยไม่มีอาการชักติดต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี นอกจากโรคลมชักแล้วการตรวจคลื่นสมองยังให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ในภาวะต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ผู้ป่วยที่สงสัยภาวะชัก เช่น หมดสติโดยไม่ทราบสาเหตุ อาการเกร็งกระตุกตามกล้ามเนื้อ อาการปวดหรือเวียนศีรษะโดยไม่ทราบสาเหตุ พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงฉับพลัน อาการทางจิตที่ไม่ทราบสาเหตุ
- ใช้ช่วยวินิจฉัยโรคลมชัก เพื่อช่วยแยกชนิดของโรคลมชัก เช่น โรคชักเหม่อลอยในเด็ก Absence Seizure โรคชักทั้งตัว Generalize Epilepsy และ Pseudo Epilepsy
- ใช้ประเมินการทำงานของสมองในผู้ป่วยที่ประสบอุบัติเหตุที่ศีรษะหรือหลังผ่าตัดสมอง
- ใช้ประเมินการทำงานของสมองในผู้ป่วยภาวะโคม่า
- ใช้ช่วยวินิจฉัยผู้ป่วยที่ซึมลงหรือหมดสติ และสงสัยว่าผู้ป่วยนั้นมีอาการชักที่ไม่แสดงออกโดยการเกร็งกระตุก (Non-Convulsive Seizure)
- ใช้ช่วยการวินิจฉัย การประเมิน และวางแผนในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการนอน (Sleep Disorder) เช่น Obstructive Sleep Apnea และ Narcolepsy โดยการทำ Polysomnogram
- ใช้ช่วยวินิจฉัยโรคบางชนิด เช่นภาวะ Hepatic Encephalopathy และโรควัวบ้า Brain Tumor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อช่วยวางแผนการรักษาภาวะ Status Epilepticus โดยการทำ EEG Monitoring
- เพื่อวางแผนในการผ่าตัดให้กับผู้ป่วยลมชักกรณีที่มีอาการดื้อยา (Refractory Epilepsy) โดยการทำ Video EEG Monitoring
- ใช้ช่วยวินิจฉัยภาวะสมองตาย (Brain Death)
- ใช้ช่วยวินิจฉัยกลุ่มโรคบางอย่างที่มีลักษณะคลื่นสมองเฉพาะเจาะจง
- ใช้ช่วยในการเลือกยากันชักที่เหมาะกับผู้ป่วยและวางแผนในการหยุดยากันชักในผู้ป่วยโรคลมชัก

หมายเหตุ : ผู้ป่วยโรคลมชักอาจตรวจไม่พบความผิดปกติจากการตรวจคลื่นสมองเพียงครั้งเดียว ดังนั้นผลการตรวจที่ปกติไม่ได้หมายความว่าผู้ป่วยไม่ได้เป็นโรคลมชัก ทั้งนี้ขึ้นกับประวัติอาการชักและการตรวจร่างกายทางระบบประสาทเป็นสำคัญ

<u>ขั้นตอนการตรวจคลื่นสมอง</u>

เจ้าหน้าที่ประจำห้องคลื่นสมองทำการซักประวัติผู้ป่วย เพื่อประกอบการวางแผนการตรวจคลื่นสมอง หลังจากที่ผู้ป่วยนอนบนเตียงตรวจแล้วเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญจะปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

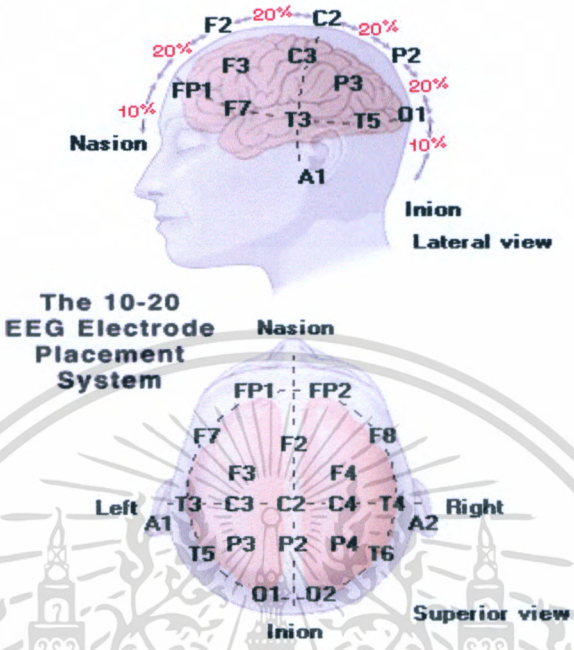
ขั้นแรก เจ้าหน้าที่จะติดสายตรวจอิเลคโทรด (Electrodes) บนศีรษะในตำแหน่งต่างๆ ที่ทำความสะอาดแล้วจากนั้นต่อสายตรวจเข้าเครื่องตรวจคลื่นสมอง เมื่อเปิดใช้งานเครื่องตรวจจะปรากฏเส้นกราฟที่เกิดจากสัญญาณไฟฟ้าในสมองบนจอภาพตลอดเวลาที่ทำการบันทึก ใช้เวลาในการตรวจอย่างน้อย 30 นาทีหรือ 1 ชั่วโมงหรือนานกว่านั้นหากมีการตรวจพิเศษ เช่น การบันทึกวิดีโอเพื่อดูอาการผู้ป่วยร่วมกับการทำคลื่นสมองในเวลาเดียวกันที่เรียกว่าการทำ Video EEG กรณีเด็กเล็กหรือเด็กที่มีปัญหาทางพัฒนาการที่ไม่ให้ความร่วมมืออาจต้องให้ยานอนหลับจากนั้นปลุกเด็กให้ตื่นเพื่อทำการตรวจในขณะที่ตื่น

นอกจากขั้นตอนดังกล่าว ยังมีขั้นตอนกระตุ้นให้คลื่นสมองแสดงสิ่งผิดปกติ เช่น การหายใจเข้า-ออกลึกๆ (Hyperventilation) ติดต่อกันเป็นเวลา 3-5 นาที การใช้แสงไฟกระพริบความถี่ต่างๆ (Photic Stimulation) กระตุ้นที่ใบหน้าของผู้ป่วยโดยแสงไฟที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย อีกวิธีคือการตรวจคลื่นสมองหลังจากอดนอน (Sleep Deprivation) โดยให้ผู้รับการตรวจเข้านอนดึกที่สุดและตื่นเช้ากว่าปกติและไม่หลับขณะเดินทางมาตรวจ แต่ให้มานอนหลับขณะทำการตรวจคลื่นสมอง

### 2.5.1 รูปแบบของคลื่นไฟฟ้า (EEG)

รูปแบบหรือช่องการทำงานของ EEG[8] แต่ละช่องจะแสดงความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าที่บันทึกขั้วไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ (ประมาณ 1 ซม$^2$) ระหว่างศีรษะและอิเลคโทรด โดยทั่วไปขั้วไฟฟ้าสมองจำนวนมากจะถูกวางไว้บนหนังศีรษะซึ่งอยู่ในตำแหน่งมาตรฐาน (รูปที่ 2.3) แต่ละช่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและแต่ละอิเลคโทรดเป็นพื้นที่ของเยื่อหุ้มสมองที่มีขนาดใหญ่ (ประมาณ 10 ซม$^2$) ดังนั้นแต่ละช่องของ EEG จะสะท้อนให้เห็นเพียงสัญญาณจากกลุ่มของเซลล์เยื่อหุ้มสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.3** ตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าสมอง

การทำงานของผู้เชี่ยวชาญหรือ Clinicians ในการรักษาและวิเคราะห์สัญญาน EEG เป็นไปตามรูปแบบของกิจกรรมที่ทำ เช่น ความกว้างและความถี่ของรูปคลื่นและความสัมพันธ์ของรูปแบบตามสถานะพฤติกรรมของแต่ละบุคคล คลื่น EEG อาจถูกวิเคราะห์โดยการตรวจสอบภาพหรือคำนวณคอมพิวเตอร์ และความถี่ของคลื่น EEG จะอยู่ในช่วงที่น้อยกว่า 1 Hz จนถึงช่วง 40-50 Hz สำหรับคลื่นที่มีขนาดใหญ่มักจะเกิดขึ้นที่ความถี่ต่ำและรูปแบบของคลื่นต่ำที่มีความถี่สูง นอกจากดูภาพรวมลักษณะรูปแบบของ EEG ในการรักษาแล้วผู้เชี่ยวชาญได้ใช้การวิเคราะห์จากการสังเกตรูปแบบของคลื่นที่ผิดปกติที่ได้จากการบันทึก เช่น ความแหลมคมของคลื่นช้าที่ไม่คาดคิด หรือความบกพร่องของคลื่นทางศักยภาพ โดยรูปแบบดังกล่าวของคลื่นอาจระบุได้ถึงบาดแผลพื้นฐานของสมองหรืออาจจะเกี่ยวข้องกับความผิดปกติเป็นโรคลมชัก

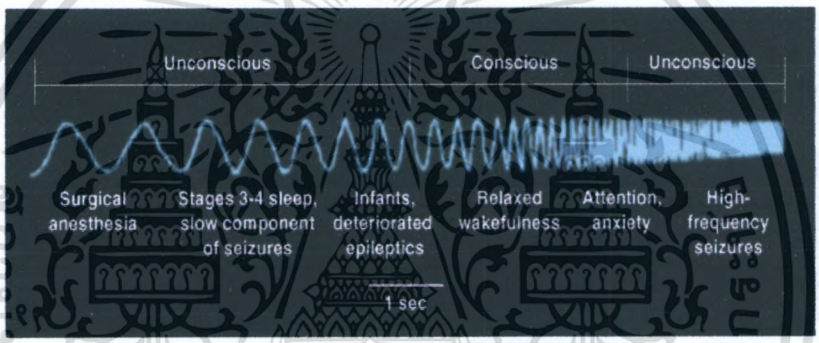
### 2.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่สมองและระดับของการมีสติ การรับรู้

ในการไล่ระดับความถี่ EEG ของเยื่อหุ้มสมองที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะต่างๆ ของการรับรู้ (รูปที่ 2.4(a)) ความถี่ของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่รวดเร็วหรือช้าเกินไปซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานของเยื่อหุ้มสมองบกพร่อง เป็นการสูญเสียการมีสติที่เกี่ยวข้องกับส่วนใดส่วนหนึ่งอย่างรุนแรง เครื่องวัดคลื่นสมองจะแบ่งประเภทความสัมพันธ์กับระดับต่างๆ ของการมีสติโดยสามารถแสดง

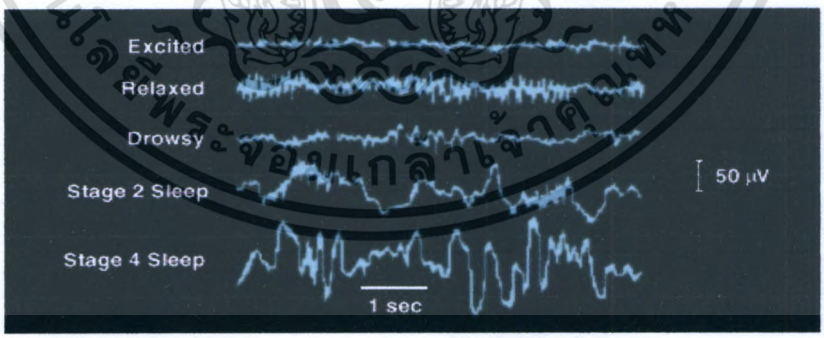
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะของสติและการรับรู้ที่มาพร้อมกับ EEG ทั้ง 5 รูปแบบ (รูปที่ 2.4(b)) การบันทึกของแรงดันต่ำในกิจกรรมที่ใช้ความรวดเร็วมีส่วนเกี่ยวข้องกับสภาพคล่องในขณะที่มีการนอนหลับลึก (ขั้นตอนที่ 4) ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับคลื่นที่มีแรงดันสูงเป็นกิจกรรมที่ใช้ไฟฟ้าช้าซึ่งถือเป็นรูปแบบคลื่นสมองที่มีความชัดเจนในการเปลี่ยนจากความถี่สูงและแรงดันต่ำให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปแบบที่ใช้ความถี่ต่ำแต่แรงดันสูง สำหรับระดับของการเร้าอารมณ์หรือความตื่นตัวมีแนวโน้มที่เปลี่ยนจากความตื่นเต้นไปยังอาการมึนเบลอจนกระทั่งง่วงนอน

หมายเหตุ : รูปแบบคลื่นไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับสภาวะตื่นเต้นของสติการรับรู้มีความเร็วเกิดจากการผสมกับความถี่มีรูปแบบแรงดันต่ำที่เรียกว่า Desynchronization เกี่ยวข้องกับความตื่นตัวและความน่าจะเป็นของการรับรู้สูง ซึ่งการรับรู้นี้จะมีการตัดสินใจและส่งต่อไปในส่วนถัดไป




(a) ระดับความถี่ EEG ของเยื่อหุ้มสมองที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะต่างๆ ของการรับรู้




(b) รูปแบบแสดงสภาวะของการมีสติและการรับรู้ ในลักษณะของ EEG

**รูปที่ 2.4** ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่สมอง และการมีสติในการรับรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5.3 Fourier Transform**

เทคนิคการวิเคราะห์ฟูเรียร์ (Fourier Analysis) เป็นเทคนิคสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ระบบและสัญญาณ เครื่องมือสำคัญของการวิเคราะห์ฟูเรียร์คือ อนุกรมฟูเรียร์ (Fourier Series) ที่ใช้กับการวิเคราะห์เมื่อเป็นสัญญาณในรูปของคาบ (Periodic Signals) และการแปลงฟูเรียร์ (Fourier Transfrom) ใช้กับการวิเคราะห์ที่สัญญาณไม่เป็นคาบแต่มีพลังงานจำกัด (Finite Energy) ตลอดช่วงเวลา การใช้อนุกรมฟูเรียร์และการแปลงฟูเรียร์มีข้อจำกัดอยู่ 2 กรณีคือ

1. เมื่อสัญญาณเป็นสัญญาณที่ได้จากการวัด (Measurement) จะมีลักษณะที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปของฟังก์ชั่นแบบปิด (Closed-Form Function) และมีลักษณะที่เป็นจุดๆ (Discrete) สัญญาณลักษณะนี้จะอยู่ในรูปเป็นลำดับของตัวเลข (Sequences of Real Number) แทนด้วย x(n), n = 0, 1, 2, ..., N-1 ซึ่งเรียกว่าสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Signal)

2. เมื่อสัญญาณเป็นสัญญาณที่ไม่อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นปิด (Closed-Form Function)

ดังนั้นกรณีที่ 1 เป็นกรณีที่สามารถพบได้บ่อยในทางปฏิบัติ ซึ่งข้อจำกัดนี้สามารถแก้ปัญหาโดยการใช้ DFT (Discrete Fourier Transform) ในการประมาณสเปคตรัมของสัญญาณที่ได้จากการวัดที่อยู่ในรูปของลำดับของตัวเลขแต่ปัญหาของการใช้ DFT คือหากคำนวณตามนิยามของ DFT จะใช้เวลาคำนวณนานเกินไป จึงแก้ด้วยการใช้อัลกอริธึมชื่อ FFT (Fast Fourier Transform) ในการคำนวณ DFT ฉะนั้นกล่าวได้ว่า สามารถใช้ FFT ในการคำนวณ DFT เพื่อการประมาณสเปคตรัมของสัญญาณใดๆ

**2.5.4 การแปลงฟูเรียร์อย่างเร็ว (Fast Fourier Transform : FFT)**

Fast Fourier Transform ถูกคิดค้นโดยนักคณิตศาสตร์ 2 ท่านได้แก่ Cooley และ Tukey ได้นำเสนอต่อสาธารณะในปีค.ศ.1965 เรียกวิธีการคำนวณตามหลักการว่า Cooley–Tukey Fast Fourier Transform หรือ CT-FFT การแปลงฟูเรียร์อย่างเร็ว (FFT) เป็นการแก้ข้อบกพร่องของการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง (DFT) ช่วยลดเวลาและความผิดพลาดระหว่างการคำนวณ[9]

การใช้งานอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ สำหรับการคำนวณและวิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากการทดลองเป็นการลดความแตกต่างระหว่างบุคคลตามเพศหรืออายุและระดับ EEG ($\Theta$, $\alpha$ และ $\beta$ ตามเปอร์เซ็นต์การใช้งาน) คำนวณโดยการนำ EEG ที่เป็นข้อมูลดิบแทนที่ค่าพลังงานของ EEG ที่แน่นอน เนื่องจากค่า EEG จะถูกคำนวณเป็นผลรวมกำลังสองของขนาด FFT จากสัญญาณ EEG โดยใช้วิธีการแบ่งเป็นส่วนๆ จากนั้นคำนวณผลที่ได้จากการแบ่งช่วงของ FFT ให้รวมกันเป็นสัญญาณ EEG (สมการ 2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Per(Z_i) = \frac{Power(Z_i)}{\sum_{i=1}^{3} Power(Z_i)} \times 100\% \quad (2.1)$$

โดยที่ $Z_i$ = $\Theta$, $\alpha$ และ $\beta$ ซึ่งเป็นช่วงระดับความถี่แต่ละช่วง

สำหรับการวิเคราะห์ที่ถูกใช้งานเนื่องจากให้มีความถูกต้องมากขึ้นจะขึ้นอยู่กับเวลา ได้แก่ Root Mean Square (RMS) และ Shannon Entropy (SE) เนื่องจากการวิเคราะห์ไทม์โดเมน EEG สามารถทำได้โดยการตรวจสอบเมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าหรือไม่ เช่น การตรวจสอบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของรูปแบบคลื่นตัว ส่งผลให้ EEG ได้รับการพิจารณาเป็น Zero Mean Gaussian Random Process (แรงดันไฟฟ้าเป็นบวกได้บ่อยเท่าที่มันเป็นลบ) สำหรับ RMS (สมการที่ 2.2) เป็นการวิเคราะห์ค่าแบบสัมบูรณ์เป็นวิธีการที่เหมาะในการคำนวณค่าเฉลี่ยความกว้างของสัญญาณ EEG ทางกายภาพ และ SE (สมการที่ 2.3) ถูกใช้งานครั้งแรกโดย Shannon เป็นตัวชี้วัดปริมาณของข้อมูลโดยเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างของสัญญาณ EEG สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} S_i^2}{n}} \quad (2.2)$$

$$SE = \frac{-\sum_{i=1}^{n} p(s_1) \times \log_b p(s_1)}{\log_b k} \quad (2.3)$$

เมื่อ $S_i$ (i = 1, ..., n) ในข้อมูลตัวอย่าง EEG (digitalized amplitude value)

n คือจำนวนจุดของข้อมูลตัวอย่าง

$p(x_i)$ ความน่าจะเป็นค่าแอมพลิจูด เกิดขึ้นที่ใดก็ได้ในสัญญาณ

k = 10 (ค่าเริ่มต้น)

## 2.6 Emotiv EPOC+

### 2.6.1 ชุดหูฟังระบบประสาท EPOC (EPOC Neuroheadset)

บริษัทวิศวกรรมระบบประสาท (Neuroengineering) ตั้งอยู่ซานฟรานซิสโกที่มีชื่อว่า Emotiv[10] เป็นบริษัทที่พัฒนาเกี่ยวกับการทำงานของสมองที่เกิดจากการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (Brain-Computer Interface : BCI) และการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของ EEG ที่เข้าถึงแบบไร้สาย (Wireless) กล่าวคือ EPOC ใช้เทคโนโลยีการทำงานของ EEG เพื่ออ่านรูปแบบของคลื่นไฟฟ้าที่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมองและจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้รับไปยังคอมพิวเตอร์ ชุดหูฟัง Emotiv สามารถตรวจจับและจำลองความแตกต่างของความรู้สึกและการแสดงออกทางสีหน้าอารมณ์ สำหรับความแตกต่างของอุปกรณ์ EPOC+ กับเครื่อง EEG ที่มีก่อนหน้าคือ EPOC+ เป็นชุดหูฟังแรกที่ไม่ต้องใช้เจลทาบนหนังศีรษะหรือที่ตาข่ายของขั้วไฟฟ้า

### 2.6.2 Emotiv EPOC+

ชุดหูฟัง EPOC+ สามารถบันทึกข้อมูลดิบของ EEG (รูปที่ 2.5) ซึ่งมาพร้อมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการบันทึกและดูข้อมูลดิบของ EEG โดย testbench เป็นส่วนการทำงานที่สามารถเข้าถึงคลื่น EEG ในการแสดงคลื่นสัญญาณแต่ละตำแหน่งของอิเลคโทรดออกมา และข้อมูลดิบของ EEG สามารถส่งออกในรูปแบบ EDF (การทำงานรูปแบบหลายช่องสัญญาณทางชีวภาพและกายภาพ)

**รูปที่ 2.5** ชุดอุปกรณ์ Emotiv EPOC+
(a) USB Dongle (b) EPOC+ headset และ (c) electrodes

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เป็นการทำงานของอิเลคโทรดด้วยช่องทางที่มีประสิทธิภาพสูงจำนวน 14 ตำแหน่งของ EEG และ 2 ตำแหน่งอ้างอิงซึ่งเป็นตำแหน่งที่ดีและเหมาะสมสำหรับการทำงานเชิงพื้นที่ที่มีความละเอียดและต้องการความถูกต้อง สำหรับชื่อช่องและตำแหน่งเป็นที่ยอมรับเมื่อเทียบกับ 10-20 อิเลคโทรดที่เป็นมาตรฐานของสากล สำหรับอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ ทำงานที่ความละเอียด 14 บิตหรือ 16 บิตต่อช่องสัญญาณที่มีการตอบสนองความถี่ระหว่าง 0.2-45 Hz สำหรับ EEG ไร้สายนี้ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิจัยและการบำบัดโรคที่เกี่ยวกับระบบประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การนอนหลับ

การนอนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต การนอนทำให้กล้ามเนื้อและอวัยวะทุกส่วนได้พักผ่อนอย่างเต็มที่ เพื่อพร้อมสำหรับการทำงานในวันต่อไป เมื่อนอนน้อยอาจส่งผลให้ร่างกายทำงานผิดพลาด ความสามารถในการทำงานลดลง หรือคุณภาพงานต่ำกว่าปกติ มีงานวิจัยในต่างประเทศพบว่าคนที่นอนน้อยกว่า 4 ชม. หรือนอนมากกว่า 10 ชม. ต่อคืนเป็นประจำส่งผลให้อายุสั้นกว่าคนที่ใช้เวลานอนหลับปกติ และสำหรับคนที่นอนไม่เพียงพอเป็นเวลานานเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจขาดเลือดและโรคหลอดเลือดเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น การนอนระหว่าง 21.00-22.00 น. จะได้รับประโยชน์มากที่สุดเนื่องจาก Growth hormone สามารถหลั่งสารออกมาได้อย่างเต็มที่ในช่วง 22.00-24.00 น. ช่วยในการซ่อมสร้างเซลล์ในร่างกายและควรนอนให้ได้อย่างน้อย 7-8 ชั่วโมงต่อวัน

### 2.7.1 วิทยาศาสตร์การนอนหลับ

นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถให้นิยามของการนอนหลับได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามการนอนหลับโดยทั่วไปหมายถึงสภาวะที่ไม่รับรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและโดยปกติจะไม่เกิดเคลื่อนที่ยกเว้นสัตว์บางชนิด เช่น โลมาและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล (Marine mammals) ที่การนอนหลับจะเกิดขึ้นไปพร้อมๆ กับการว่ายน้ำ ในขณะที่นกบางชนิดสามารถนอนหลับในระหว่างการเดินทางอพยพข้ามถิ่นที่ใช้เวลานานๆ

ในปีค.ศ.1953 Nathaniel Kleitman (รูปที่ 2.6) และลูกศิษย์ของเขาได้ศึกษาเกี่ยวกับการนอนหลับ ผลการวิจัยพบว่า การนอนหลับไม่ได้เป็นไปตามแนวคิดเดิมที่ว่า “การนอนหลับ เกิดจากการหยุดการทำงานของสมองเป็นส่วนใหญ่” นอกจากนี้จากการศึกษายังค้นพบว่าการนอนหลับจะถูกกำหนดโดยช่วง Rapid Eye Movement หรือที่เรียกว่า REM ซึ่งสามารถพบได้ในสัตว์ทุกชนิด และการเกิด REM นี้จะสลับกันไปมาเป็นช่วงๆ กับ non-REM ซึ่งเป็นการหลับสนิท (Quiet sleep)

**รูปที่ 2.6** Nathaniel Kleitman

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมานักวิทยาศาสตร์มีความเจริญก้าวหน้าในการวิจัยการนอนหลับ โดยสามารถทำการศึกษาการทำงานของเซลล์ประสาทในสมองระหว่างการนอนหลับผ่านเส้นใยระดับไมโครที่มีขนาดเล็กเพียง 32 ไมครอนซึ่งเทียบกับเส้นผมที่เล็กที่สุดของมนุษย์เข้าไปในส่วนต่างๆ ของสมองทั้งในมนุษย์และสัตว์ทดลองในห้องปฏิบัติการ จากการศึกษาพบว่าในช่วงการนอนหลับนั้นเซลล์ประสาทของสมองจะทำงานไม่คงที่ โดยสมองจะทำงานเป็น 2 ช่วงกล่าวคือ ในช่วง non-REM sleep เซลล์ประสาทบริเวณก้านสมองจะทำงานน้อยลงหรือเสมือนหยุดการทำงานในขณะที่เซลล์สมองในส่วน Cerebral cortex ที่อยู่ในสมองส่วนหน้าจะลดการทำงานลงจากปกติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในทางกลับกันสมองในช่วงการนอนหลับแบบ REM จะแตกต่างจากแบบ non-REM อย่างสิ้นเชิง กล่าวคือการทำงานของสมองเกือบเท่ากับตอนที่ตื่นอยู่เซลล์ประสาททั้งในสมองส่วนหน้าและโคนสมองยังคงส่งกระแสประสาทในอัตราสูงและความฝันส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงนี้ การหลับแบบ REM มีผลกระทบต่อระบบสมองซึ่งควบคุมอวัยวะภายในของร่างกาย[11]

### 2.7.2 ลักษณะการนอน

ลักษณะการนอนที่ปกติแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการหลับธรรมดา (Non-Rapid Eye Movement sleep หรือ NREM sleep) และช่วงหลับฝัน (Rapid Eye Movement sleep หรือ REM sleep) แต่ละช่วงจะประกอบไปด้วยลักษณะการเปลี่ยนแปลงในคลื่นสมอง การเคลื่อนไหวของลูกตา และ Muscle tone[12] สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.7.2.1 ช่วงหลับธรรมดา (Non-Rapid Eye Movement sleep หรือ NREM sleep)

การนอนชนิดนี้มีความราบเรียบสม่ำเสมอ แบ่งระยะความลึกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- Stage N1 (Light sleep) ระยะนี้ยังหลับไม่สนิทเป็นช่วงที่ครึ่งหลับครึ่งตื่น ปลุกตื่นได้ง่าย ช่วงนี้อาจจะมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Hypnic Myoclonia อาการเหมือนการตกจากที่สูง ระยะนี้ตาจะเคลื่อนไหวช้าๆ เป็นช่วงที่เปลี่ยนจากการตื่นไปสู่การนอนหลับ สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ระยะนี้จะพบคลื่นอัลฟ่า
- Stage N2 (True sleep) ระยะนี้ตาจะหยุดเคลื่อนไหวคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นแบบ Rapid waves ที่เรียกว่า Sleep Spindles เป็นระยะแรกที่มีการหลับอย่างแท้จริงแต่ยังไม่มีการฝัน ในระยะนี้ผู้ที่หลับจะสามารถถูกปลุกให้ตื่นได้ง่ายกับสิ่งเร้าที่เหมาะสม สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในระยะนี้จะพบ Spindle และ K-complex
- Stage N3 และ N4 บางครั้งเรียกรวมกันว่าช่วงหลับลึก (Deep sleep) เนื่องจากมีลักษณะของคลื่นสมองคล้ายกันเรียกว่า Slow-wave sleep หรือ Delta stage ระยะนี้อุณหภูมิร่างกายและความดันโลหิตจะลดลง อัตราการเต้นของหัวใจลดลงเหลือประมาณ 60 ครั้ง/นาที จะมีการหลั่ง Growth hormone การตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งภายนอกและภายในจะลดลงเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามระยะความลึกของการหลับและปลุกตื่นยากที่สุด ตาจะไม่เคลื่อนไหวและหากถูกรบกวนหรือปลุกให้ตื่นในช่วงนี้มีรู้สึกจะงัวเงีย

ช่วงหลับลึกจำเป็นต้องมีให้เพียงพอเพื่อทำให้มนุษย์รู้สึกสดชื่นและสดใสเมื่อตื่นนอน เปรียบเสมือนการชาร์ตแบตเตอรี่ ถ้าให้เวลาชาร์ตพอกำลังของแบตเตอรี่ก้อนนั้นจะแรงพอให้สามารถใช้ไปได้นาน แต่ถ้าให้เวลาชาร์ตไม่นานพอแบตเตอรี่ใช้ได้ไม่นานแล้วยังทำให้แบตเตอรี่เสื่อมง่าย สมองมนุษย์ก็เช่นเดียวกันจำเป็นต้องมีการกำจัดสารเคมีที่ไม่พึงประสงค์หรือเป็นของเสียที่เกิดจากการทำงานของสมองมาทั้งวัน โดยช่วงเวลาหลับลึกร่างกายจะค่อยๆ กำจัดสารดังกล่าวให้หมดไป ทำให้สมองสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2.7.2.2 ช่วงหลับฝัน (Rapid Eye Movement sleep หรือ REM sleep)

ระยะของการนอนชนิดนี้ใช้เวลาประมาณ 20-25% ของการนอนทั้งหมด ระยะนี้จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

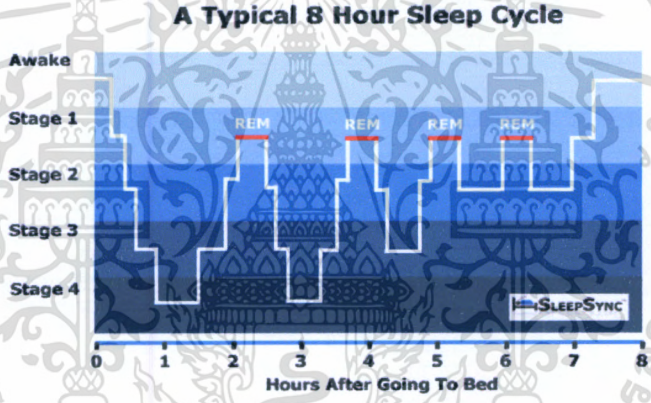
- มีการทำงานของสมองอย่างสูงและกระจายไปทั่วสมอง (Generalized Heightened Brain Activity)
- มีการกรอกลูกตาโดยกล้ามเนื้อตาเป็นระยะๆ (Periodic Intense Eye Movement)
- ความฝันเกิดขึ้น
- เกิดความปรวนแปรของระบบการหายใจ ระบบหัวใจ และหลอดเลือดได้อย่างมาก (ภาวะนี้อาจเกิดจากการทำงานของสมองหรืออาจจะเกิดเพราะกำลังฝัน)
- ระยะนี้ในบางครั้งเรียกว่า Active sleep หรือ Paradoxical sleep
- มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก เช่น เสียงดังหรือสิ่งเร้าภายใน ภาวะการขาดออกซิเจนจะน้อยมากเมื่อเทียบกับระยะ NREM
- กำลังและการตึงตัวของกล้ามเนื้อลายทั่วทั้งร่างกายจะลดลงคล้ายภาวะที่เรียกว่า Paralysis
- ก้านสมองจะลดการตึงตัวของกล้ามเนื้อลายในระยะการนอนชนิดนี้

ในระยะนี้เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ช่วงหลับฝันเป็นช่วงเวลาที่สมองมีการทำงานหนักไม่น้อยไปกว่าเวลาตื่น ในบางครั้งอาจมีการทำงานที่มากกว่าช่วงเวลาตอนตื่น สมองจะมีกระบวนการที่จัดการกับข้อมูลต่างๆ ที่เข้ามา จากนั้นทำการจัดระเบียบทำให้เกิดเป็นความทรงจำ ความเข้าใจ และอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิต และหากมีช่วงเวลาหลับฝันน้อยเกินไปจะไม่สามารถจำได้ว่าฝันอะไร นอกจากนี้ยังพบว่าหากมีช่วงดังกล่าวน้อยไปจะมีผลกระทบต่อความทรงจำหรือความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.7.3 วัฏจักรระยะเวลาของการนอนหลับ

ในขณะที่นอนเมื่อเริ่มหลับจะเข้าสู่ช่วง NREM ระยะที่ N1 และเลื่อนไหลไปสู่ระยะที่ N2, N3 และ N4 ตามลำดับแล้วจึงถอยกลับมาเข้าสู่ระยะ NREM ระยะที่ N4, N3, N2 และ N1 จากนั้นจึงเข้าสู่ช่วง REM แล้วจึงเริ่มกลับมาเข้าสู่ช่วง NREM ระยะที่ N1, N2, N3 และ N4 ใหม่อีกครั้งเพื่อเป็นการเริ่มรอบใหม่ของวงจรในการนอนหลับ จากจุดเริ่มต้นของช่วง REM ไปสู่จุดเริ่มต้นของช่วง REM ของรอบใหม่เรียกเป็นหนึ่งรอบการนอน (1 Sleep Cycle) ซึ่งใน 1 รอบของการนอนใช้เวลาประมาณ 90 นาที กล่าวคือเป็นช่วง NREM ประมาณ 80 นาทีและช่วง REM ประมาณ 10 นาที ในหนึ่งคืนของการนอนจะมีจำนวนรอบการนอนประมาณ 3-6 รอบ เนื่องจากหากเกิดจำนวนรอบของการนอนดำเนินไปมากเท่าไร ระยะเวลาในช่วงของการหลับลึกหรือ Slow Wave sleep จะยิ่งสั้นลง ตรงกันข้ามกับช่วง REM Sleep ที่จะยิ่งนานขึ้นเช่นกัน[13] สามารถแสดงการเกิดได้ดังรูปที่ 2.7




**รูปที่ 2.7** วัฏจักรของการนอน

### 2.7.4 กลไกการนอนหลับ

ทางวิทยาศาสตร์ทราบกันมานานแล้วว่าสมองส่วนที่ควบคุมการรู้สึกตัวหรือการตื่นของมนุษย์ถูกควบคุมโดยก้านสมองหรือส่วนที่เรียกว่า Reticular Activating System โดยระบบนี้จะรับกระแสประสาทจากอวัยวะต่างๆ เช่น ผิวกาย กล้ามเนื้อ จากนั้นส่งไปสู่ส่วนต่างๆ ของสมองทั้งหมดเพื่อกระตุ้นให้มีการรู้สึกทั่วร่างกายพร้อมกัน การนอนหลับไม่ใช่ภาวะที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญแต่เป็นภาวะที่เกิดจากขบวนการต่างๆ ของร่างกายที่สร้างอย่างตั้งใจ ปัจจุบันไม่ทราบแน่ชัดว่าช่วง NREM sleep เกิดมาจากขบวนการของสมองส่วนไหนแต่เชื่อว่าเกิดจากสมองหลายๆ ส่วนทำงานร่วมกัน แต่สำหรับช่วง REM sleep พบว่าส่วนของก้านสมองมีบทบาทสำคัญในการเกิดการนอนหลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปคือ การนอนหลับเป็นสิ่งที่ร่างกายทำให้เกิดขึ้นอย่างตั้งใจเพื่อวัตถุประสงค์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากพบว่าการนอนหลับที่ไม่เพียงพอก่อให้เกิดภาวะความผิดปกติของร่างกายมากมาย เช่น ทำให้อารมณ์ไม่ดี หงุดหงิด เครียด เหนื่อยง่าย เวียนหัว ภูมิต้านทานต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการวิจัยที่พบว่าคนที่นอนมากจนเกินไปมีอัตราความเสี่ยงที่จะทำให้มีอายุที่สั้นกว่าคนที่มีนอนในปริมาณที่เหมาะสม

## 2.8 Sleep Tracker Pro

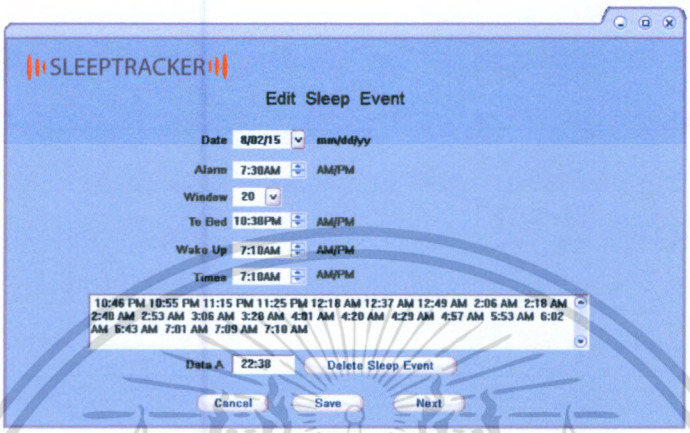
เนื่องจากการทดลองโดยการใช้เสียงเพลงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้ฟังสามารถลดระดับอารมณ์ของตัวเองในครั้งนี้ พบว่าเสียงเพลงมีความสำคัญและสามารถเป็นได้มากกว่าทางเลือกเพื่อความผ่อนคลาย ทางผู้จัดทำจึงสนใจและศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับพฤติกรรมการนอนโดยใช้เสียงเพลงเข้าช่วย สำหรับในการทดลองส่วนนี้จะใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมจากเดิมซึ่งได้แก่ Sleeptracker Pro[14] เป็นนาฬิกาข้อมือที่ผลิตขึ้นมาเพื่อบันทึกการนอนของผู้ใช้งาน เหมาะสำหรับทุกคนที่ต้องการให้มีการแจ้งเตือนเพื่อให้ตื่นขึ้นมาและพร้อมเริ่มต้นวัน ช่วยให้ผู้สวมใส่ค้นพบวิธีที่ดีของการนอนในเวลากลางคืน เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการพักผ่อนที่ดีกว่า โดยใช้ Accelerometer สำหรับจอภาพ SLEEPTRACKER® เพื่อแสดงช่วงเวลาสั้นๆ ที่มีการเคลื่อนไหว (เป็นเวลาน้อยกว่า 30 วินาที) ซึ่งอาจจะเป็นการเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อยที่เกิดขึ้นในระหว่างการนอนหลับและทำการบันทึก และเมื่อตื่นมาในตอนเช้าผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาของการนอนหลับพักผ่อน

**รูปที่ 2.8** นาฬิกา Sleeptracker Pro

นาฬิกา Sleeptracker Pro (รูปที่ 2.8) รองรับการอัพโหลดข้อมูลของการนอนกับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถติดตามประวัติการนอนหลับและระบุปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อการนอนหลับของผู้ใช้งาน ในส่วนของซอฟแวร์ที่ใช้สามารถรองรับการทำงานระบบปฏิบัติการ Microsoft windows เท่านั้น โดยใช้ USB cable เชื่อมต่อ Sleeptracker Pro เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มเหตุการณ์การนอนหลับที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการบันทึกจริงในแต่ละคืน นอกจากนี้ซอฟท์แวร์ยังอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าข้อมูลได้เองโดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อนาฬิกา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะแสดงให้เห็นในหน้าต่างใช้งานดังรูปที่ 2.9




**รูปที่ 2.9** หน้าต่างแสดงข้อมูลที่บันทึกจากนาฬิกา

สำหรับข้อมูลที่แสดงบนหน้าต่างหลักของโปรแกรมสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้:

- Date column แสดงวันที่แต่ละคืน
- Sleep chart เส้นแนวนอนแสดงเวลาที่เข้านอนและตื่นขึ้นมา และระยะเวลาที่นอนหลับ
  เส้นแนวตั้งแสดงช่วงเวลาที่รู้สึกตัวหรือเกือบตื่น
- Mood column บ่งบอกถึงอารมณ์เมื่อตื่นขึ้นมา
- Data-A column แสดงเวลาเฉลี่ยระหว่างช่วงเวลาที่เกือบตื่น
- Factors column สถานการณ์ที่อาจมีผลกระทบต่อการนอนหลับ
- Averages chart แสดงค่าเฉลี่ยการนอนหลับในแต่ละคืน

## 2.9 บทความที่เกี่ยวข้อง

ในปี 2005 Huisheng Lu และคณะ[15] ได้ศึกษาต้นแบบของ EEG และตำแหน่งของสมองเมื่อมีการเพลิดเพลินกับเสียงเพลง จุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้เพื่อยืนยันบทบาทของ EEG และตำแหน่งในสมองเมื่อมีการเพลิดเพลินกับจังหวะเพลงที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความน่าสนใจในความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ ลักษณะของคลื่นสมองที่ปรากฏในแต่ละจังหวะเพลงที่แตกต่างกัน โดยเมื่อเพลิดเพลินกับจังหวะ Skating Waltz ลักษณะของ EEG เป็น 30 Hz เมื่อเพลิดเพลินกับจังหวะ Radetzy-March ลักษณะของ EEG เป็น 32 Hz และเมื่อเพลิดเพลินกับจังหวะ Disco ลักษณะของ EEG เป็น 28 และ 38 Hz เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาในปี 2010 Qunxi Dong และคณะ[16] เสนอแนวทางแก้ปัญหาการแพร่หลายของผลตอบรับพื้นฐานของ EEG ในการใช้ดนตรีบำบัด จากปัญหาในปัจจุบันที่คนส่วนใหญ่ต้องทนทุกข์ทรมานจากอารมณ์ความรู้สึกเชิงลบ เช่น ความเศร้าหรือความวิตกกังวล คณะวิจัยพยายามที่จะใช้ EEG เพื่อวัดผลกระทบของดนตรีบำบัดเนื่องจากดนตรีสามารถสะท้อนให้เห็นถึงอารมณ์ความรู้สึกของมนุษย์ได้ บทความนี้คณะวิจัยออกแบบการทำงานของดนตรีบำบัดบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือที่สามารถรับรู้การตอบสนองของ EEG และสามารถบันทึกคลื่นสมองของผู้ใช้ได้แบบเรียลไทม์ สามารถวิเคราะห์สภาพอารมณ์ และเลือกเล่นรายการเพลงที่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้ใช้สามารถปรับอารมณ์ความรู้สึกของพวกเขาได้ทุกที่ทุกเวลา

สำหรับมาตรฐานดนตรีบำบัดสมองในปี 2011 Adrian Attard Trevisan และคณะ[17] ได้มีการพิจารณาเกี่ยวกับแนวทางมาตรฐานในการใช้ดนตรีบำบัดสมอง โดยจะเป็นการเปลี่ยนคลื่นสมองเข้าไปเสียงเพลงโดยการใช้อัลริทึมของสัญญาณดิจิตอลในการประมวลผล ซึ่งสาเหตุพื้นฐานมาจากผลตอบกลับการบำบัดของระบบประสาทให้สามารถนำไปปรับใช้กับผู้ป่วยได้จริงเพื่อรองรับสภาพจิตใจและระบบประสาท ในการศึกษานำร้องเพื่อทดสอบอัลกอริทึมและผลลัพธ์ที่ได้ของระบบดนตรีสมอง พบการกระจายตัวของคลื่นอัลฟ่า คลื่นเบต้า และคลื่นเธต้า ผลที่ได้ทำให้ระบบสามารถประสานงานได้ในเกณฑ์มาตรฐานและสามารถเข้าถึงการทำงานได้ดีในคลื่น 3 ประเภทที่ได้กล่าวมาแล้ว

ในปี 2011 Dan Wu และคณะ[18] ได้นำเสนอระบบการแสดงผลคลื่นสมองจากการฟังเพลงแบบเรียลไทม์ โดย The Chengdu Brainwave Music (CBM) โดยจะแปลงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากความกว้างและพลังงานเฉลี่ยของ EEG เข้าไปยังพารามิเตอร์ดนตรีและเล่นเพลงที่สร้างขึ้นในทันที สำหรับข้อมูลจริงของ EEG จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลตัวอย่าง ดังนั้นระบบจึงสามารถเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการตรวจสอบ EEG เชิงประสาทตอบกลับและความบันเทิง

และในปี 2014 Jia-Lien Hsu และคณะ[19] ได้ศึกษาอารมณ์การรับรู้เพลงส่วนบุคคลโดยใช้เครื่อง EEG ในการสำรวจอารมณ์ เนื่องจากการรับรู้อารมณ์ความรู้สึกของเพลงเป็นหนึ่งในประเด็นที่มีแนวโน้มการดึงข้อมูลเพลง บทความนี้คณะวิจัยนำเสนอหลักฐานที่ใช้และรูปแบบส่วนบุคคลสำหรับการรับรู้อารมณ์เพลง การสร้างรูปแบบการคาดเดาและรูปแบบทั่วไปและขั้นตอนการฝึกอบรม ในการทดสอบจะเปิดเพลงที่คณะวิจัยดึงคุณสมบัติจากเนื้อหาเสียงเพลง ทำการคำนวณเวกเตอร์ของอารมณ์เพื่อแสดงประสิทธิภาพสำหรับวิธีการและแนวโน้มของผลลัพธ์ที่ได้

ในส่วนงานวิจัยทางดนตรี พบว่าดนตรีมีส่วนช่วยพัฒนาสมองในวัยเด็ก

ดร.ฟรานซิส เราน์เชอร์[20] รองศาสตราจารย์ด้านจิตวิทยา มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน เจ้าของงานวิจัย Mozart Effect ที่ค้นพบว่าเพลงของโมซาร์ตทำให้สติปัญญามนุษย์ในส่วนของมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น เผยว่าแรกเริ่มนั้นตัวเขาจบปริญญาตรีด้านดนตรีเอกเชลโล่ และเกิดข้อสงสัยว่าทำไมถึงชอบดนตรีเป็นพิเศษจึงศึกษาต่อด้านจิตวิทยา กระทั่งค้นพบทฤษฎีดังกล่าว โดยส่วนตัวแล้วตนเป็นคนที่ฟังเพลงได้ทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคุณพ่อของเขาก็เล่นดนตรีแจ๊ส งานวิจัยชิ้นนี้ไม่ได้บังคับให้ทุกคนฟังเพลงของโมซาร์ตและไม่ต้องการให้ยึดติดกับคำว่าโมซาร์ต เพราะดนตรีแต่ละท้องถิ่นต่างก็มีอิทธิพลต่อคนฟังทั้งสิ้น แต่หากต้องการพัฒนาด้านการรับรู้ ผู้ปกครองจะต้องให้เด็กคุ้นเคยกับดนตรีต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 2 ปีและต้องเริ่มก่อนเด็กอายุ 7 ขวบ เนื่องจากเป็นช่วงที่สมองจะมีการเชื่อมโยงและแตกแขนงในส่วนที่ใช้งานเพื่อการพัฒนาได้

ดร.ฌอน ฮินตัน[20] นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องบทบาทของดนตรีที่มีผลต่อโครงสร้างและการทำงานของสมองมนุษย์ ได้เปรียบเทียบว่านักดนตรีที่ได้รับการฝึกฝนมาตั้งแต่เด็กก่อนวัย 7 ขวบจะมีเยื่อประสาทใหญ่กว่าของคนที่ไม่ใช่นักดนตรี ส่วนในเพลงโมซาร์ตนั้นเป็นดนตรีคลาสสิกที่เหมือนสมการเลขเชิงคณิตศาสตร์มีมุมมองความกว้าง ความยาว ความสูง และช่วงเวลา โดยสามารถอธิบายออกมาทางตัวโน๊ตดนตรีได้อย่างสลับซับซ้อนแต่ลงตัว “ดนตรีนอกจากจะทำให้มนุษย์เพลิดเพลินแล้ว ดนตรียังเป็นตัวช่วยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาสมองของเด็ก และหากผู้ปกครองได้เริ่มการพัฒนาสมองของลูกตั้งแต่ยังอยู่ในครรภ์จะยิ่งเป็นผลดีต่อตัวเด็กด้วย”

สำหรับความเห็นที่ว่าดนตรีมีส่วนพัฒนาสมองโดย ดร.สุกรี เจริญสุข ผู้อำนวยการวิทยาลัยดุริยางคศิลป์จากมหาวิทยาลัยมหิดล ผู้ซึ่งมีความเชี่ยวชาญทางดนตรีได้กล่าวไว้ว่า “ก่อนอื่นต้องเข้าใจก่อนว่าดนตรีเป็นเรื่องของเสียง ซึ่งเสียงเป็นสิ่งแวดล้อม เด็กที่อยู่ในครรภ์ของแม่นั้นมี DNA มาจากพ่อกับแม่ ฉะนั้นเด็กคลอดออกมาแล้วเด็กก็จะเป็นลูกของสิ่งแวดล้อม แล้วสิ่งแวดล้อมที่เรามองยังไม่เห็นนั้นก็คือเสียง ซึ่งจะอยู่กับเด็กตลอด 24 ชั่วโมง พัฒนาการของสมองก็จะเกี่ยวข้องกับเสียงเพราะเสียงเป็นเรื่องของความเคลื่อนไหว เสียงเป็นพลังงานเมื่อเสียงเป็นพลังงาน เป็นคลื่นเสียง เป็นประจุไฟฟ้า เสียงมีอำนาจก็จะทำให้เกิดความเคลื่อนไหว ความเคลื่อนไหวที่เกิดจากเสียงก็จะทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ความเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้เกิดการพัฒนา เมื่อมีการพัฒนาขึ้นแล้วก็จะมีการเจริญเติบโตไปได้ เข้าใจง่ายๆ คือถ้าไม่มีเสียงเด็กก็จะไม่พัฒนาเพราะว่าพลังงานไม่ทำงาน”[21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

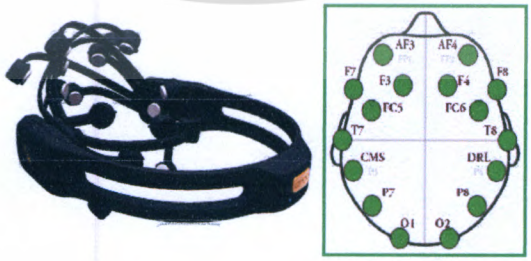
# บทที่ 3
# ขั้นตอน และวิธีการทดลอง

การดำเนินงานวิจัยในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองของอาสาสมัครโดยใช้อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เป็นการนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองเพื่อใช้ในการตรวจสอบสภาวะทางอารมณ์ของอาสาสมัคร การใช้จิตสั่งงาน และการแสดงออกทางสีหน้า ตลอดจนการจับคลื่น EEG โดยชุดอุปกรณ์ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลของกระแสไฟฟ้าสมองแบบเรียลไทม์จากอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ สำหรับการดำเนินงานวิจัยสามารถจำแนกและอธิบายขั้นตอนได้ ดังต่อไปนี้

## 3.1 การเลือกอุปกรณ์

### 3.1.1 Emotiv EPOC+

Emotiv EPOC+ เป็นการปฏิวัติการทำงานของสมองที่เกิดจากการเชื่อมต่อทางคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface : BCI) และการทำงานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของ EEG ที่มีการเชื่อมต่อแบบไร้สาย (Wireless) โดยใช้ EPOC Headset หรูหูฟังเป็นอุปกรณ์หลักในการดำเนินงานเพื่อนำเสนอช่องทางที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าด้วยอิเลคโทรดจำนวน 14 ตำแหน่ง EEG กับ 2 ตำแหน่งอ้างอิง ซึ่งถือเป็นตำแหน่งที่ดีและเหมาะสมสำหรับการใช้งานในเชิงพื้นที่ที่ต้องการความละเอียดและความถูกต้องสูง สำหรับชื่อช่องและตำแหน่งอิเลคโทรดของอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เป็นที่ยอมรับเทียบเท่าตำแหน่งอิเลคโทรดของ 10-20 ซึ่งเป็นตำแหน่งมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับจากสากลดังแสดงในรูปที่ 3.1 สำหรับอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ ทำงานที่ความละเอียด 14 บิต/ช่องสัญญาณ หรือ 16 บิต/ช่องสัญญาณ และมีการตอบสนองความถี่ระหว่าง 0.2-45 Hz สำหรับคุณสมบัติของอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ สามารถตรวจสอบรายละเอียดได้ดังแสดงรูปที่ 3.2




**รูปที่ 3.1** ตำแหน่งอิเลคโทรดทั้ง 16 ตำแหน่งจาก 10-20 ตำแหน่งที่เป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

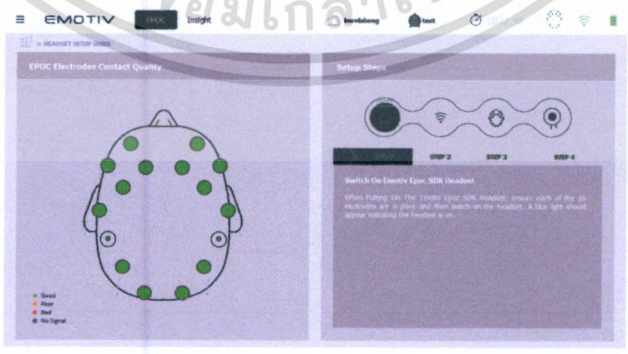
| | EEG HEADSET |
|---|---|
| Number of channels | 14 (plus CMS/DRL references, P3/P4 locations) |
| Channel names (International 10-20 locations) | AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 |
| Sampling method | Sequential sampling. Single ADC |
| Sampling rate | 128 SPS (2048 Hz internal) |
| Resolution | 14 bits 1 LSB = 0.51μV (16 bit ADC, 2 bits instrumental noise floor discarded) |
| Bandwidth | 0.2 - 45Hz, digital notch filters at 50Hz and 60Hz |
| Filtering | Built in digital 5th order Sinc filter |
| Dynamic range (input referred) | 8400μV (pp) |
| Coupling mode | AC coupled |
| Connectivity | Proprietary wireless, 2.4GHz band |
| Power | LIPoly |
| Battery life (typical) | 12 hours |
| Impedance Measurement | Real-time contact quality using patented system |

**รูปที่ 3.2** คุณสมบัติของอุปกรณ์ Emotiv EPOC+

การใช้งานอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เพื่อวิเคราะห์อารมณ์และความรู้สึกของอาสาสมัคร ในการทดลองดำเนินการทำงานเป็น 2 รูปแบบ โดยเริ่มการใช้งานในส่วน Control Panel เพื่อตรวจจับสภาวะทางอารมณ์และใช้ส่วนของ Testbench ในการตรวจจับคลื่นสมองของอาสาสมัคร

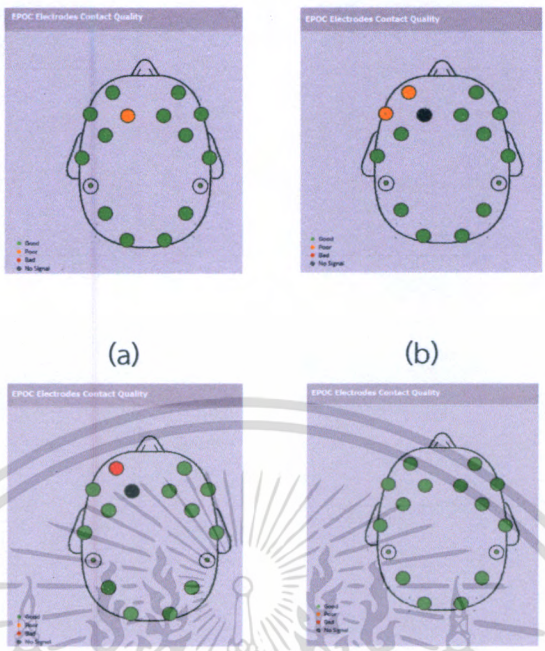
### 3.1.2 หน้าต่าง Panel

หน้าต่างการทำงานแรกของชุดอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ บนหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากเชื่อมต่อ Emotiv USB Receiver และเมื่ออาสาสมัครสวมชุดหูฟังครอบที่ศรีษะเรียบร้อยแล้ว ฟังก์ชั่นตำแหน่งเชื่อมต่อการทำงานของอิเลคโทรดจะแจ้งสถานะการตรวจจับซึ่งสามารถอธิบายด้วยสีต่างๆ ที่ใช้ในการอ้างอิง สำหรับการเชื่อมต่อที่เหมาะสมทำให้สามารถตรวจจับคลื่นสมองในทุกตำแหน่งได้ดีดังแสดงในรูปที่ 3.3 ในส่วนการเชื่อมต่อที่มีความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายสัญญาณที่แตกต่างกันดังรูปที่ 3.4




**รูปที่ 3.3** การเชื่อมระหว่างอิเลคโทรดกับศรีษะในตำแหน่งที่เหมาะสม

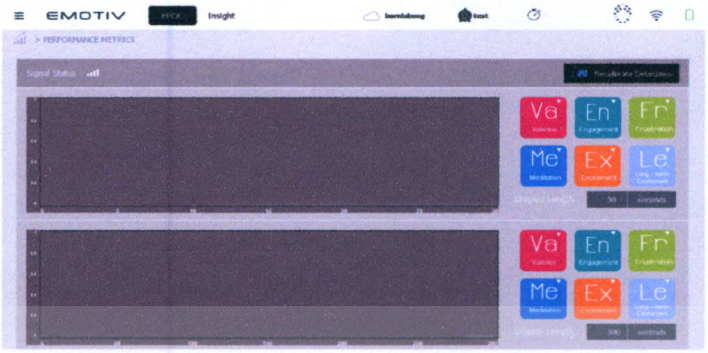
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



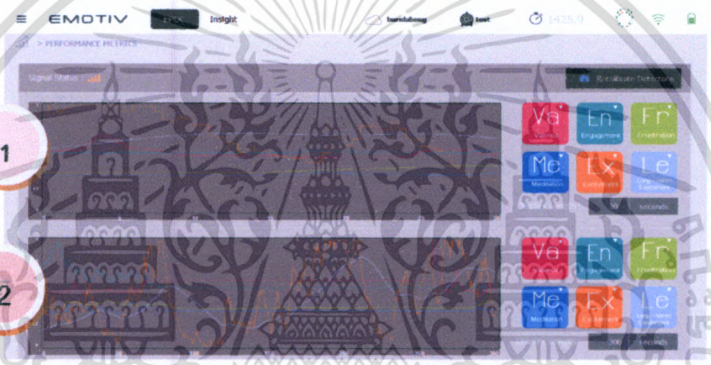

**รูปที่ 3.4** การเชื่อมต่อในลักษณะต่างๆ ที่เกิดขึ้น
(a) ตำแหน่ง F3 สัญญาณไม่ดี
(b) ตำแหน่ง AF3, F7 สัญญาณไม่ดี และ F3 สัญญาณแย่
(c) ตำแหน่ง AF3 สัญญาณไม่มี และ F3 ไม่มีสัญญาณ
(d) ทุกตำแหน่งมีสัญญาณที่ดี

การทำงานในส่วนของการตรวจจับสภาวะทางอารมณ์ของอาสาสมัคร สามารถดำเนินการทดลองได้โดยเลือกฟังก์ชั่นการทำงานในส่วน Performance Metrics & Emotional States แสดงในรูปที่ 3.5 เพื่อตรวจจับสภาวะอารมณ์ของอาสาสมัครในขณะนั้นที่มีการตอบสนองต่ออุปกรณ์ Emotiv EPOC+ จากนั้นเมื่อสามารถตรวจจับช่วงของคลื่นอารมณ์เรียบร้อยแล้ว จะเริ่มทำการทดลองโดยให้อาสาสมัครฟังเพลงที่ใช้ในการทดลองในการตรวจจับสภาวะทางอารมณ์เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการทดลอง สำหรับการทำงานในการตรวจจับสภาวะทางอารมณ์นี้เป็นการทำงานแบบเรียลไทม์ ส่วนหน้าต่างแสดงผลผู้ใช้สามารถตั้งค่าการแสดงผลหรือลักษณะของสัญญาณที่ต้องการขึ้นอยู่กับ Display Length ซึ่งแสดงผลในหน่วยเป็นวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




(a) หน้าต่างไม่แสดงการตรวจจับสัญญาณ




(b) หน้าต่างแสดงสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับแบบเรียลไทม์

**รูปที่ 3.5** หน้าต่างการทำงานในส่วน Performance Metrics & Emotional States

จากรูปที่ 3.5 เป็นหน้าต่างการทำงานในส่วน Performance Metrics & Emotional States ซึ่งใช้ในการทดลองเพื่อตรวจจับคลื่นสมองของอาสาสมัครที่มีความสัมพันธ์กับอารมณ์ การแสดงผลของคลื่นสัญญาณผู้ใช้งานสามารถเลือกช่วงของระยะเวลาในการนำเสนอได้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการดูข้อมูล เริ่มจากการสวม Emotiv Epoc+ ซึ่งยังไม่มีการแสดงสัญญาณ (รูปที่ 3.5(a)) และการแสดงสัญญาณที่เกิดขึ้นในขณะทำงานทดลอง (รูปที่ 3.5(b)) ซึ่งหน้าต่างการแสดงผลสัญญาณในรูปที่ 3.5(b) เป็นหน้าต่างการแสดงผลคลื่นสัญญาณเดียวกันแตกต่างในส่วนการนำเสนอขึ้นอยู่กับการตั้งค่า ดังนี้

- หมายเลข 1 ตั้งค่าการแสดงผลโดยให้ Display Length เท่ากับ 30ช่วง/วินาที
- หมายเลข 2 ตั้งค่าการแสดงผลโดยให้ Display Length เท่ากับ 300ช่วง/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหน้าต่างการทำงานในส่วน Performance Metrics & Emotional States แสดงข้อมูลคลื่นสมองของอาสาสมัครในขณะที่สวมอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ ครอบกับศรีษะ เมื่อทำการประมวลผลแล้วแสดงคลื่นสัญญาณที่ได้จะถูกนำเสนอในลักษณะของคลื่นสัญญาณตามสีของอารมณ์หรือความรู้สึกที่ซอฟต์แวร์กำหนดไว้มีทั้งหมด 6 สภาวะทางอารมณ์ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 3. 1** สถานะอารมณ์ ความรู้สึกที่กำหนดโดย Emotiv Epoc+

| คำศัพท์ทางเทคนิค | สีหน้า | อารมณ์ความรู้สึก |
|---|---|---|
| Valence | | พึงพอใจ |
| Engagement | | ฮึกเหิม |
| Frustration | | กังวล หงุดหงิด |
| Meditation | | สงบ |
| Excitement | | ตื่นเต้น |
| Long – term Excitement | | ตื่นเต้นอย่างต่อเนื่อง |

### 3.1.3 หน้าต่างการทำงานของ EEG

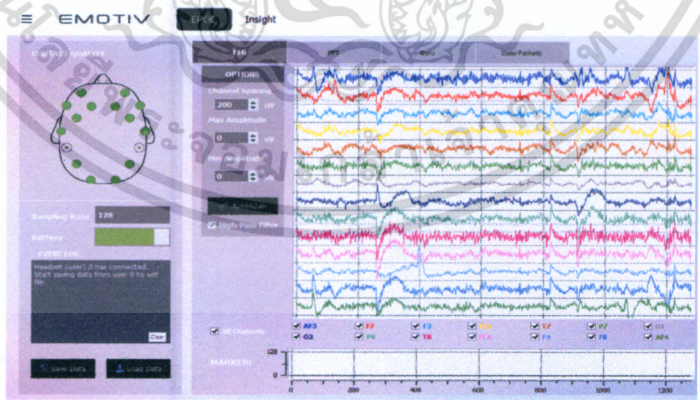
คลื่นสมองจะมีลักษณะเคลื่อนไหวขึ้น-ลงเหมือนคลื่นทั่วไปแต่ใช้หน่วยในการวัดเป็นรอบ/นาที โดยปกติสมองมนุษย์มีเซลล์ประสาทที่เรียกว่า นิวรอน (Neuron) จำนวนพันล้านเซลล์ และเซลล์เหล่านี้สามารถติดต่อถึงกันโดยการขนส่งอนุภาคไฟฟ้าผ่านเยื่อเซลล์ เมื่อเซลล์ประสาทส่วนหนึ่งได้รับการกระตุ้นโดยสารสื่อประสาทปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้เดินไปตามใยประสาท (Nerve fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาท จากนั้นกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวกระตุ้นเซลล์ประสาทต่อๆ ไปให้ปล่อยประจุไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปเป็นทอดๆ เกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เรียกว่า คลื่นสมอง (Brain waves) เมื่อคลื่นสมองอยู่ในภาวะปกติคลื่นไฟฟ้าสมองก็เป็นปกติและเมื่อเกิดความผิดปกติของสมอง ในขณะเดียวกันยังสามารถนำคลื่นสมองไปตรวจเพื่อหาความผิดปกติได้เช่นเดียวกัน

สำหรับการดำเนินงานในการตรวจจับคลื่นไฟฟ้าสมองหรือ EEG ด้วยอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เป็นการทำงานที่แสดงข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองของอิเลคโทรดแต่ละตำแหน่งแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เห็นถึงลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นว่ามีความถูกต้องหรือผิดปกติในรูปแบบหรือลักษณะแบบใด ตัวอย่างเช่น กระพริบตา การจาม เป็นต้น โดยคลื่นสมองที่ได้นั้นจากอิเลคโทรดแต่ละตำแหน่งหากอยู่ในบริเวณเดียวกันก็จะแสดงผลของรูปคลื่นสัญญาณที่ได้ในลักษณะใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.6

(a) หน้าต่างแสดงข้อมูลดิบของสัญญาณ EEG




(b) หน้าต่างแสดงข้อมูลสัญญาณ EEG ในการทดลอง

**รูปที่ 3.6** หน้าต่างการทำงานในส่วน EEG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน Emotiv EPOC+ ในฟังก์ชั่นการทำงานของ EEG เพื่อตรวจจับคลื่นสมองในอิเลคโทรดแต่ละตำแหน่งให้สอดคล้องกับการแสดงอารมณ์ความรู้สึกของผู้ฟัง โดยอิเลคโทรดทั้ง 14 ตำแหน่ง EEG จะแสดงสัญญาณในแต่ละจุดของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดลองได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 3.6b) นอกจากนี้สำหรับหน้าต่าง EEG สามารถแสดงผลคุณสมบัติและเลือกการตั้งค่าที่ต้องการได้ดังนี้

- 5 วินาทีในการ rolling time window (โหมดการบันทึกแผนภูมิ)
- สามารถเลือกช่อง/ตำแหน่งการแสดงผลได้ทั้งหมด หรือเฉพาะตำแหน่งที่ต้องการ
- ตั้งการสเกลอัตโนมัติหรือกำหนดด้วยตนเอง (โหมดการแสดงผลตำแหน่งของแต่ละบุคคล)
- สามารถปรับช่องเพื่อปิดการตั้งค่า (โหมดการแสดงผลแบบหลายช่องสัญญาณ)
- หน้าต่างสำหรับการทำเครื่องหมาย

## 3.2 ออกแบบวิธีการทดลอง

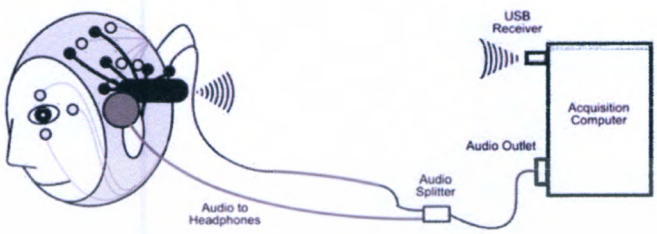
### 3.2.1 แนวความคิดและหลักการทำงาน

3.2.1.1 การใช้เสียงเพลงเพื่อลดระดับอารมณ์และการตรวจวัดคลื่นสมอง

การดำเนินการทดลองการตรวจจับคลื่นสมองในอาสาสมัครขณะกำลังเพลิดเพลินกับเสียงเพลงเพื่อลดระดับอารมณ์จากความตึงเครียดที่เกิดจากการทำงานหรือสภาพแวดล้อม ในส่วนของการตรวจจับคลื่นสมองเพื่อบอกสภาวะทางอารมณ์ และการวัดคลื่นสมองเพื่อทราบการทำงานและแสดงผลการทำงานของคลื่นสมองในขณะที่อาสาสมัครได้ฟังเพลงที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 รูปแบบมีหลักการทำงานที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือการออกแบบการทดลองสามารถอธิบายภาพรวมของการทำงาน ซึ่งการทดลองจะเริ่มจากการสวมอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ ครอบไปยังศีรษะของอาสาสมัคร จากนั้นเริ่มการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อส่งสัญญาณบลูทูธ แล้วจึงให้อาสาสมัครฟังเพลงผ่านหูฟังแทนการฟังจากลำโพง เพราะการฟังผ่านหูฟังช่วยในเรื่องของคลื่นสัญญาณที่วัดได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการฟังแบบทั่วไป (รูปที่ 3.7) เนื่องจากโดยทั่วไปนั้นหูทั้ง 2 ข้างของมนุษย์สามารถรับช่วงความถี่ของเสียงที่แตกต่างกันในแต่ละข้าง หากฟังเพลงผ่านลำโพงหูจะไม่สามารถแยกแยะคลื่นความถี่ได้ เนื่องจากเสียงที่ได้ยินมีขนาดเท่ากันทั้ง 2 ข้าง สำหรับการทดลองในแต่ละคนจะใช้เวลาประมาณ 8-10 นาที โดยเริ่มจากการครอบอุปกรณ์ EPOC+ ให้กับอาสาสมัคร จากนั้นให้อาสาสมัครผ่อนคลายตัวเองเป็นเวลา 2 นาทีก่อนที่จะเริ่มเล่นเพลงที่เลือกไว้ให้ฟัง (ระยะเวลาขึ้นอยู่กับเพลงในขณะทำการทดลอง) และเมื่อเพลงจบแล้วมีเวลาให้อาสาสมัครได้พักเป็นเวลา 2 นาที การพักในที่นี้เพื่อที่จะได้ทราบข้อมูลดิบที่เป็นคลื่นสัญญาณไฟฟ้าของสมองก่อนทำการทดลอง และทราบคลื่นสัญญาณไฟฟ้าสมองเมื่อการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสร็จสิ้น สำหรับสถานที่ในการดำเนินการทดลองได้แก่ ห้องที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และเป็นสภาพแวดล้อมจริงของอาสาสมัคร




**รูปที่ 3.7** ภาพรวมการทำงานสำหรับการทดลอง

3.2.1.2 การใช้เสียงเพลงเพื่อสังเกตพฤตกรรมการนอนหลับ

ในการทดลองโดยการใช้เสียงเพลงเพื่อสังเกตพฤติกรรมการนอนหลับของอาสาสมัครเพื่อพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงการนอนให้เป็นการพักผ่อนที่ดีขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันคนส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาในแต่ละวันที่หลากหลาย ซึ่งหากเป็นเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความสับสนไม่สบายใจ ในบางรายมีการเก็บมาคิดทำให้เมื่อถึงเวลานอนเกิดการนอนไม่หลับ ในการทดลองครั้งนี้จึงมีการนำเสนอการใช้เสียงเพลงเพื่อทำให้สมองได้ผ่อนคลายก่อนการนอนและเพิ่มประสิทธิภาพการนอน สำหรับในส่วนการทดลองอย่างง่ายโดยการใช้เสียงเพลงบำบัดสำหรับผู้ที่นอนไม่หลับ สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการนอนจะอ้างอิงโดยยึดหลักการของเวลารวมในการนอนหลับพักผ่อนที่เพียงพอในแต่ละช่วงอายุ[24]

### 3.2.2 อาสาสมัคร

ในการทดลองการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยเพลง โดยใช้อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เพื่อนำเสนอเกี่ยวกับการลดระดับอารมณ์ ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตและคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัครที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี จำนวนทั้งสิ้น 20 รายที่มีสุขภาพร่างกายที่ดีและแข็งแรง โดยแต่ละคนมีสภาวะทางด้านอารมณ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเพศ หน้าที่การงาน ความรับผิดชอบ และสภาวะทางอารมณ์ในขณะทำการทดลอง

### 3.2.3 เพลงที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับในการคัดเลือกเสียงเพลงที่ใช้ในการทดลอง เลือกใช้เสียงเพลงช่วงจังหวะความเร็วหรือ Tempo 125-140 บีท/นาที ที่ศึกษาและยอมรับจากอาจารย์และนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยบรูเนลแห่งลอนดอน[22, 23] ตัวอย่างของรายการเพลงบางส่วนที่ใช้ในการคัดเลือกมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. The Black Eyed Peas เพลง Boom Boom Pow
2. Kesha เพลง Die Young
3. Flo Rida เพลง Let It Roll
4. will.i.am featuring Britney Spears เพลง Scream & shout
5. Michael Jackson เพลง Beat It (140 บีท/นาที)

สำหรับเพลงทั้งหมดที่จะถูกใช้ในการทดลองครั้งนี้มีการปรึกษาลักษณะทำนอง จังหวะ และเสียงร้องซึ่งเป็นองค์ประกอบหรือภาพรวมของเสียงเพลงจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านทฤษฎีดนตรี โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เสียงเพลงทั้งหมดและแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในขณะฟัง จนกระบวนการสุดท้ายเป็นการคัดเลือกเพลงที่ใช้งานจริงในการทดลองและได้รับความเห็นชอบจาก ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทฤษฎีดนตรี ผู้จัดทำ และอาจารย์ที่ปรึกษามีดังต่อไปนี้

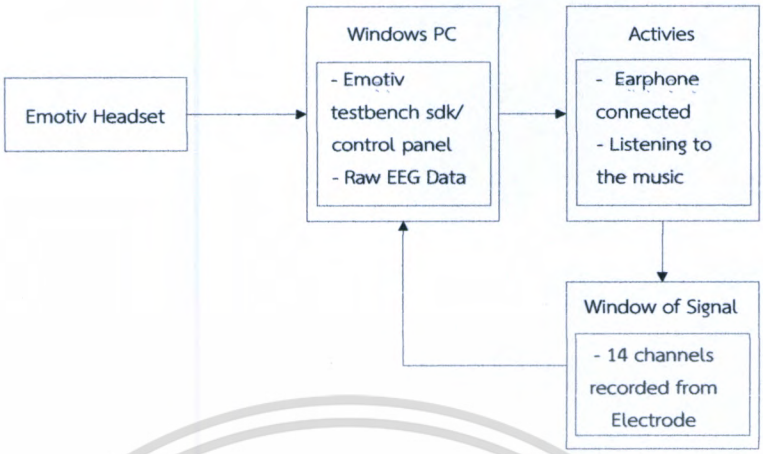
1. เพลง Boom Boom Pow ขับร้องโดย The Black Eyed Peas
2. เพลง Drinking from the Bottle ขับร้องโดย Calvin Harris featuring Tinie Tempah
3. เพลง Rolling in the Deep ขับร้องโดย Adele

## 3.3 การทดลอง

### 3.3.1 การทดลองในการใช้เสียงเพลงลดระดับอารมณ์

การดำเนินการทดลองเนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เกิดจากแนวคิดที่ว่า คนส่วนใหญ่เมื่อมีภาระหน้าที่และความรับผิดชอบที่แตกต่างกัน รวมถึงสภาพแวดล้อมที่ต้องประสบในแต่ละวันมีความแตกต่างเช่นเดียวกัน ทั้งที่ทำให้เกิดความเครียด หงุดหงิด เสียใจ และอื่นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เมื่อมีเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลเสียต่อตนเองในเรื่องของสภาพจิตใจ ส่งผลต่อการทำงาน และส่งผลต่อคนรอบข้างจึงจำเป็นในการหาวิธีเพื่อระบายหรือปลดปล่อยสิ่งเหล่านี้ ดังนั้นทางออกที่รวดเร็วและสามารถทำได้ง่ายนั่นคือ การผ่อนคลายหรือการพักผ่อน หรือเลือกทำกิจกรรมที่ตนเองชอบ แต่ในบางกรณีวิธีการเหล่านั้นไม่สามารถทำได้ในทันที จึงมีการค้นคว้าเพิ่มเติมและได้ใจความสำคัญที่ว่าเสียงดนตรีมีอิทธิพลต่อจิตใจ เนื่องจากเสียงออกมาจากจิตใจเมื่อใจรู้สึกเป็นอย่างไรก็จะถ่ายทอดเป็นเสียงออกมาอย่างนั้น ทำให้ความสุข ความทุกข์ และอารมณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อาศัยเสียงในการระบายออกมาภายนอกจึงทำให้จิตใจผ่อนคลายลงได้โดยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.8** ไดอะแกรมแสดง Deployment View

จากรูปที่ 3.8 แสดงไดอะแกรมที่สามารถอธิบายลำดับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการทดลอง เริ่มจากการเชื่อมต่อชุดหูฟังกับเครื่อง PC แล้วเปิดหน้าต่างโปรแกรมที่ต้องการใช้งานและเตรียมฟังก์ชั่นเพิ่มเติมที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หูฟังในการฟังเพลง เสียงเพลงที่ใช้ในการทดลอง เมื่อสวมอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เรียบร้อยแล้วจากนั้นจะเป็นการบันทึกคลื่น EEG จากอิเลคโทรดและแสดงผลสัญญาณทั้งหมดบนหน้าต่างโปรแกรม

### 3.3.2 การทดลองในการใช้ดนตรีสังเกตพฤติกรรมการนอน

การทดลองโดยการใช้เสียงเพลงเพื่อสังเกตพฤติกรรมการนอนหลับของอาสาสมัครในครั้งนี้ เลือกใช้ดนตรีที่ประพันธ์โดย Frederic Chopin ในขณะทำการทดลองอาสาสมัครจะใช้หูฟังในการรับฟังเสียงเพื่อให้ได้จังหวะของบีทต์ที่แตกต่างกันที่หูทั้ง 2 ข้างจะได้รับทำให้สามารถเข้าถึงอารมณ์ความรู้สึกของเสียงดนตรีได้ดีขึ้น และใช้ Emotiv EPOC+ ตรวจจับคลื่นสมองที่เกิดขณะทำการทดลอง จากนั้นเข้านอนตามปกติโดยจะให้อาสาสมัครสวม Sleeptracker ในการทำหน้าที่บันทึกข้อมูลการนอน สำหรับการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. พฤติกรรมการนอนโดยปกติ โดยให้อาสาสมัครทำกิจกรรมตามปกติจนถึงเวลาเข้านอน ก่อนเข้านอนอาสาสมัครจะต้องสวม Sleeptracker เพื่อบันทึกพฤติกรรมการนอนและข้อมูลการนอนหลับ เมื่อถึงเวลาเตือนนาฬิกาจะทำหน้าที่ปลุกผู้สวมในตอนเช้า หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละคืนมาประมวลผล
2. พฤติกรรมการนอนที่ใช้เสียงดนตรีเพื่อเข้าช่วย โดยให้อาสาสมัครทำกิจกรรมตามปกติกระทั่งถึงเวลาเข้านอนแต่ก่อนเข้านอนจะมีการเพิ่มกิจกรรมให้อาสาสมัครได้ผ่อนคลายด้วยการฟังดนตรีผ่านหูฟังซึ่งจะช่วยให้ผู้ฟังรู้สึกผ่อนคลายทั้งร่างกายและจิตใจซึ่งเหมาะกับสภาวะก่อนนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

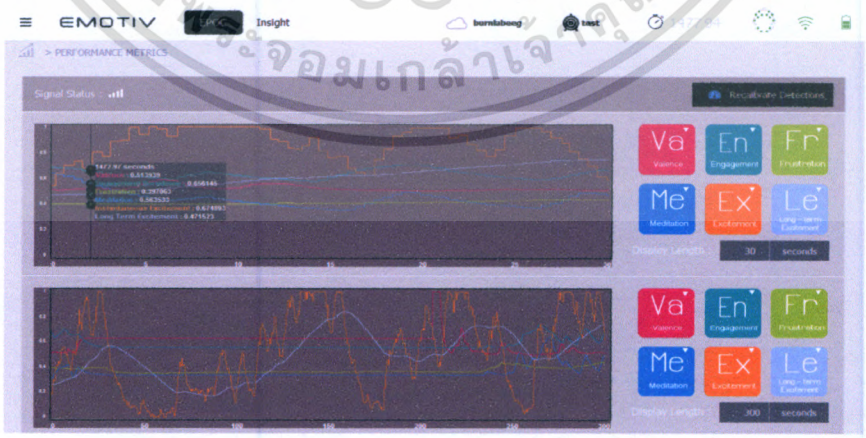
# บทที่ 4
# ผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

บทนี้จะกล่าวถึง ส่วนผลการทดลองการตรวจจับคลื่นไฟฟ้าสมองเมื่อมีการกระตุ้นด้วยเสียงเพลงที่มีช่วงจังหวะความเร็วหรือ Tempo อยู่ที่ 125-140 บีท/นาที โดยใช้อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ จากกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 20 ราย ที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี และผลการทำงานที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการนอนของอาสาสมัคร จากการทดลองสามารถสรุป วิเคราะห์ผล และอธิบายได้ดังต่อไปนี้

## 4.1 การตรวจจับคลื่นสมองสัมพันธ์กับความรู้สึก

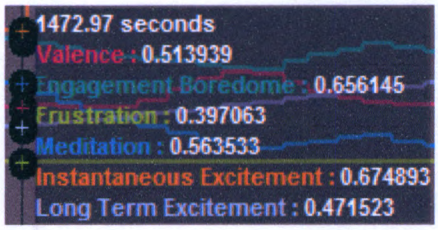
จากการทดลองวัดคลื่นไฟฟ้าสมองของอาสาสมัครด้วยอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ เพื่อปรับลดระดับอารมณ์โดยมีการกระตุ้นด้วยเสียงเพลงที่มีช่วงจังหวะความเร็วอยู่ที่ 125-140 บีท/นาที ซึ่งได้แก่ เพลง Boom Boom Pow เพลง Drinking from the Bottle และเพลง Rolling in the Deep สำหรับความสำคัญในการเลือกเพลงคือช่วงจังหวะความเร็วของเพลงที่ทำให้ผู้ฟังสามารถเอาความรู้สึกของตัวเองเข้าถึงจังหวะและสนุกไปกับเพลงที่ฟัง ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ผู้ฟังมีความรู้สึกหรืออารมณ์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ในบางรายอาจไม่ได้รู้สึกสนุกหรือพอใจไปกับเสียงเพลงนั้นๆ แต่สามารถทำให้จิตใจสงบลงได้

การทำงานสำหรับอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ ในส่วนการตรวจจับสภาวะทางอารมณ์ความรู้สึก (Performance Metrics) ของอาสาสมัครที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการทดลอง ในส่วนการทำงานนี้การแสดงผลไม่สามารถแบ่งสัญญาณตามตำแหน่งอิเลคโทรด แต่เป็นการแสดงคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นตามสถานะความรู้สึกที่ซอฟต์แวร์กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1




**รูปที่ 4.1** หน้าต่างแสดงคลื่นสัญญาณสมองตามความรู้สึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.2** ข้อมูลของสัญญาณคลื่นสมองที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 4.2 เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองในขณะตรวจจับคลื่นสมองเพื่อให้ได้สถานะความรู้สึกของอาสาสมัครพบว่า ที่เวลา 1,472.97 วินาที สถานะความรู้สึกมีดังนี้

- Valence : 0.513939 (มีความรู้สึกพึงพอใจในระดับปานกลาง)
- Engagement : 0.656145 (มีความรู้สึกฮึกเหิมในระดับปานกลาง)
- Frustration : 0.397063 (มีความรู้สึกผิดหวังในระดับน้อย)
- Meditation : 0.563533 (มีความรู้สึกมีสมาธิ/สงบในระดับปานกลาง)
- Excitement : 0.674893 (มีความรู้สึกตื่นเต้นในระดับปานกลาง)
- Long-term Excitement : 0.471523 (มีความรู้สึกตื่นเต้นอย่างต่อเนื่องในระดับปานกลาง)

หมายเหตุ

สเกลในการทดลองระดับความอารมณ์ในแต่ละช่วงของอารสาสมัครสามารถอธิบายได้ดังนี้

| ระดับอารมณ์ | ความรู้สึกที่ได้รับในแต่ละอารมณ์ |
|---|---|
| 0.8 - 1.0 | มากที่สุด |
| 0.5 - 0.79 | ปานกลาง |
| 0.2 - 0.49 | น้อย |
| 0.0 - 0.19 | เฉยๆ หรือน้อยที่สุด |

จากนั้นนำรายละเอียดข้อมูลดิบทั้งหมดที่ได้มาคำนวณ เพื่อให้ได้ข้อมูลของสถานะทางอารมณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับอาสาสมัครในแต่ละราย และเมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการคำนวณแล้วเก็บเข้าในตาราง สำหรับอาสาสมัคร 1 รายจะสามารถฟังเพลงได้ทั้งหมด 3 เพลง กล่าวคืออาสาสมัคร 1 รายจะเข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง สามารถอธิบายได้ในหัวข้อต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.1 ผลการทดลองด้วยเพลง Boom Boom Pow

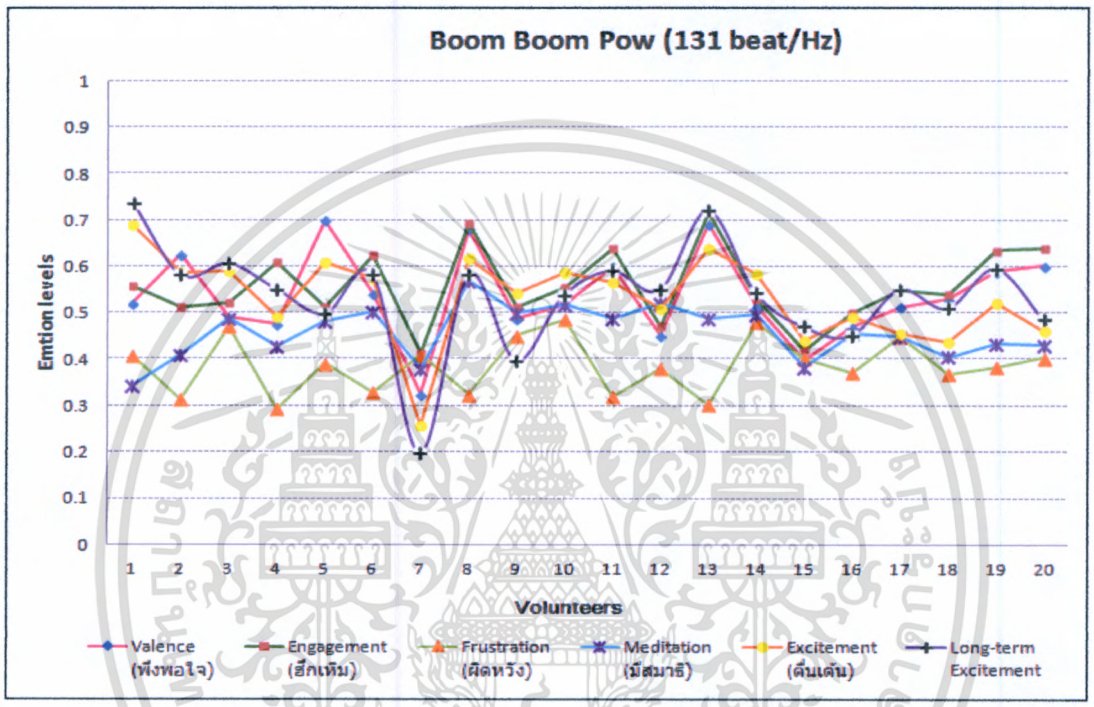
ในการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลของคลื่นสมองที่สัมพันธ์กับความรู้สึกที่ได้จากการทดลองของอาสาสมัครจำนวน 20 ราย จากการฟังเพลง Boom Boom Pow ที่มีช่วงจังหวะความเร็วอยู่ที่ 131 บีท/นาที สามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุปผลและนำเสนอได้ตามตางรางที่ 4.1

**ตารางที่ 4. 1** ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Boom Boom Pow ในอาสาสมัคร 20 ราย

| คน/อารมณ์ | Valence (ความรู้สึกพึงพอใจ) | Engagement (ความรู้สึกฮึกเหิม) | Frustration (ความรู้สึกผิดหวัง) | Meditation (การมีสมาธิ) | Excitement (ความรู้สึกตื่นเต้น) | Long-term Excitement |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.52149 | 0.557548 | 0.408462 | 0.343251 | 0.688586 | 0.736719 |
| 2 | 0.625871 | 0.51294 | 0.314268 | 0.410652 | 0.587106 | 0.581025 |
| 3 | 0.492538 | 0.521943 | 0.470631 | 0.489254 | 0.590673 | 0.605901 |
| 4 | 0.47593 | 0.609823 | 0.293015 | 0.428921 | 0.49257 | 0.549916 |
| 5 | 0.700125 | 0.512483 | 0.391023 | 0.48352 | 0.607631 | 0.497362 |
| 6 | 0.542369 | 0.625134 | 0.330816 | 0.503915 | 0.577091 | 0.581006 |
| 7 | 0.325671 | 0.413026 | 0.40913 | 0.381028 | 0.25829 | 0.197064 |
| 8 | 0.682139 | 0.692134 | 0.325498 | 0.568725 | 0.617338 | 0.581406 |
| 9 | 0.487361 | 0.512476 | 0.451873 | 0.500817 | 0.541927 | 0.397042 |
| 10 | 0.520173 | 0.554836 | 0.485061 | 0.519648 | 0.588004 | 0.538117 |
| 11 | 0.6012 | 0.640291 | 0.32009 | 0.489329 | 0.56791 | 0.590183 |
| 12 | 0.45137 | 0.472016 | 0.380167 | 0.521763 | 0.510399 | 0.548622 |
| 13 | 0.692438 | 0.71593 | 0.301897 | 0.489331 | 0.639165 | 0.719531 |
| 14 | 0.514201 | 0.530119 | 0.479138 | 0.497306 | 0.583572 | 0.542003 |
| 15 | 0.398599 | 0.420989 | 0.401948 | 0.382048 | 0.44192 | 0.469731 |
| 16 | 0.469582 | 0.501933 | 0.372195 | 0.455391 | 0.491378 | 0.450013 |
| 17 | 0.513939 | 0.54983 | 0.449028 | 0.448928 | 0.45578 | 0.548935 |
| 18 | 0.53018 | 0.539859 | 0.36917 | 0.405971 | 0.438709 | 0.509173 |
| 19 | 0.591305 | 0.634701 | 0.384031 | 0.435097 | 0.520417 | 0.59462 |
| 20 | 0.601492 | 0.639708 | 0.403599 | 0.430104 | 0.46179 | 0.4861 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดภายในตารางมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปกราฟเพื่อง่ายต่อการอ่านค่าและการทำความเข้าใจดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งเมื่ออ่านข้อมูลจากกราฟสามารถสรุปได้ว่าเพลง Boom Boom Pow ทำให้อาสาสมัครรู้สึกพึงพอใจคิดเป็น 54% รู้สึกฮึกเหิมไปกับเพลงคิดเป็น 56% และมีความตื่นเต้นไปกับดนตรีตลอดจนรู้สึกตื่นเต้นอย่างต่อเนื่องคิดเป็น 53% และ 54% ตามลำดับ




**รูปที่ 4.3** กราฟแสดงการทดลองที่ได้จากเพลง Boom Boom Pow

### 4.1.2 ผลการทดลองด้วยเพลง Rolling in the deep

ในการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลของคลื่นสมองที่สัมพันธ์กับความรู้สึกที่ได้จากการทดลองของอาสาสมัครจำนวน 20 ราย จากการฟังเพลง Rolling in the deep ที่มีช่วงจังหวะความเร็วอยู่ที่ 128 บีท/นาที สามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุปผลและนำเสนอได้ตามตางรางที่ 4.2

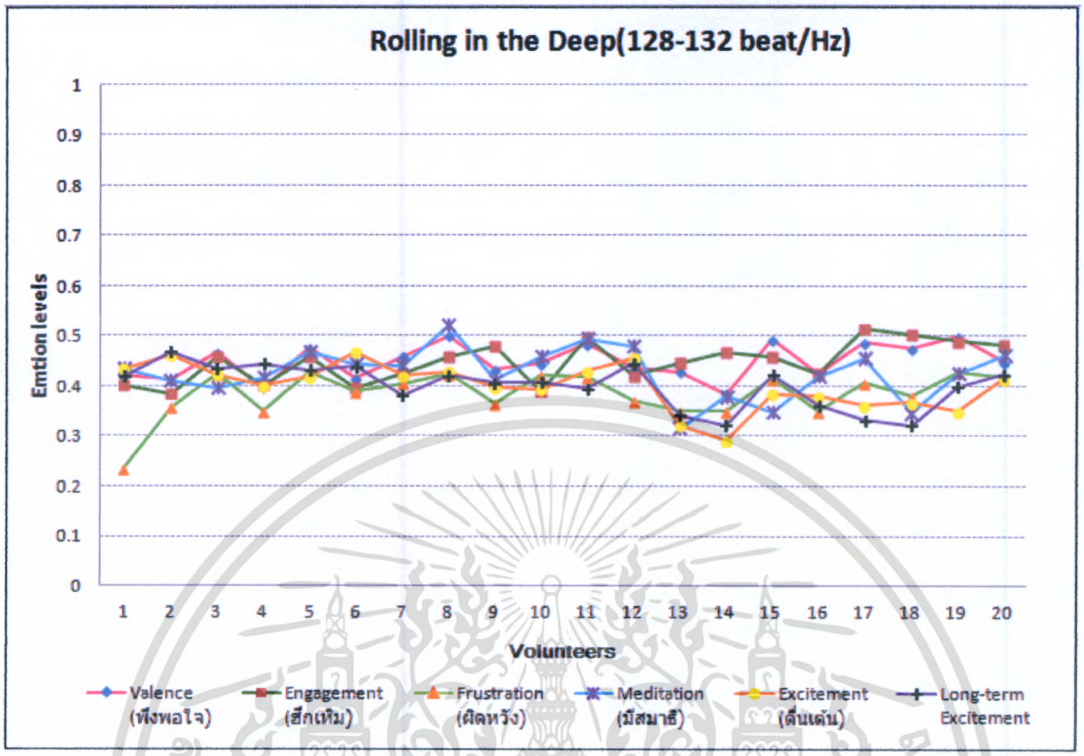
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2** ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Rolling in the deep ในอาสาสมัคร 20 ราย

| คน/อารมณ์ | Valence (ความรู้สึกพึงพอใจ) | Engagement (ความรู้สึกฮึกเหิม) | Frustration (ความรู้สึกผิดหวัง) | Meditation (การมีสมาธิ) | Excitement (ความรู้สึกตื่นเต้น) | Long-term Excitement |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.423581 | 0.403546 | 0.234828 | 0.435182 | 0.435648 | 0.419258 |
| 2 | 0.412568 | 0.385462 | 0.35849 | 0.410652 | 0.46315 | 0.46851 |
| 3 | 0.468521 | 0.45871 | 0.425481 | 0.395504 | 0.423815 | 0.435816 |
| 4 | 0.397169 | 0.401518 | 0.350195 | 0.416997 | 0.401838 | 0.443162 |
| 5 | 0.476023 | 0.459872 | 0.428733 | 0.468304 | 0.420049 | 0.431995 |
| 6 | 0.415878 | 0.396005 | 0.389703 | 0.443927 | 0.46825 | 0.439702 |
| 7 | 0.460158 | 0.426804 | 0.406482 | 0.441302 | 0.423153 | 0.381163 |
| 8 | 0.501587 | 0.459781 | 0.42584 | 0.521394 | 0.429758 | 0.4218 |
| 9 | 0.43572 | 0.479116 | 0.364808 | 0.412909 | 0.398315 | 0.406921 |
| 10 | 0.445829 | 0.390537 | 0.421562 | 0.45812 | 0.394501 | 0.409118 |
| 11 | 0.486101 | 0.497256 | 0.420935 | 0.496138 | 0.430997 | 0.395037 |
| 12 | 0.438249 | 0.421586 | 0.371902 | 0.480309 | 0.456991 | 0.446003 |
| 13 | 0.429972 | 0.44682 | 0.350374 | 0.315287 | 0.321905 | 0.342294 |
| 14 | 0.385428 | 0.468745 | 0.351164 | 0.380051 | 0.291952 | 0.320964 |
| 15 | 0.49524 | 0.460005 | 0.415831 | 0.348849 | 0.385273 | 0.423118 |
| 16 | 0.425708 | 0.426095 | 0.350068 | 0.420568 | 0.380704 | 0.361847 |
| 17 | 0.487551 | 0.514582 | 0.407928 | 0.456812 | 0.361795 | 0.331925 |
| 18 | 0.477305 | 0.503695 | 0.381765 | 0.346845 | 0.3684205 | 0.321995 |
| 19 | 0.50146 | 0.490364 | 0.430008 | 0.425801 | 0.350842 | 0.398517 |
| 20 | 0.450068 | 0.48235 | 0.419008 | 0.460819 | 0.416492 | 0.425004 |

จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดภายในตารางมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปกราฟเพื่อง่ายต่อการอ่านค่าและการทำความเข้าใจดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งเมื่ออ่านข้อมูลจากกราฟสามารถสรุปได้ว่าเพลง Rolling in the deep สามารถทำให้คนฟังรู้สึกพึงพอใจคิดเป็น 45% รู้สึกสงบกับเพลงคิดเป็น 43% และมีความตื่นเต้นไปกับเสียงเพลงอยู่ที่ 40% ซึ่งเท่ากับความรู้สึกตื่นเต้นอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.4** กราฟแสดงการทดลองที่ได้จากเพลง Rolling in the deep.

### 4.1.3 ผลการทดลองด้วยเพลง Drinking from the bottle

ในการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลของคลื่นสมองที่สัมพันธ์กับความรู้สึกที่ได้จากการทดลองของอาสาสมัครจำนวน 20 ราย จากการฟังเพลง Drinking from the bottle ที่มีช่วงจังหวะความเร็วอยู่ที่ 131 บีท/นาที สามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุปผลและนำเสนอได้ตามตางรางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Drinking from the bottle ในอาสาสมัคร 20 ราย

| คน/อารมณ์ | Valence (ความรู้สึกพึงพอใจ) | Engagement (ความรู้สึกฮึกเหิม) | Frustration (ความรู้สึกผิดหวัง) | Meditation (การมีสมาธิ) | Excitement (ความรู้สึกตื่นเต้น) | Long-term Excitement |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.452149 | 0.479153 | 0.408462 | 0.365197 | 0.488086 | 0.436719 |
| 2 | 0.48704 | 0.489109 | 0.428862 | 0.38419 | 0.587106 | 0.587125 |
| 3 | 0.422538 | 0.456135 | 0.440619 | 0.457281 | 0.489004 | 0.47982 |
| 4 | 0.465933 | 0.442508 | 0.391559 | 0.375601 | 0.487165 | 0.435812 |
| 5 | 0.410584 | 0.439012 | 0.39321 | 0.399115 | 0.495872 | 0.448327 |

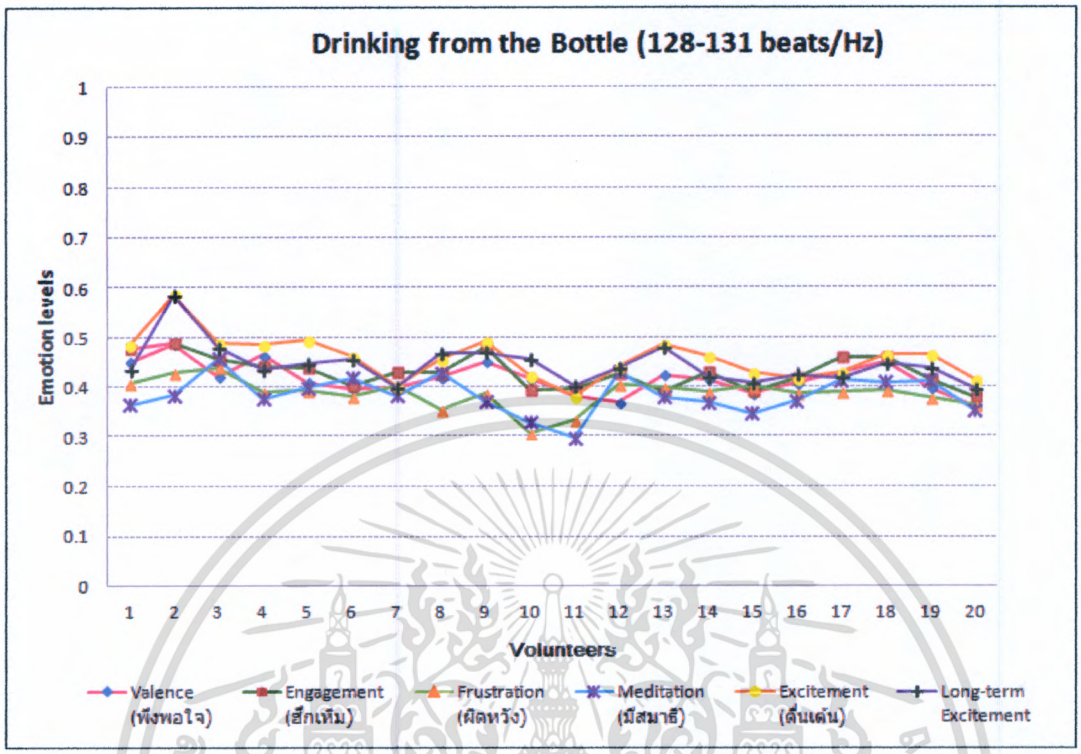
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.3** ตารางผลการทดลองด้วยเพลง Drinking from the bottle ในอาสาสมัคร 20 ราย (ต่อ)

| คน/อารมณ์ | Valence (ความรู้สึกพึงพอใจ) | Engagement (ความรู้สึกฮึกเหิม) | Frustration (ความรู้สึกผิดหวัง) | Meditation (การมีสมาธิ) | Excitement (ความรู้สึกตื่นเต้น) | Long-term Excitement |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 0.397369 | 0.40365 | 0.380854 | 0.417931 | 0.463272 | 0.458215 |
| 7 | 0.401537 | 0.430026 | 0.401962 | 0.381493 | 0.402851 | 0.399408 |
| 8 | 0.420093 | 0.429134 | 0.354698 | 0.42893 | 0.455902 | 0.470015 |
| 9 | 0.451173 | 0.482476 | 0.387354 | 0.371466 | 0.491983 | 0.470381 |
| 10 | 0.417938 | 0.394436 | 0.308571 | 0.328608 | 0.422839 | 0.457006 |
| 11 | 0.382544 | 0.398091 | 0.333529 | 0.297358 | 0.381658 | 0.401973 |
| 12 | 0.369124 | 0.427106 | 0.405183 | 0.42986 | 0.441907 | 0.439784 |
| 13 | 0.425018 | 0.391583 | 0.401227 | 0.380097 | 0.486915 | 0.47982 |
| 14 | 0.415582 | 0.431269 | 0.391138 | 0.369172 | 0.462849 | 0.42099 |
| 15 | 0.388019 | 0.390961 | 0.401948 | 0.34628 | 0.429751 | 0.408135 |
| 16 | 0.408648 | 0.419533 | 0.389652 | 0.372253 | 0.416972 | 0.425401 |
| 17 | 0.429183 | 0.459813 | 0.391028 | 0.413892 | 0.430681 | 0.4198 |
| 18 | 0.450179 | 0.459556 | 0.393617 | 0.409792 | 0.464821 | 0.449038 |
| 19 | 0.398472 | 0.414713 | 0.378132 | 0.412254 | 0.464992 | 0.438004 |
| 20 | 0.361492 | 0.380008 | 0.363579 | 0.351597 | 0.41567 | 0.397825 |

จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดภายในตารางมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปกราฟเพื่อง่ายต่อการอ่านค่าและการทำความเข้าใจดังแสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งเมื่ออ่านข้อมูลจากกราฟสามารถสรุปได้ว่าเพลง Drinking from the bottle ทำให้คนฟังรู้สึกพึงพอใจคิดเป็น 42% รู้สึกฮึกเหิมกับเพลงคิดเป็น 43% และมีความตื่นเต้นและตื่นเต้นอย่างต่อเนื่องกับเสียงเพลงอยู่ที่ 46% และ 45% ตามลำดับ

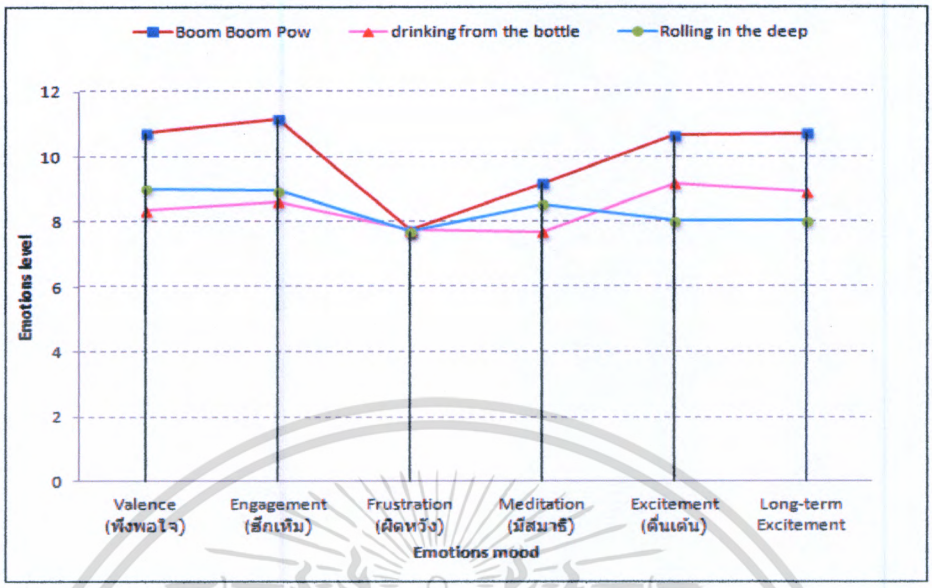
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.5** กราฟแสดงการทดลองที่ได้จากเพลง Drinking from the bottle.

จากนั้นนำผลการทดลองทั้งหมดที่ได้จากทั้ง 3 เพลงมาเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบว่าเสียงเพลงใดที่สามารถทำให้กลุ่มของอาสาสมัครรู้สึกสนุกและผ่อนคลายได้ซึ่งในที่นี้พบว่าเพลง Boom Boom Pow ขับร้องโดย The Black Eyed Peas ที่มีช่วงจังหวะความเร็วที่ 131 บีท/นาที ผลของสัญญาณคลื่นสมองที่ได้แสดงถึงอารมณ์ความรู้สึกของอาสาสมัครที่ทำให้รู้สึกความรู้สึกฮึกเหิมและสร้างความพึงพอใจให้กับอาสาสมัครได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าจังหวะของเพลงสามารถทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้น และสร้างสมาธิให้กับอาสาสมัคร พร้อมทั้งยังแสดงความรู้สึกตื่นเต้นอย่างต่อเนื่องเป็นผลให้อาสาสมัครรู้สึกผ่อนคลาย ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.6

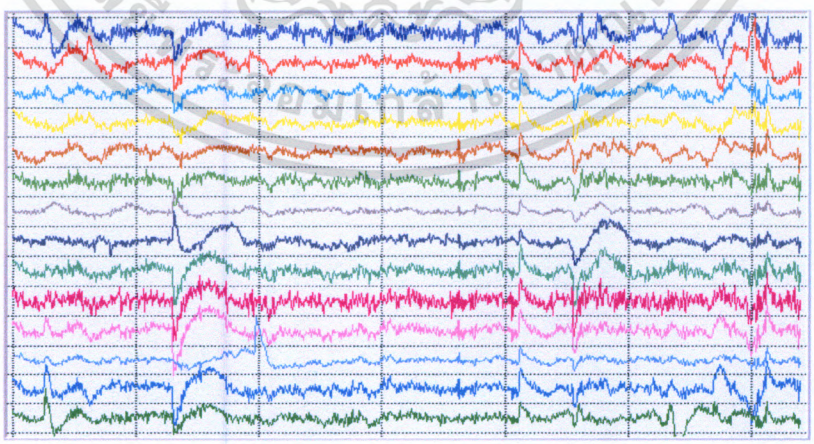
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.6** เปรียบเทียบผลการทดลองในการตรวจจับความรู้สึกที่เกิดขึ้นในการทดลองขณะฟังเพลงที่มีช่วงความเร็วของจังหวะที่ 125-140 บีทต่อนาที

## 4.2การตรวจจับคลื่นสมองสัมพันธ์กับ EEG

สำหรับการทดลองในส่วนการทำงานของ EEG เพื่อตรวจจับคลื่นสมองด้วยอิเลคโทรดแต่ละตำแหน่งให้สอดคล้องกับการแสดงอารมณ์ความรู้สึกของอาสาสมัครในขณที่ฟังเพลงที่มีช่วงจังหวะความเร็วที่ 125-140 บีท/นาที ซึ่งอิเลคโทรดทั้ง 14 ตำแหน่งจะแสดงสัญญาณแต่ละช่องสัญญาณอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4.7



**รูปที่ 4.7** หน้าต่างแสดงคลื่น EEG แต่ละอิเลคโทรดที่ได้จากอาสาสมัคร

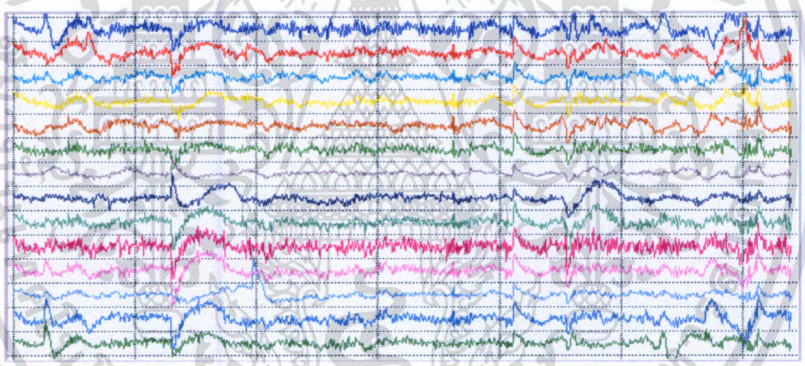
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองในการตรวจจับ EEG ของกลุ่มอาสาสมัครเมื่อมีการกระตุ้นด้วยเสียงเพลงที่มีช่วงจังหวะความเร็วอยู่ที่ 125-140 บีท/นาที เป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 เพลง ในการทดลองอาสาสมัคร 1 รายเข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง สามารถอธิบายได้ในหัวข้อดังต่อไปนี้

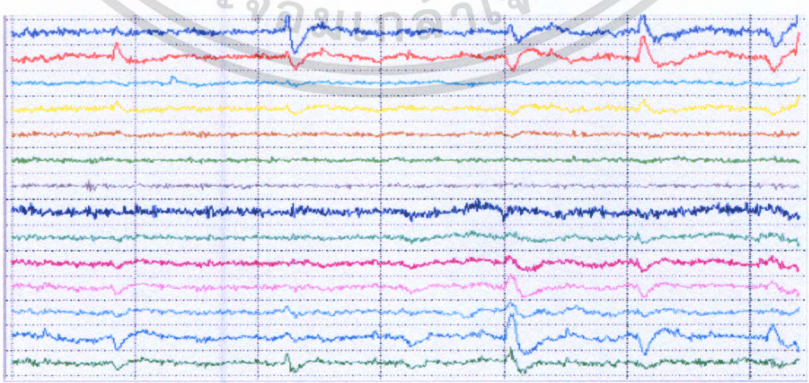
### 4.2.1 การทดลองที่เกิดขึ้นกับอาสาสมัคร

จากการทดลองในการตรวจวัดคลื่นสมองของอาสาสมัครจำนวน 20 ราย พบว่าลักษณะสัญญาณของการเกิดคลื่นสมองมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะทางอารมณ์ในขณะทำการทดลอง ซึ่งอาสาสมัครแต่ละคนจะเข้าร่วมการทดลองทั้งสิ้น 3 ครั้งเพื่อวัดคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในแต่ละเพลง สำหรับกระบวนการทดลองจะเริ่มด้วยการให้อาสาสมัครได้พักก่อนเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเริ่มการทดลอง 3-5 นาที (ระยะเวลาขึ้นอยู่กับเพลงที่ใช้ในการทดลองในขณะนั้น) เมื่อเพลงจบลงอาสาสมัครจะได้พักหลังการทดลองเป็นเวลา 2 นาที จึงถือเป็นการเสร็จสิ้นการทดลองในแต่ละครั้ง

- ข้อมูลตัวอย่างสัญญาณ EEG จากการทดลองของอาสาสมัคร

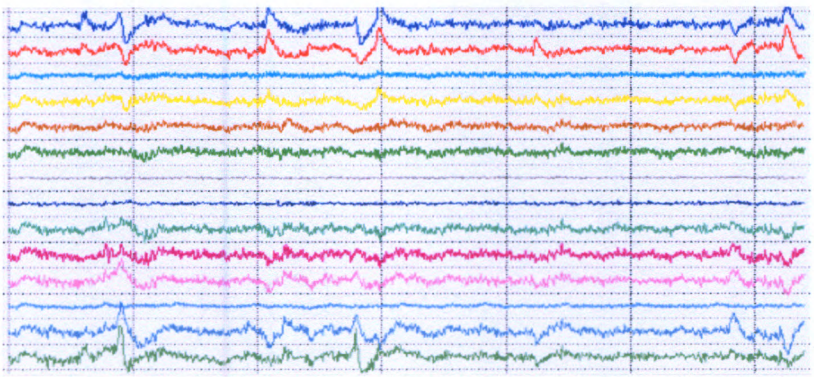


(a) คลื่นสมองจากเพลง Boom Boom Pow



(b) คลื่นสมองจากเพลง Rolling in the Deep

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(c) คลื่นสมองจากเพลง Drinking from the Bottle

**รูปที่ 4.8** คลื่นสมองที่เกิดขึ้นในการทดลองจากอาสาสมัครคนที่ 1

จากรูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณคลื่นสมองที่ได้จากการทดลองในการวัดคลื่นสมองของอาสาสมัครคนที่ 1 ในการฟังเพลงทั้งสิ้น 3 เพลง โดยลำดับคลื่นสมองที่ได้จากการทดลองจะเรียงจากเพลง Boom Boom Pow (รูปที่ 4.8(a)) เพลง Rolling in the Deep (รูปที่ 4.8(b)) และสุดท้ายเพลง Drinking from the Bottle (รูปที่4.8(c)) พบว่าลักษณะคลื่นที่เกิดแต่ละเพลงของอาสาสมัครคนเดียวกันมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยสังเกตในตำแหน่ง O1, O2 ของอิเลคโทรดซึ่งอยู่บริเวณสมองส่วนท้ายที่สามารถตรวจจับคลื่นอัลฟ่าได้ดีเมื่อเทียบกับตำแหน่งอื่นๆ และอิเลคโทรดในบริเวณเดียวกันจะมีลักษณะของคลื่นสัญญาณ EEG ใกล้เคียงกัน โดยสามารถสรุปผลการทดลองการวัดคลื่นสมองจากอาสาสมัครคนที่ 1 ได้ดังนี้

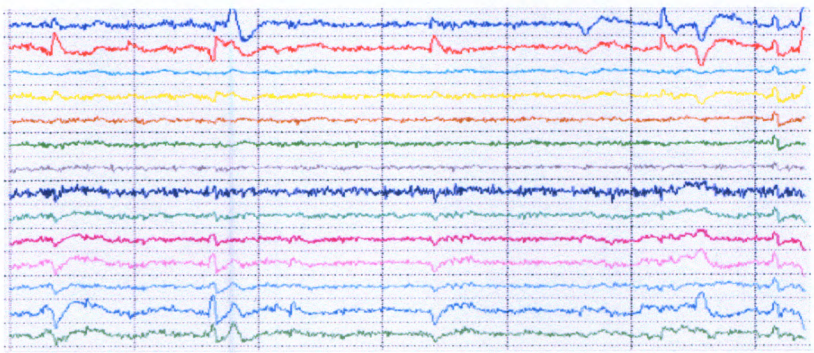
(a) เพลง Boom Boom Pow ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 59008.64 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4215.04 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 7.9 นาที

(b) เพลง Rolling in the Deep ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 58968.774 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4212.053 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8.43 นาที

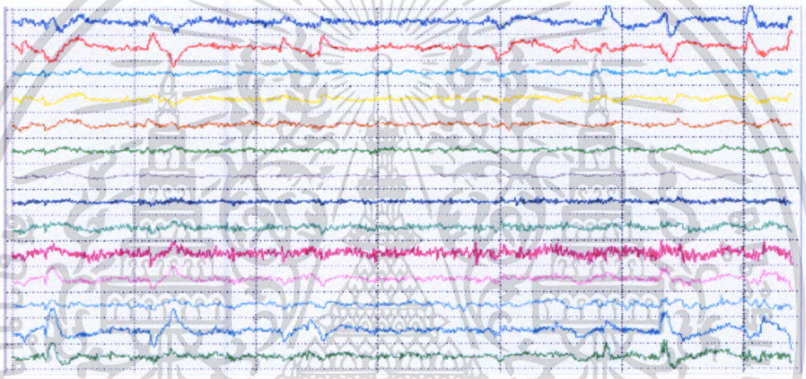
(c) เพลง Drinking from the Bottle ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 58998.092 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3959.549 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8.64 นาที

สำหรับการเกิดคลื่นสัญญาณในการทดลอง (รูปที่ 4.8(a)) สามารถเห็นคลื่นสัญญาณอัลฟ่าได้ชัดเจนซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของสมองเมื่อได้รับการผ่อนคลาย และจากผลการทดลองในอาสาสมัครคนที่ 1 พบว่าเพลง Boom Boom Pow สามารถทำให้อาสาสมัครรู้สึกพึงพอใจได้ดีที่สุดด้วยการทำงานของคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 65% ตามด้วยเพลง Rolling in the Deep เกิดคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 52% และเพลง Drinking from the Bottle เกิดคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 52%

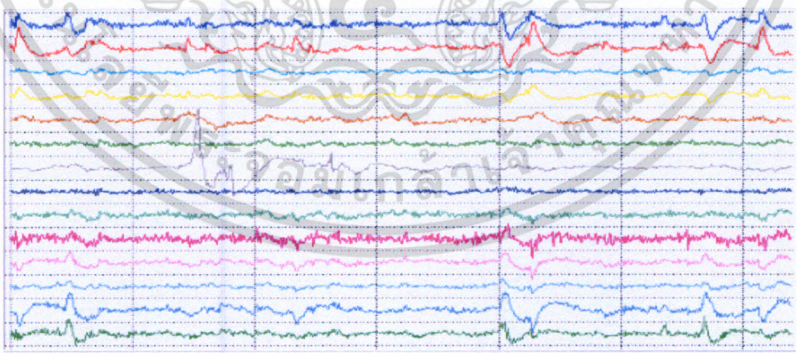
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) คลื่นสมองจากเพลง Boom Boom Pow



(b) คลื่นสมองจากเพลง Rolling in the Deep



(c) คลื่นสมองจากเพลง Drinking from the Bottle

**รูปที่ 4.9** คลื่นสมองที่เกิดขึ้นในการทดลองจากอาสาสมัครคนที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณคลื่นสมองที่ได้จากการทดลองในการวัดคลื่นสมองของอาสาสมัครคนที่ 14 ในการฟังเพลงทั้งสิ้น 3 เพลง โดยลำดับคลื่นสมองที่ได้จากการทดลองจะเรียงจากเพลง Boom Boom Pow (รูปที่ 4.9(a)) เพลง Rolling in the Deep (รูปที่ 4.9 (b)) และเพลง Drinkink from the Bottle (รูปที่ 4.9(c)) พบว่าลักษณะคลื่นที่เกิดในแต่ละเพลงของอาสาสมัครคนเดียวกันมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยสังเกตในตำแหน่ง O1, O2 ของอิเลคโทรดซึ่งอยู่บริเวณสมองส่วนท้ายที่สามารถตรวจจับคลื่นอัลฟ่าได้ดีเมื่อเทียบกับตำแหน่งอื่นๆ และอิเลคโทรดในบริเวณเดียวกันจะมีลักษณะของคลื่น EEG ใกล้เคียงกัน โดยสามารถสรุปผลการทดลองการวัดคลื่นสมองจากอาสาสมัครคนที่ 14 ได้ดังนี้

(a) เพลง Boom Boom Pow ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 59072.45 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4219.461 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8.02 นาที

(b) เพลง Rolling in the Deep ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 58998.09 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4214.149 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8.26 นาที

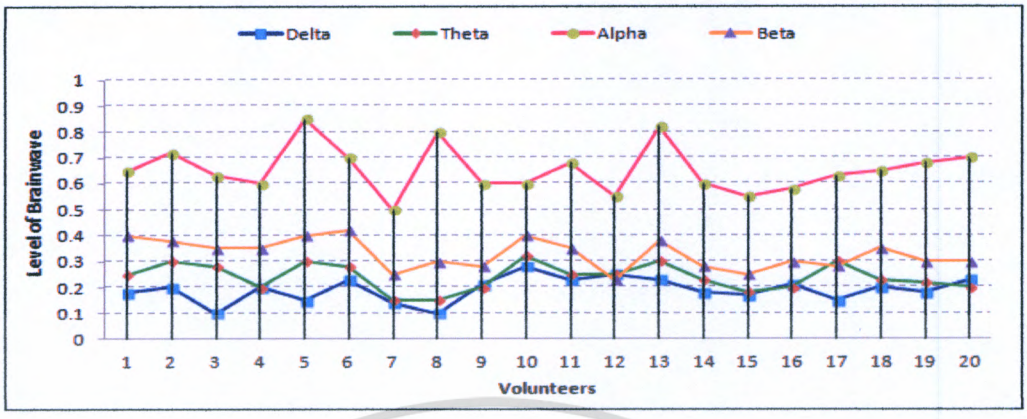
(c) เพลง Drinking from the Bottle ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 59009.376 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4215.055 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8.57 นาที

สำหรับการเกิดคลื่นสัญญาณในการทดลอง (รูปที่ 4.9(a)) สามารถเห็นคลื่นสัญญาณอัลฟ่าซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของสมองเมื่อได้รับการผ่อนคลาย และจากผลการทดลองในอาสาสมัครคนที่ 14 พบว่าเพลง Boom Boom Pow สามารถทำให้อาสาสมัครรู้สึกพึงพอใจได้ดีที่สุดด้วยการทำงานของคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 60% ตามด้วยเพลง Drinking from the Bottle เกิดคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 52% และเพลง Rolling in the Deep เกิดคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 51%

### 4.2.2 ผลการทดลองด้วยเพลง Boom Boom Pow

จากการเก็บผลการตรวจจับคลื่นสัญญาณ EEG จากอาสาสมัครจำนวน 20 ราย พบว่าในขณะที่ฟังเพลง Boom Boom Pow สมองได้รับการกระตุ้นและเกิดคลื่นสมองแต่ละประเภทในบริเวณที่แตกต่างกันของอาสาสมัครแต่ละราย จากนั้นเมื่อนำข้อมูลผลที่บันทึกได้จากการทดลองไปคำนวณและวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ตำแหน่งของคลื่นสมองที่ทำงานได้ดีที่สุดในขณะฟังเพลง สามารถอธิบายได้ตามรูปที่ 4.10 ซึ่งเป็นการทดลองวัดคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Boom Boom Pow ของอาสาสมัครแต่ละคน คลื่นสมองที่ทำให้อาสาสมัครรู้สึกผ่อนคลายมากที่สุดได้แก่ คลื่นอัลฟ่ามีค่าเฉลี่ยของคลื่นอยู่ที่ประมาณ 65%

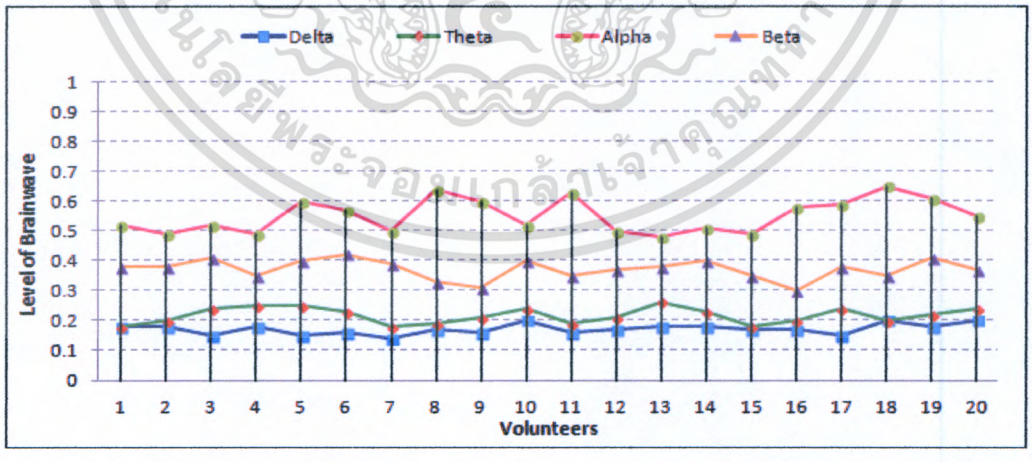
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.10** ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Boom Boom Pow

### 4.2.3 ผลการทดลองด้วยเพลง Rolling in the deep

จากการเก็บผลการตรวจจับคลื่นสัญญาณ EEG จากอาสาสมัครจำนวน 20 ราย พบว่าในขณะที่ฟังเพลง Rolling in the deep สมองได้รับการกระตุ้นและเกิดคลื่นสมองแต่ละประเภทในบริเวณที่แตกต่างกันของอาสาสมัครแต่ละราย จากนั้นเมื่อนำข้อมูลจากการบันทึกผลที่ได้จากการทดลองไปคำนวณและวิเคราะห์เพื่อให้ได้ตำแหน่งของคลื่นสมองที่ทำงานได้ดีที่สุดในขณะฟังเพลง สามารถอธิบายได้ตามรูปที่ 4.11 ซึ่งเป็นการทดลองการวัดคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Rolling in the deep ของอาสาสมัครแต่ละคน คลื่นสมองที่ทำให้ผู้ฟังรู้สึกผ่อนคลายมากที่สุดได้แก่ คลื่นอัลฟ่า มีค่าเฉลี่ยของคลื่นอยู่ที่ 55%

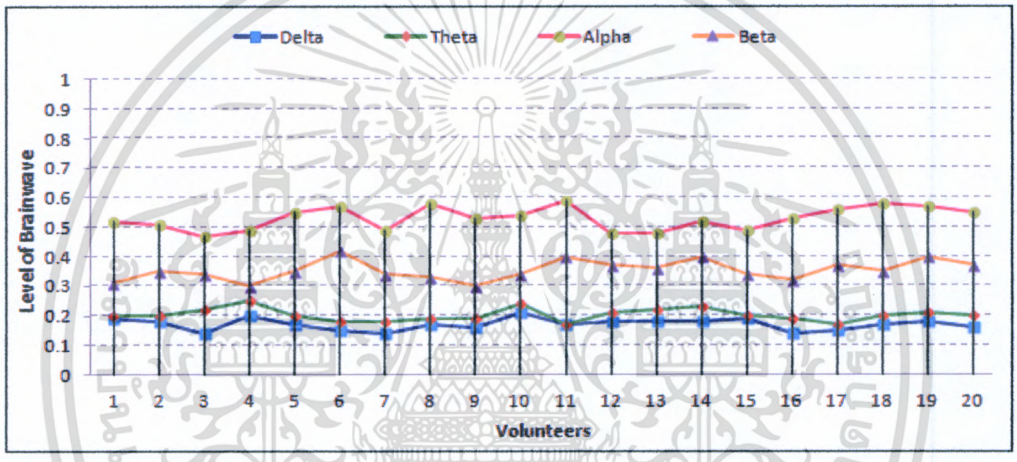



**รูปที่ 4.11** ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Rolling in the deep

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.4 ผลการทดลองด้วยเพลง Drinking from the bottle

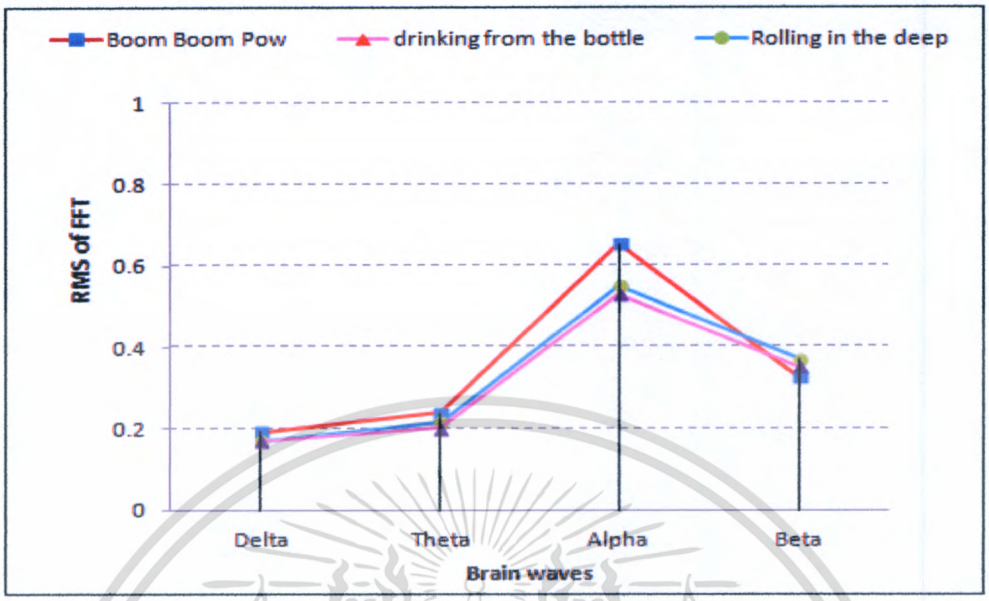
จากการเก็บผลการตรวจจับคลื่นสัญญาณ EEG จากอาสาสมัครจำนวน 20 ราย พบว่าในขณะที่ฟังเพลง Drinking from the bottle สมองได้รับการกระตุ้นและเกิดคลื่นสมองแต่ละประเภทในบริเวณที่แตกต่างกันของอาสาสมัครแต่ละราย จากนั้นเมื่อนำข้อมูลจากการบันทึกผลที่ได้จากการทดลองไปคำนวณและวิเคราะห์เพื่อให้ได้ตำแหน่งของคลื่นสมองที่ทำงานได้ดีที่สุดในขณะฟังเพลง สามารถอธิบายได้ตามรูปที่ 4.12 ซึ่งเป็นการทดลองการวัดคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Drinking from the bottle ของอาสาสมัครแต่ละคน คลื่นสมองที่ทำให้ผู้ฟังรู้สึกผ่อนคลายมากที่สุดได้แก่ คลื่นอัลฟ่า มีค่าเฉลี่ยของคลื่นอยู่ที่ 53%




**รูปที่ 4.12** ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในเพลง Drinking from the bottle

จากการค้นคว้าข้อมูลและผลการทดลอง EEG ที่ได้จากอาสาสมัครจำนวน 20 ราย ในการทดลองการตรวจคลื่นสมอง EEG เมื่อเพลิดเพลินกับเสียงเพลง พบว่าอาสาสมัครรู้สึกผ่อนคลายและมีความสุขกับเสียงเพลง ทำให้คลื่นสมองที่เรียกว่า คลื่นอัลฟ่าทำงานได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้มาอธิบายและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของเพลงที่สามารถทำให้อาสาสมัครพึงพอใจและผ่อนคลายเมื่อได้ฟัง คือเพลง Boom Boom Pow ที่มีค่าเฉลี่ยของคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 65% ในขณะที่เพลง Rolling in the deep และเพลง Drinking from the bottle มีค่าเฉลี่ยของคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 55% และ 53% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.13** เปรียบเทียบผลการทดลองในการตรวจจับ EEG ที่เกิดขึ้นในการทดลอง

จากการทดลองการตรวจจับคลื่นสมองเมื่อมีการกระตุ้นด้วยเสียงเพลงพบว่าเสียงเพลงมีส่วนต่อการเกิดคลื่นอัลฟ่าซึ่งเป็นคลื่นที่ดีที่สุดที่ทำให้เกิดอารมณ์ที่ผ่อนคลาย มีความสุข และยังสามารถลดระดับอารมณ์ที่ไม่ต้องการของอาสาสมัครให้อยู่ในสภาวะที่ดีขึ้นจนกระทั่งเป็นปกติ นอกจากการทดลองนี้ทางผู้จัดทำได้มีโอกาสนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของเพลงว่าเพลงใดได้รับความนิยมและสามารถลดระดับอารมณ์ของผู้ฟังได้ดีที่สุดจากจำนวนอาสาสมัคร 20 รายที่เข้าร่วมในการทดลอง ซึ่งผลลัพธ์ได้แก่ เพลง Boom Boom Pow เนื่องจากมีช่วงจังหวะ ทำนอง และเสียงร้องที่น่าสนใจและให้ความสนุกสนาน ทำให้ผู้ฟังส่วนใหญ่ชอบเพลงนี้หลังจากที่ได้ฟังในการทดลอง สำหรับผลการสำรวจและสอบถามเพลงที่ได้รับความนิยมของเพลงจากอาสาสมัคร สามารถชี้แจงได้ดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** ตารางแสดงความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีในแต่ละเพลงที่ใช้การทดลอง

| เพลง/ อาสาสมัคร | Boom Boom Pow | Rolling in the Deep | Drinking from the Bottle |
|---|---|---|---|
| คนที่ 1 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 2 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 3 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 4 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 5 | 3 | 2 | 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5** ตารางแสดงความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีในแต่ละเพลงที่ใช้การทดลอง (ต่อ)

| เพลง/ อาสาสมัคร | Boom Boom Pow | Rolling in the Deep | Drinking from the Bottle |
|---|---|---|---|
| คนที่ 6 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 7 | 1 | 3 | 2 |
| คนที่ 8 | 3 | 2 | 1 |
| คนที่ 9 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 10 | 3 | 2 | 1 |
| คนที่ 11 | 3 | 2 | 1 |
| คนที่ 12 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 13 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 14 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 15 | 2 | 3 | 1 |
| คนที่ 16 | 3 | 1 | 2 |
| คนที่ 17 | 3 | 2 | 1 |
| คนที่ 18 | 3 | 2 | 1 |
| คนที่ 19 | 3 | 2 | 1 |
| คนที่ 20 | 3 | 2 | 1 |

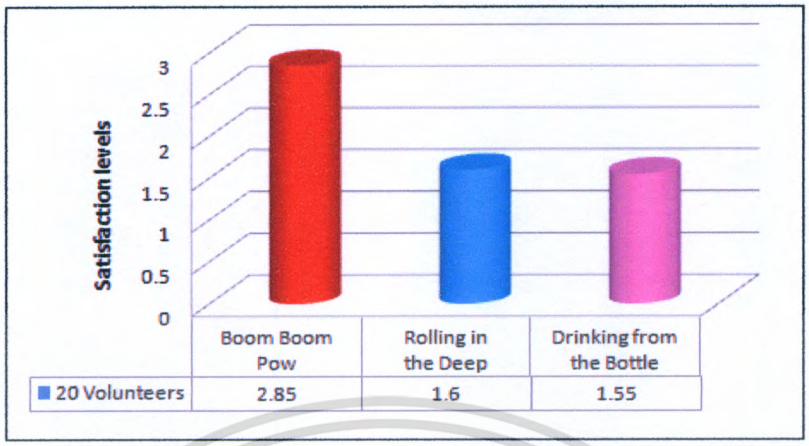
หมายเหตุ

เนื่องด้วยตัวเลขที่ปรากฏภายในตารางแสดงความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีในแต่ละเพลงที่ใช้ในการทดลอง สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

| หมายเลข | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|
| 3 | มากที่สุด |
| 2 | ปานกลาง |
| 1 | น้อยที่สุด |

จากข้อมูลตารางข้างต้น แสดงความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีในแต่ละเพลงที่ใช้ในการทดลอง สามารถแสดงเป็นข้อมูล และเปรียบเทียบผลรวมได้ในรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.14** เปรียบเทียบเพลงที่สามารถทำให้ผ่อนคลายได้ดีที่สุด

ดังนั้นผลลัพธ์ในการทดลองจากอาสาสมัครจำนวน 20 ราย ที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี ทำให้ทราบสภาวะของอารมณ์ในแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน สัญญาณคลื่นสมองที่อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ วัดได้มีความแตกต่างซึ่งเกิดจากสภาวะทางอารมณ์ของอาสาสมัคร

นอกจากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในส่วนของงานวิจัยที่ใช้เสียงเพลงในการลดระดับอารมณ์ของอาสาสมัครโดยใช้ Emotiv EPOC+ ทางผู้จัดยังสรุปผลลัพธ์งานวิจัยที่ทำการทดลองจากการศึกษาพฤติกรรมการนอนของอาสาสมัครโดยการใช้เสียงเพลงเพื่อให้รู้สึกผ่อนคลายก่อนเข้านอน การทดลองส่วนนี้ใช้ Emotiv EPOC+ และ Sleeptracker เพื่อบันทึกการรบกวนที่เกิดขึ้นในระหว่างการนอนหลับ

## 4.3 การทดลองในการใช้เสียงเพลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนอนอย่างง่าย

จากการศึกษาพฤติกรรมการนอนหลับของอาสาสมัครซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากพฤติกรรมการนอนของอาสาสมัครนั้นมีการพักผ่อนที่ไม่เพียงพอหรือประสิทธิภาพการพักผ่อนไม่เพียงพอ จากการเก็บข้อมูลทั้ง 2 รูปแบบพบว่า ส่วนแรกเป็นการนอนหลับทั่วไประหว่างการนอนหลับอาสาสมัครมีการตื่นขึ้นมากลางคันหรือมีการทำงานของสมองเกิดขึ้น เช่น ความฝันหรือการจินตนาการเรื่องต่างๆ ในขณะนอนหลับส่งผลให้ Sleeptracker สามารถบันทึกเวลาการนอนหลับที่มีการขัดจังหวะเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นเมื่อทราบพฤติกรรมการนอนแบบปกติแล้ว ทางผู้จัดทำได้คิดวิธีการนอนที่ใช้เสียงดนตรีเข้ามาเพื่อช่วยผ่อนคลาย เนื่องจากเสียงดนตรีช่วยให้การทำงานของสมองที่เกิดขึ้นในช่วงคลื่นอัลฟ่าจะช่วยให้ผู้ฟังผ่อนคลายเคลิบเคลิ้ม และสงบซึ่งเป็นคลื่นที่เหมาะสำหรับสภาวะก่อนนอน เพื่อให้การนอนของอาสาสมัครเกิดคลื่นเธต้าที่สามารถทำงานได้ดีและส่งผลให้การนอนหลับดีขึ้น จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาประมวลผลและบันทึกการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

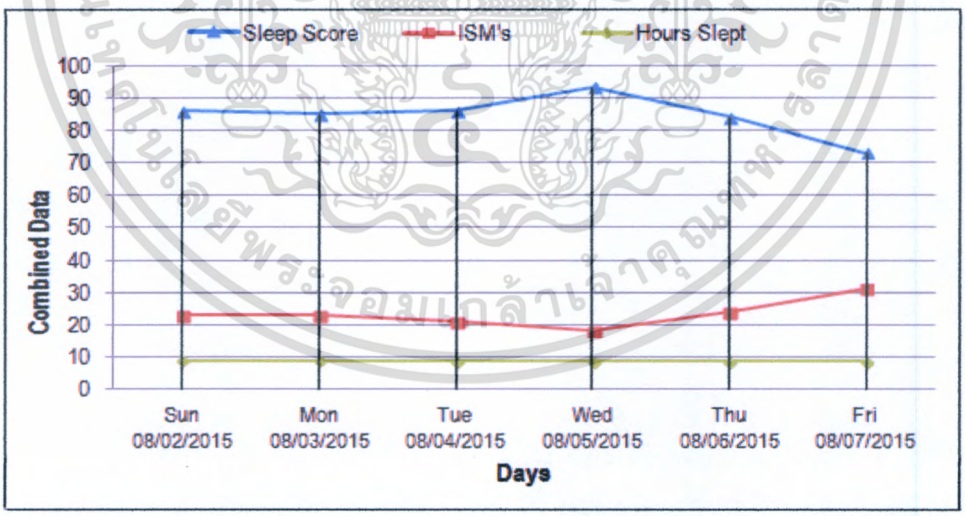
ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษา สามารถเปรียบเทียบการนอนหลับได้ ดังนี้

### 4.3.1 การนอนหลับโดยทั่วไป

| DATE | TO BED TIME | SET ALARM TIME | ACTUAL WAKE TIME | INTERRUPTED MOMENTS | SLEEP SCORE | COMPARE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sun - 08/02/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:10 AM | 23 | 86 | ☐ |
| Mon - 08/03/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:17 AM | 23 | 85 | ☐ |
| Tue - 08/04/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:00 AM | 21 | 86 | ☐ |
| Wed - 08/05/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:09 AM | 18 | 93 | ☐ |
| Thu - 08/06/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:10 AM | 24 | 84 | ☐ |
| Fri - 08/07/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:10 AM | 31 | 73 | ☐ |
| Total / Average | | | | 23 | 85 | COMPARE |

**รูปที่ 4.15** ผลที่ได้จากการนอนหลับทั่วไป

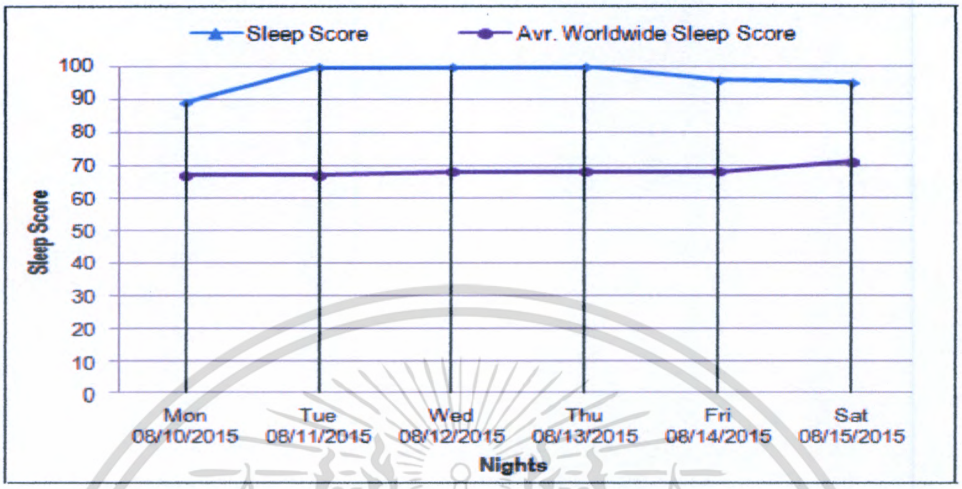
- Combined for Compared Dates




**รูปที่ 4.16** กราฟแสดงเปรียบเทียบการนอนหลับทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sleep Scores for Compared Dates




**รูปที่ 4.17** กราฟแสดงเปรียบเทียบคะแนนการนอนหลับทั่วไปของอาสาสมัครกับค่าเฉลี่ยโลก

จากการทดลองการนอนหลับทั่วไป ผลลัพธ์ที่ได้จากการบันทึกโดยการใช้ Sleeptracker (รูปที่ 4.15) แสดงวัน-เดือน-ปีของเวลาในการเข้านอนและการตื่นนอนที่ตั้งค่าไว้ นอกจากนี้ยังมีการบันทึกช่วงเวลาในการตื่นนอนที่เกิดขึ้นจริงของอาสาสมัคร ช่วงเวลาที่เกิดการรบกวนในการนอนและคะแนนที่ได้จากการนอนหลับ สำหรับกราฟเปรียบเทียบการนอนหลับทั่วไป (รูปที่ 4.16) แสดงภาพรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นในช่วงการนอนหลับของอาสาสมัคร รวมทั้งกราฟเปรียบเทียบคะแนนการนอนหลับที่เกิดขึ้นจริงของอาสาสมัครเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานโลกที่เกิดขึ้นในช่วงอายุใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.17)

หมายเหตุ

ค่า Avr. Worldwide Sleep Score เป็นค่าที่เกิดจากการบันทึกการนอนตามวันและเวลาจริงที่เกิดขึ้นกับกลุ่มคนที่อยู่ในเกณฑ์เดียวกันในแต่ละคืน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนการนอนของทั่วโลกที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

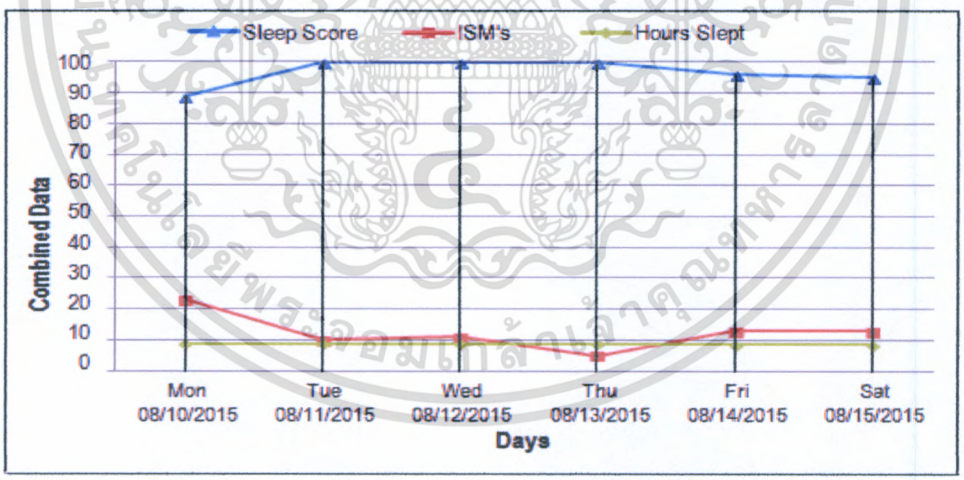
### 4.3.2 พฤติกรรมการนอนที่ใช้เสียงดนตรีเข้ามาช่วยเพื่อผ่อนคลาย

6 days found to compare

| DATE | TO BED TIME | SET ALARM TIME | ACTUAL WAKE TIME | INTERRUPTED MOMENTS | SLEEP SCORE | COMPARE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mon - 08/10/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:25 AM | 23 | 89 | ☐ |
| Tue - 08/11/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:14 AM | 10 | 100 | ☐ |
| Wed - 08/12/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:19 AM | 11 | 100 | ☐ |
| Thu - 08/13/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:13 AM | 5 | 100 | ☐ |
| Fri - 08/14/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 7:05 AM | 13 | 96 | ☐ |
| Sat - 08/15/2015 | 10:30 PM | 07:30 AM | 6:55 AM | 13 | 95 | ☐ |
| Total / Average | | | | 13 | 97 | COMPARE |

**รูปที่ 4.18** ผลที่ได้การนอนหลับที่ใช้เสียงดนตรีเข้ามาช่วย

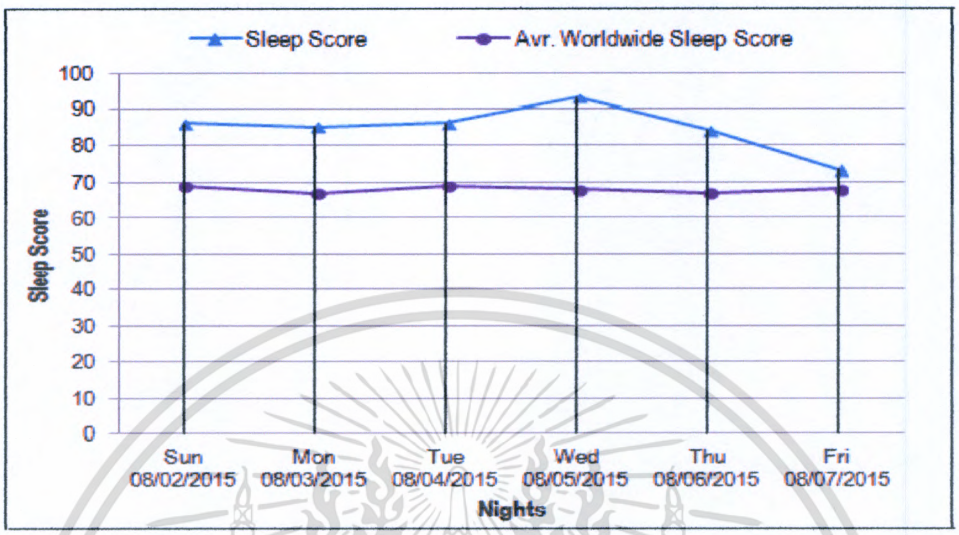
- Combined for Compared Dates




**รูปที่ 4.19** กราฟแสดงเปรียบเทียบการนอนหลับที่ใช้เสียงดนตรีเพื่อผ่อนคลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sleep Scores for Compared Dates




**รูปที่ 4.20** กราฟแสดงเปรียบเทียบคะแนนการนอนหลับที่ใช้เสียงดนตรีเพื่อผ่อนคลายของอาสาสมัครกับค่าเฉลี่ยโลก

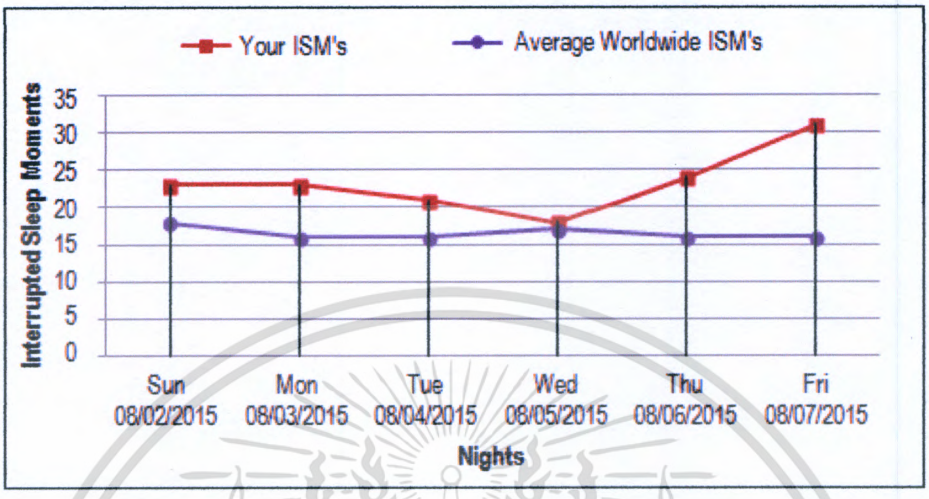
จากการนอนหลับโดยการใช้เสียงดนตรีเข้ามาช่วยเพื่อให้ผ่อนคลาย ผลลัพธ์ที่ได้จากการบันทึก Sleeptracker (รูปที่ 4.18) แสดงวัน-เดือน-ปีของเวลาในการเข้านอนและการตื่นนอนที่ตั้งค่าไว้ นอกจากนี้ยังมีการบันทึกช่วงเวลาในการตื่นนอนที่เกิดขึ้นจริงของอาสาสมัคร ช่วงเวลาที่เกิดการรบกวนในการนอนและคะแนนที่ได้จากการนอนหลับ สำหรับกราฟเปรียบเทียบโดยการใช้เสียงดนตรีช่วยให้ผ่อนคลาย (รูปที่ 4.19) แสดงภาพรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นในช่วงการนอนหลับของอาสาสมัคร รวมทั้งกราฟเปรียบเทียบคะแนนการนอนหลับที่เกิดขึ้นจริงของอาสาสมัครเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานโลกที่เกิดขึ้นในช่วงอายุใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.20)

หมายเหตุ

ค่า Avr. Worldwide Sleep Score เป็นค่าที่เกิดจากการบันทึกการนอนตามวันและเวลาจริงที่เกิดขึ้นกับกลุ่มคนที่อยู่ในเกณฑ์เดียวกันในแต่ละคืน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนการนอนของทั่วโลกที่เกิดในแต่ละคืนมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Interrupted Sleep Moment for Compared Dates

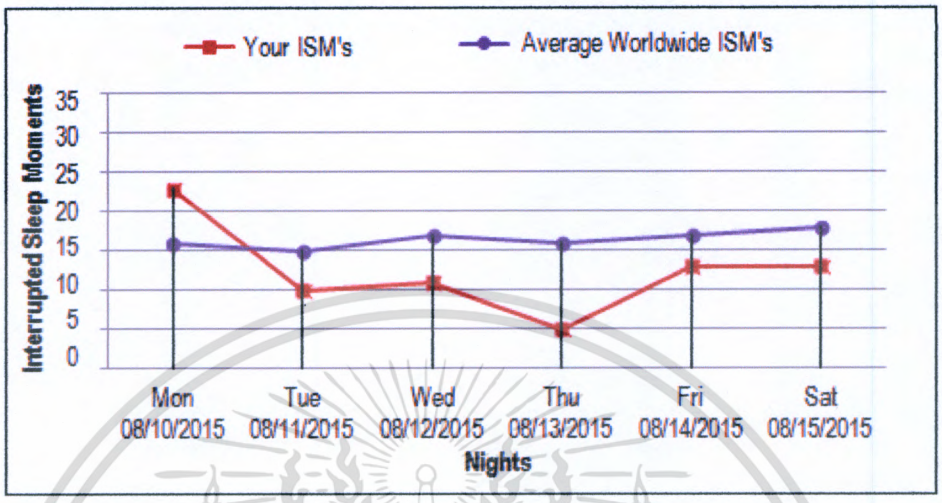



**รูปที่ 4. 21** กราฟแสดงระดับการรบกวนการนอนหลับโดยทั่วไปที่เกิดขึ้นของอาสาสมัคร เปรียบเทียบกับระดับการรบกวนเฉลี่ยทั่วโลก

จากรูปที่ 4.21 เป็นการเปรียบเทียบการเกิด Interrupted ขณะกำลังนอนหลับในแต่ละคืนของอาสาสมัครเทียบกับการเกิด Interrupted ของคนทั่วโลกที่มีอายุระดับเดียวกัน จากกราฟจะเห็นว่าการเกิด Interrupted ที่มากที่สุดของอาสาสมัครอยู่ที่ 32 ครั้ง/คืน ในขณะที่ค่า Interrupted ที่เกิดขึ้นของคนทั่วโลกในระดับเดียวกันอยู่ที่ 16 ครั้ง/คืน จึงสามารถสรุปได้ว่าการเกิด Interrupted ที่มีจำนวนมากส่งผลให้การนอนมีประสิทธิภาพน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Interrupted Sleep Moment for Compared Dates




**รูปที่ 4. 22** กราฟแสดงระดับการรบกวนการนอนหลับโดยใช้เสียงดนตรีเข้าช่วยที่เกิดขึ้นของอาสาสมัครเมื่อเปรียบเทียบกับระดับการรบกวนเฉลี่ยทั่วโลก

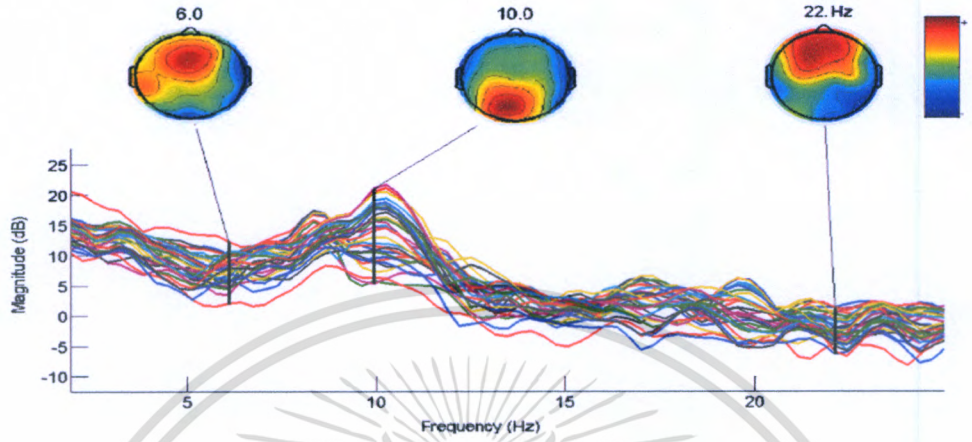
จากรูปที่ 4.22 เป็นการเปรียบเทียบการเกิด Interrupted ขณะกำลังนอนหลับในแต่ละคืนหลังจากที่อาสาสมัครได้ฟังเสียงดนตรีก่อนการเข้านอนของอาสาสมัครเทียบกับการเกิด Interrupted ของคนทั่วโลกที่มีอายุระดับเดียวกัน จากกราฟจะเห็นว่าการเกิด Interrupted ที่มากที่สุดของอาสาสมัครหลังจากฟังเสียงดนตรีอยู่ที่ 23 ครั้ง/คืน และมีจำนวนการเกิด Interrupted ลดลงในคืนถัดไปเฉลี่ยนต่อคืนอยู่ที่ 12 ครั้ง/คืน ในขณะที่ค่าการเกิด Interrupted ของคนทั่วโลกที่มีอายุระดับเดียวกันอยู่ที่ 16 ครั้ง/คืน สามารถสรุปได้ว่าการเกิด Interrupted ของอาสาสมัครหลังจากได้ฟังเสียงดนตรีก่อนนอนลดลงอย่างชัดเจน

### 4.3.3 การแสดงพื้นที่สมองที่เกิดจากการใช้เสียงเพลงช่วยก่อนการนอนหลับ

สำหรับการทำงานในส่วนของ EEG ที่ได้จากการฟังดนตรีเพื่อผ่อนคลาย หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองและนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้ MATLAB เพื่อแสดงพื้นที่ของสมองที่เกิดการทำงานเมื่อมีการกระตุ้นด้วยเสียงเพลง โดยจะใช้ Source Code ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน EEG ซึ่งเป็นโครงสร้างของโปรแกรมในการสร้างแบบจำลองแต่ใช้ข้อมูลจริงที่วัดได้จากการทำงานเพื่อให้ได้ตำแหน่งของคลื่นสมองที่ไม่ได้ฟังเสียงดนตรีกระตุ้นก่อนเข้านอน จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงของ EEG ที่อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ วัดได้จากอาสาสมัครในขณะทำการทดลองที่ใช้เสียงดนตรีเข้าช่วยเพื่อให้เกิดการผ่อนคลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ข้อมูลการนอนหลับโดยทั่วไป**



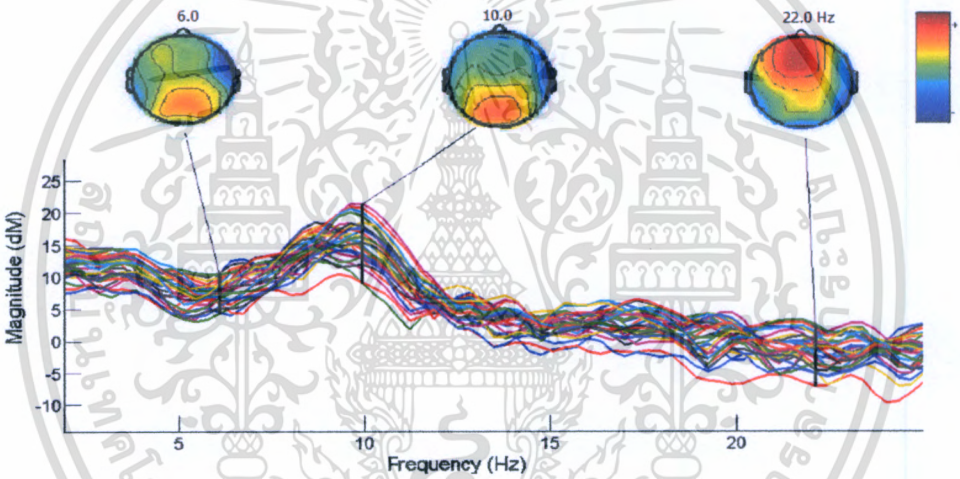

**รูปที่ 4.23** ภาพแสดงตำแหน่งของคลื่นสมองโดยทั่วไปก่อนการนอน

จากรูปที่ 4.23 เป็นการนำข้อมูลของคลื่นสมองที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ โดยข้อมูลจากรูปแสดงทั้งส่วนของคลื่นสมองที่ได้จากแต่ละอิเลกโทรด และแบบจำลองข้อมูลภายในศรีษะที่แสดงตำแหน่งการเกิดคลื่นสมองในขณะทำการทดลอง โดยพิจารณาคลื่นสมองที่มีความถี่ในช่วง 3-8 เฮิร์ตเป็นช่วงความถี่ของคลื่นเธต้า และความถี่ช่วง 9-13 เฮิร์ตเป็นช่วงความถี่ของคลื่นอัลฟ่า ซึ่งคลื่นสมองทั้ง 2 เป็นช่วงที่ทำให้สมองรู้สึกผ่อนคลาย สำหรับคลื่นสมองที่นำมาใช้ในการจำลองนี้เป็นการวัดคลื่นสมองของอาสาสมัครในคืนก่อนเริ่มต้นการทดลองที่ใช้เสียงดนตรีเข้าช่วย เพื่อให้ได้ข้อมูลและนำไปใช้ในการสังเกตและเปรียบเทียบเพื่ออภิปรายผลการทดลองในส่วนต่อไป ในการทดลองครั้งนี้จะสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง โดยจะวัดในช่วงก่อนเข้านอนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งคลื่นสมอง หลังจากการเก็บข้อมูลพบว่าคลื่นสมองที่ปรากฏอยู่ในช่วงความถี่ที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากสมองไม่ได้รับการผ่อนคลายก่อนเข้านอน และเมื่อถึงเวลาที่ต้องนอน จะส่งผลให้การนอนหลับเกิดการรบกวนจากความคิดหรือความรู้สำนึกที่ยังค้างคาอยู่เนื่องจากคลื่นสมอที่แสดงในช่วงความถี่ 22 เฮิร์ตมีการกระจายที่เข้มและกระจายเป็นจำนวนมาก และที่ตำแหน่งความถี่ 10 เฮิร์ตซึ่งเป็นช่วงของคลื่นอัลฟ่าที่ช่วยให้สมองผ่อนคลายแต่ในรูปข้างต้นความถี่ของคลื่นอยู่ในเกณฑ์ที่สูงและมีความเข้มมากเช่นเดียวกับตำแหน่งความถี่ 6 เฮิร์ตที่เป็นช่วงของคลื่นเธต้า ส่วนใหญ่คลื่นนี้จะพบในช่วงที่กำลังหลับแต่ในภาวะที่ไม่หลับคลื่นนี้ยังสามารถเกิดขึ้นได้ เช่น ขณะอยู่ในการภาวนาสมาธิ (Meditation) ในระดับลึก การเข้าสู่สภาวะนี้จะใกล้เคียงกับคลื่นสมองในช่วงอัลฟ่าแต่มีความสุขและรู้สึกผ่อนคลายมากกว่า สำหรับในรูปจะเห็นว่าในช่วงนี้คลื่นยังมีความถี่ที่สูงปานกลางกระจายกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการนอน พบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการนอนควรอยู่ระหว่าง 22.00-24.00 น. เนื่องจาก Growth hormones สามารถหลั่งได้ดีที่สุดในช่วง 02.00-04.00 น. หลังจากนั้น Xerothonin จะถูกหลั่งออกมาเพื่อให้เราตื่น และที่สำคัญคือช่วงเวลาการเตรียมตัวเองก่อนเข้านอนที่ควรหยุดคิดเรื่องวุ่นต่างๆ โดยการหาหนังสืออ่านหรือฟังเพลงเบาๆ ให้ผ่อนคลาย เพราะในเวลา 21.00 น. Melathonin จะเริ่มหลั่งเพื่อเข้าสู่วงจรของการนอนอย่างเต็มรูปแบบ ดังนั้นจากความคิดในเรื่องการใช้เสียงเพลงเพื่อสังเกตพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการนอน พบว่าคลื่นสมองที่เกิดขึ้นขณะฟังเสียงดนตรีทำให้พฤติกรรมการนอนที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลง และสามารถอธิบายผลลัพธ์ที่ได้ ดังต่อไปนี้

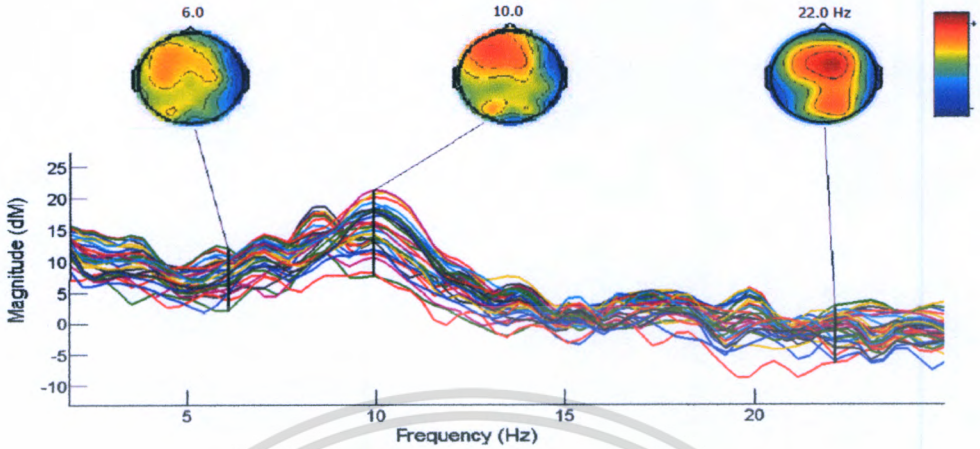
- ข้อมูลการนอนหลับโดยใช้เสียงดนตรี




**รูปที่ 4.24** ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 1

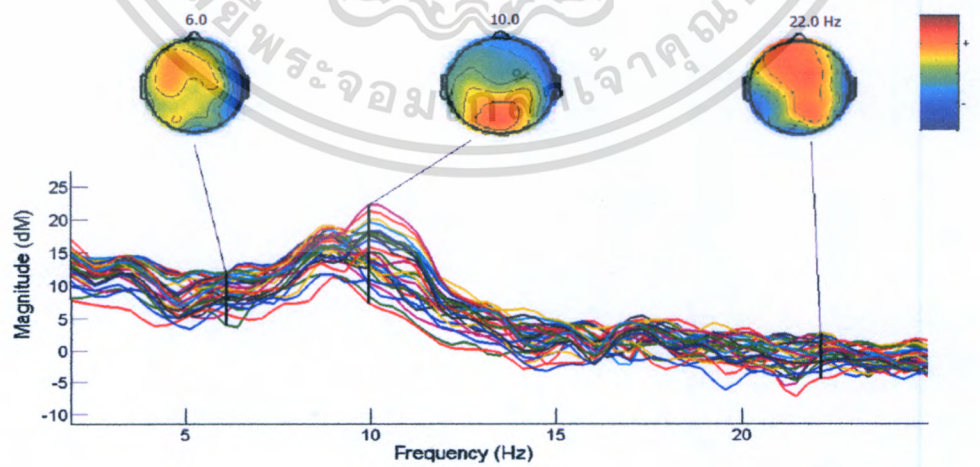
จากรูปที่ 4.24 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นก่อนการนอนวันที่ 1 ด้วยอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ จากการสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง การทดลองใช้เวลาในช่วง 21.30-22.00 น. เพื่อฟังดนตรีก่อนเข้านอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งของสมองและคลื่นสมอง พบว่าคลื่นสมองในช่วง 22 เฮิร์ตมีความเข้มของคลื่นสูงเป็นช่วงเบต้าต่อมาในช่วงความถี่ 10 เฮิร์ตมีระดับค่อนข้างเข้มเฉพาะบริเวณศูนย์กลางด้าน มีการกระจายสม่ำเสมอและกระจายโดยรอบ เมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองลดลงในช่วง 6 เฮิร์ต ซึ่งอธิบายได้ว่าการทำงานของคลื่นสมองมีการลดลงของความถี่ที่มีความเข้มให้อยู่ในระดับปานกลาง ต่อมาหลังจากสมองได้รับการผ่อนคลายจากเสียงดนตรีก่อนเข้านอน และเมื่อถึงเวลาที่ต้องนอนจะทำให้การนอนอยู่ในเกณฑ์ที่ดีระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.25** ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 2

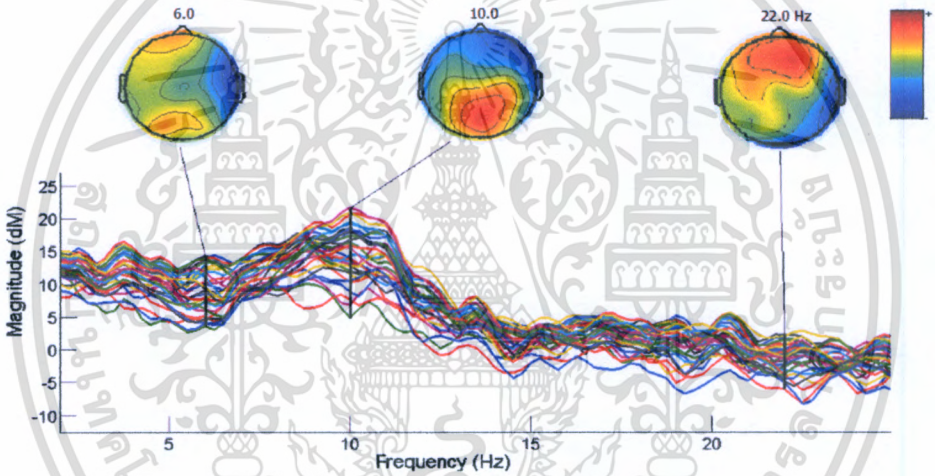
จากรูปที่ 4.25 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นก่อนการนอนวันที่ 2 จากการสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง โดยการทดลองใช้เวลาช่วง 21.30-22.00 น. เพื่อฟังดนตรีก่อนเข้านอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งสมองและคลื่นสมอง พบว่าคลื่นสมองที่ปรากฏอยู่ในช่วงความถี่ที่ 22 และ 10 เฮิร์ตมีความเข้มของคลื่นที่เข้มและกระจายรอบด้าน และเมื่อเวลาผ่านไปเกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองลดน้อยลงในช่วง 6 เฮิร์ตซึ่งอธิบายการทำงานของสมองที่มีการลดลงของความถี่ชัดเจน เนื่องจากสมองได้รับการผ่อนคลาย และเมื่อถึงเวลาต้องนอนส่งผลให้การนอนหลับเกิดได้ง่าย เพราะเป็นช่วงที่คลื่นอัลฟ่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้สมองได้ผ่อนคลาย ส่งผลให้คลื่นเธต้าทำงานได้อย่างต่อเนื่องทำให้มีความสุขและรู้สึกผ่อนคลายมากยิ่งขึ้น




**รูปที่ 4.26** ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

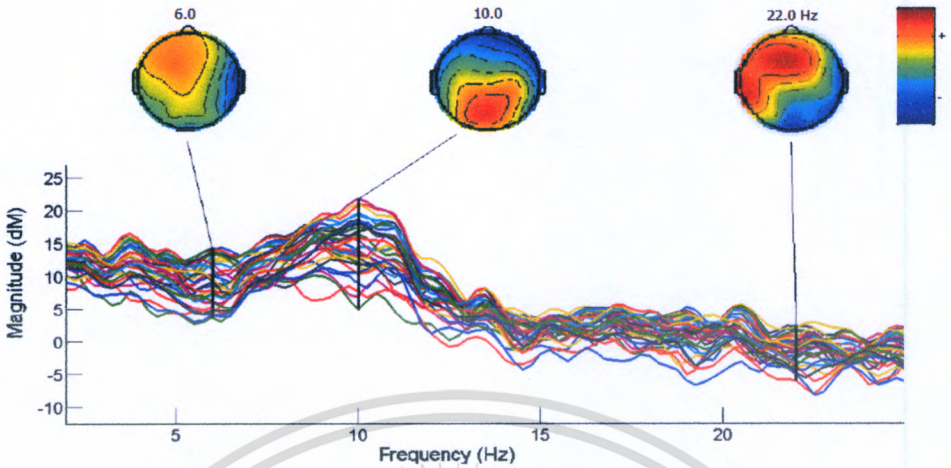
จากรูปที่ 4.26 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นก่อนการนอนวันที่ 3 จากการสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง โดยการทดลองใช้เวลาช่วง 21.30-22.00 น. เพื่อฟังดนตรีก่อนเข้านอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งสมองและคลื่นสมอง พบว่าคลื่นสมองที่ปรากฏอยู่ในช่วงความถี่ 22 เฮิร์ตมีความถี่ของคลื่นที่เข้มและขยายเป็นบริเวณกว้าง ส่วนในช่วงความถี่ 10 เฮิร์ตมีความเข้มคลื่นปานกลางและกระจายเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองลดลงในช่วง 6 เฮิร์ต ซึ่งอธิบายได้ว่าการทำงานของสมองมีการลดลงของความถี่ชัดเจน เนื่องจากสมองได้รับการผ่อนคลาย และเมื่อถึงเวลานอนจะส่งผลให้การนอนหลับเกิดได้ง่าย เนื่องจากเป็นช่วงการทำงานที่คลื่นอัลฟ่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยให้สมองได้รับการผ่อนคลาย ส่งผลให้คลื่นเธต้าสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องทำให้มีความสุขและรู้สึกผ่อนคลายมากยิ่งขึ้น




**รูปที่ 4.27** ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 4

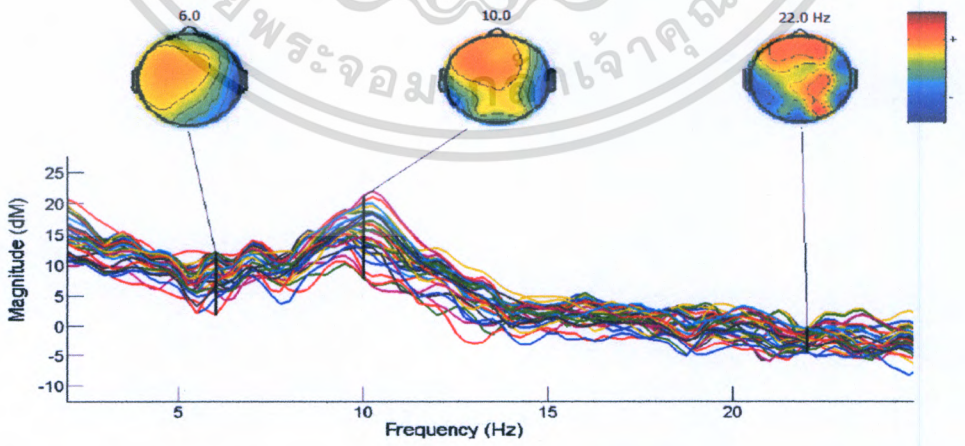
จากรูปที่ 4.27 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นก่อนการนอนวันที่ 4 จากการสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง โดยการทดลองใช้เวลาช่วง 21.30-22.00 น. เพื่อฟังดนตรีก่อนเข้านอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งสมองและคลื่นสมอง พบว่าคลื่นสมองที่ปรากฏอยู่ในช่วงความถี่ 22 และ 10 เฮิร์ตมีความถี่เข้มในบริเวณศูนย์กลาง ขณะที่บริเวณโดยรอบกระจายปานกลาง เมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองลดลงในช่วงความถี่ 6 เฮิร์ต ซึ่งอธิบายได้ว่าการทำงานของสมองมีการลดลงของความถี่ชัดเจน เนื่องจากสมองได้รับการผ่อนคลายก่อนเข้านอน และเมื่อถึงเวลานอนจะส่งผลให้การนอนหลับเกิดขึ้นได้ง่าย เนื่องจากเป็นช่วงการทำงานที่คลื่นอัลฟ่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยให้สมองได้รับการผ่อนคลาย ส่งผลให้คลื่นเธต้าทำงานได้อย่างต่อเนื่องจะทำให้มีความสุขและรู้สึกผ่อนคลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.28** ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 5

จากรูปที่ 4.28 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นก่อนการนอนวันที่ 5 จากการสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง โดยใช้เวลาช่วง 21.30-22.00 น. เพื่อฟังดนตรีก่อนเข้านอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งสมองและคลื่นสมอง พบว่าคลื่นสมองที่ปรากฏอยู่ในช่วงความถี่ 22 เฮิร์ตมีความถี่คลื่นที่เข้มมากเป็นบริเวณกว้าง ขณะที่ช่วงความถี่ 10 เฮิร์ตมีความเข้มบริเวณศูนย์กลางและกระจายระดับปานกลาง เมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองลดน้อยลงในช่วงความถี่ 6 เฮิร์ตที่อธิบายได้ว่าการทำงานของสมองมีการลดลงของความถี่ที่มีความเข้มในให้ลดน้อยลง หลังจากที่สมองได้รับการผ่อนคลายจากเสียงดนตรีก่อนเข้านอน และเมื่อถึงเวลาที่ต้องนอนจะทำให้การนอนอยู่ในเกณฑ์ที่ดีระดับหนึ่ง




**รูปที่ 4.29** ภาพแสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นสมองที่มีเสียงดนตรีเข้าช่วยก่อนเข้านอนวันที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.29 ผลการทดลองของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นก่อนการนอนวันที่ 6 จากการสังเกตการเกิดคลื่นสมองที่เกิดจากการทำงานของสมอง โดยการทดลองใช้เวลาช่วง 21.30-22.00 น. เพื่อฟังดนตรีก่อนเข้านอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยใช้ Matlab เพื่อจำลองตำแหน่งสมองและคลื่นสมอง พบว่าคลื่นสมองที่ในช่วงความถี่ 22 เฮิร์ตมีความถี่เข้มที่กระจายบริเวณ และในช่วงความถี่ที่ 10 เฮิร์ตมีความถี่ปานกลางกระจายบริเวณแต่เมื่อเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองลดน้อยลงในช่วง 6 เฮิร์ตที่อธิบายได้ว่าการทำงานของสมองมีการลดลงของความถี่ชัดเจน เนื่องจากสมองได้รับการผ่อนคลายก่อนเข้านอนและเมื่อถึงเวลานอนจะทำให้การนอนหลับเกิดขึ้นได้ง่าย เพราะเป็นช่วงที่คลื่นอัลฟ่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้สมองผ่อนคลาย ส่งผลให้คลื่นเธต้าทำงานได้อย่างต่อเนื่องทำให้มีความสุขและรู้สึกผ่อนคลายมากยิ่งขึ้น

จากรูปที่ 4.24-4.29 สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในขณะฟังดนตรีเพื่อผ่อนคลายก่อนเข้านอน จากการเปรียบเทียบระหว่างรูปจำลองตำแหน่งของคลื่นสมองด้วยการนอนแบบทั่วไป (รูปที่ 4.24) พบว่าคลื่นสมองที่เกิดขึ้นขณะฟังเสียงดนตรี ทำให้สมองรู้สึกผ่อนคลายและอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังพบว่าเสียงดนตรีส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความถี่จากคลื่นอัลฟ่าให้เป็นคลื่นเธต้าซึ่งเป็นคลื่นที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนอนหลับพักผ่อน

## 4.4 อภิปรายสรุปผลการทดลอง

### 4.4.1 ผลการทดลองในการใช้เสียงเพลงเพื่อช่วยลดระดับอารมณ์ของอาสาสมัคร

จากการศึกษาการใช้เสียงเพลงในการลดระดับอารมณ์ของอาสาสมัครจำนวน 20 รายที่มีอายุในช่วง 22-25 ปี โดยใช้อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

1. การทดลองตรวจวัดคลื่นสมองที่สัมพันธ์กับความรู้สึก เพลงที่ทำให้อาสาสมัครรู้สึกผ่อนคลายมากที่สุดในขณะทำการทดลองได้แก่ Boom Boom Pow และผลการสอบถามความพึงพอใจจากอาสาสมัครพบว่าพึงพอใจกับเพลง Boom Boom Pow อยู่ที่ 2.85 ตามด้วยเพลง Rolling in the deep ที่มีคะแนนความพึงพอใจที่ 1.6 และสุดท้ายเพลง Drinking from the bottle อยู่ที่ 1.55

2. การทดลองการตรวจคลื่นสมอง EEG เมื่อเพลิดเพลินกับเสียงเพลง พบว่าในขณะทำการทดลองอาสาสมัครรู้สึกผ่อนคลายและมีความสุขกับเสียงเพลงทำให้คลื่นสมองที่เรียกว่า คลื่นอัลฟ่าทำงานได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้มาอธิบายและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของเพลงที่สามารถทำให้อาสาสมัครพึงพอใจและผ่อนคลายเมื่อได้ฟัง คือเพลง Boom Boom Pow ที่มีค่าเฉลี่ยของคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 65% ในขณะที่เพลง Rolling in the deep และเพลง Drinking from the bottle มีค่าเฉลี่ยของคลื่นอัลฟ่าอยู่ที่ 55% และ 53% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4.2 ผลการทดลองในการใช้ดนตรีช่วยในการนอนหลับ**

จากการศึกษาการใช้เสียงเพลงในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการนอนของอาสาสมัคร โดยใช้อุปกรณ์ Emotiv EPOC+ และ Sleeptracker สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การเกิด Interrupted ของอาสาสมัครที่เกิดขึ้นในขณะที่นอนลดลงคิดเป็น 20 ครั้ง/คืน เมื่อเปรียบระหว่างการนอนโดยทั่วไปกับการนอนที่มีดนตรีเข้าช่วย ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการพักผ่อนของอาสาสมัครดีขึ้นด้วย

สำหรับในการทดลองสามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ว่า เสียงเพลงหรือดนตรีนอกจากจะช่วยให้ความบันเทิงแก่ผู้ฟังแล้ว ยังสามารถช่วยในการเปลี่ยนแปลงและส่งเสริมการแสดงออกทางด้านอารมณ์ และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ฟังได้ ซึ่งถือเป็นอีกวิธีที่สะดวกและสามารถนำไปปรับใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองของมนุษย์โดยใช้เสียงเพลงกระตุ้น จากการทดลองกับจำนวนอาสาสมัครที่มีช่วงอายุ 22-25 ปีจำนวนทั้งสิ้น 20 ราย สำหรับเสียงเพลงที่นำมาใช้กับงานวิจัยเป็นดนตรีที่มีจังหวะความเร็วอยู่ในช่วง 125-140 บีต/นาที พบว่าเพลง Boom Boom Pow ที่มีจังหวะความเร็ว 131 บีท/นาที สามารถช่วยให้อาสาสมัครพึงพอใจกับการฟังเพลงและในขณะที่ฟังเพลงนี้อาสาสมัครยังมีอารมณ์ร่วมกับการฟังเพลงด้วยการให้จังหวะด้วยเท้า ผงกศรีษะหรือเคาะนิ้วไปด้วย สำหรับบางรายที่ร้องได้จะคลอตามเพลงไปด้วยทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีความชัดเจนมากขึ้น

สำหรับผลลัพธ์ส่วนการใช้ดนตรีช่วยในนอนหลับ พบว่าเสียงเสียงเพลงสามารถทำให้ผู้ฟังรู้สึกผ่อนคลายได้ เนื่องจากเสียงเพลงสามารถไปกระตุ้นการทำงานของคลื่นสมองจากเบต้าให้เปลี่ยนไปอยู่ในช่วงคลื่นที่เป็นอัลฟ่า จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งดนตรีจะเป็นตัวกระตุ้นให้คลื่นสมองเปลี่ยนไปอยู่ในช่วงของคลื่นเธต้าซึ่งเป็นคลื่นที่เหมาะสมในการนอน

## 5.2 ข้อจำกัดในการทำงานวิจัย

- การทดลองในการใช้เสียงเพลงลดระดับอารมณ์

ในการทดลองการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการกระตุ้นด้วยเสียงเพลงโดยใช้เครื่อง Emotiv EPOC+ พบว่ารูปทรงศรีษะของกลุ่มอาสาสมัครแต่ละคนมีความแตกต่างกันและทรงผมที่แตกต่างกันส่งผลให้การสวมอุปกรณ์ชุดหูฟัง Emotiv EPOC+ ครั้งแรกในการตรวจจับตำแหน่งที่เหมาะสมเป็นไปได้ยาก และการเคลื่อนไหวของอาสาสมัครบางรายอาจจะทำให้ตำแหน่งของอิเลคโทรดมีความคลาดเคลื่อน จึงจำเป็นให้อาสาสมัครนั่งอยู่ในท่าทางที่สะดวกและไม่ฝืนตัวเองก่อนทำการทดลอง

- การทดลองในการใช้ดนตรีสังเกตพฤติกรรมการนอน

ในส่วนของเพลงที่นำมาใช้ฟังก่อนการเข้านอนสามารถเลือกได้หลากหลายประเภท เช่น โมซาร์ต บีโธเฟน หรือเพลงอื่นๆ ที่มีจังกวะการเต้นที่ช้ากว่าการเต้นของหัวใจ สำหรับการทดลองทดลองในครั้งนี้เลือกใช้เพลงที่ประพันธ์โดย Frederic Chopin ในส่วนของ Sleep tracker เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้จำกัด คือ อุปกรณ์ 1 ชิ้นสามารถทำการทดลองกับอาสาสมัครได้ 1 คน เมื่อหลังจากบันทึกข้อมูลการนอนในแต่ละคืนแล้วจะต้องถ่ายโอนข้อมูลลง PC ในทันที เนื่องจาก Sleep tracker เป็นการบันทึกข้อมูลแบบเรียลไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการนำเสนอผลงานวิจัยในงานวิชาการที่ชื่อว่า The 2015 International Symposium on Multimedia and Communication Technology (ISMAC 2015) ครั้งที่ 5 จัดที่ จ.พระนครศรีอยุธยา ประเทศไทย ได้รับข้อเสนอแนะในการปรับใช้งาน อาทิเช่น หาความแตกต่างของประเภทเสียงเพลงที่สามารถบอกลักษณะอารมณ์ที่หลากหลายในเพลงเดียว และการใช้เพลงเดียวที่สามารถทำให้ทุกวัยรู้สึกพึงพอใจในเวลาเดียวกันกรณีอยู่ด้วยกัน

จากการศึกษาข้อมูลการทำวิจัยครั้งนี้พบว่าเสียงเพลงที่ช่วงจังหวะความเร็วที่ 125-140 บีท/นาที นอกจากจะช่วยในเรื่องการลดระดับความเครียดแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ควบคู่กับการออกกำลังกายได้ เนื่องจากจังหวะของดนตรีสามารถที่จะทำให้คนที่ฟังขณะออกกำลังกายนั้นทำให้ร่างกายมีปฏิกริยาในลักษณะกำลังถูกกระตุ้นและแสดงออกถึงความฮึกเหิมอยากต่อสู้เอาชนะ และยังเข้าถึงอารมณ์สนุกสนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


[1] MilkMew. "โรคอินเทรนด์ 5 โรค", [Online]. Available : http://milkmew.blogspot.com/2009/08/1-2549-8-33-57-25-35-2-10-50-3-4-2-3-40.html. 2558

[2] Paidi Institute. (2010). "สมองกับการรับรู้เสียง", [Online]. Available : http://www.paidi-th.com/article/show_article.php?id=60. 2558

[3] ดร.แพง ชินพงศ์. "จิตวิทยาทั่วไป/สุขภาพจิต : ดนตรีให้อะไรมากกว่าที่คิดจริงๆ', [Online]. Available : https://blog.eduzones.com/snowytest/82432. 2558

[4] Audrey. "บำบัดความเครียด ด้วย...เสียงเพลง Music Therapy", [Online]. Available : http://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/mcp/main_php/print_informed.php?id_count_inform=16102. 2558

[5] American Music therapy Association. "What is Music Therapy", [Online]. Available : http://www.musictherapy.org/research/musictherapy/. 2558

[6] สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. เล่มที่ ๑๙. เรื่องที่ ๖ เครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง "เครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่ใช้การสร้างเป็นแผนที่", [Online]. Available : http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=19&chap=6&page=t19-6-infodetail05.html. 2558

[7] นพ.มนตรี แสงภัทราชัย. (2006). "การตรวจคลื่นสมอง (Electroencephalography; EEG)", [Online]. Available : http://www.bangkokhealth.com/index.php/health/health-system/brain/1823-การตรวจคลื่นสมอง-electroencephalography-eeg.html. 2558

[8] W.J. Jackson, Ph.D., & S.D. Stoney, Jr., Ph.D. "Patterns of the Electroencephalogram (EEG)", [Online]. Available : http://humanphysiology.tuars.com/program/section8/8ch11/s8c11_5.htm. 2558

[9] Walter J.Freeman (2007), Scholarpedia, 2(1) : 1338. "Hilbert transform for brain waves", [Online]. Available : http://www.scholarpedia.org/article/Hilbert_transform_for_brain_waves. 2558

[10] Tristan Guillford. (2009). "EPOC Neuroheadset", [Online]. Available : http://hplusmagazine.com/2009/03/18/epoc-neuroheadset/. 2558

[11] ภัทรา ปัญญวัฒนกิจ. "วิทยาศาสตร์การนอนหลับ", [Online]. Available : http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=40529. 2558



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[12] นอนหลับ...ช่วงเวลาสำคัญของชีวิตที่มักถูกลืม, [Online]. Available : http://www.sleepgroup.com/s0106/index.php?pgid=index. 2558

[13] Dr. Pradit. "ธรรมชาติของการนอนหลับ", [Online]. Available : http://medicarezine.com/2012/03/nature-of-sleep/. Mar 17, 2012

[14] Sleeptracker, [Online]. Available : http://www.sleeptrackerasia.com. 2003-2016

[15] Huisheng Lu, Mingshi Wang, Hongqiang Yu, "EEG Model and Location in Brain when Enjoying Music", IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference Shanghai, China, pp. 2695-2698, September 1-4, 2005.

[16] Qunxi Dong, Yongchang Li, Bin Hu1,2 , Qunying Liu, Xiaowei Li, Li Liu, "A Solution on Ubiquitous EEG-Based Biofeedback Music Therapy", Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 2010 5th International Conference, pp. 32-37, 2010.

[17] Adrian Attard Trevisan, Lewis Jones, "Brain Music System: Standardized Brain Music therapy", , Assisted Living 2011, IET Seminar, 2011.

[18] Dan Wu, Xun Shi, Jun Hu, Xu Lei, Tiejun Liu, De-Zhong Yao, "Listen to the Song of the Brain in Real Time : The Chengdu Brainwave Music", NFSI & ICBEM, Banff, Canada, pp.135-138, May 13-15, 2011.

[19] Jia-Lien Hsu, Yan-Lin Zhen, Tzu-Chieh Lin, "Personalized Music Emotion Recognition using Electroencephalography (EEG)", IEEE International Symposium on Multimedia, pp. 277, 2014.

[20] สมองของลูกพัฒนาได้ด้วยดนตรี, [Online] Available : http://www.kidsradioclub.or.th/article/treatise/947. 2558

[21] นิตยสารบันทึกคุณแม่. (2009). "ดนตรีกับสมองเกี่ยวกันอย่างไร". Vol.16. Issue187, February 2009. 2558

[22] Karageorghis, C. I., Jones, L., Priest, D. L., Akers, R. I., Clarke, A., Perry, J., & Lim, H. B. T., "Running head: Heart rate music-tempo relationship", pp. 274–284.

[23] Christine Stevens (2012) , "Music Medicine: The Science and Spirit of Healing Yourself with Sound" [Online] Available : https://books.google.co.th/books?id=8AvffQL_Dg4C&pg. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[24] National Sleep Foundation. “How much sleep do we really need?”, [Online] Available : http://sleepfoundation.org/how-sleep-works/how-much-sleep-do-we-really-need. 2558



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก.

# ผลการทดลองด้วยวิธีการตรวจจับคลื่นสมอง EEG โดยใช้ Emotiv Epoc+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Volunteer 1 Record : 15.21.08 15.05.18

Subject: Boom Boom Pow

Units : Emotiv Sampling (time/sec) : 128

Labels : COUNTER INTERPOLATED AF3 F7 F3 FC5 T7 P7 O1 O2 P8 T8 FC6 F4 F8 AF4

Clatification: An electrode on the left side.

| | AF3 | F7 | F3 | FC5 | T7 | P7 | O1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4213.333 | 4197.949 | 4162.051 | 4192.82 | 4191.282 | 4193.846 | 4175.385 |
| 1 | 4203.077 | 4188.205 | 4161.026 | 4195.385 | 4185.641 | 4189.231 | 4184.102 |
| 2 | 4201.026 | 4193.333 | 4165.641 | 4200 | 4187.179 | 4191.282 | 4189.231 |
| 3 | 4208.718 | 4188.718 | 4159.487 | 4189.231 | 4182.564 | 4184.102 | 4179.487 |
| 4 | 4225.641 | 4209.231 | 4171.795 | 4213.333 | 4201.026 | 4203.59 | 4192.308 |
| 5 | 4195.385 | 4201.026 | 4165.128 | 4203.077 | 4196.41 | 4194.872 | 4182.564 |
| 6 | 4186.667 | 4195.385 | 4163.077 | 4191.795 | 4191.282 | 4195.385 | 4162.564 |
| 7 | 4200.513 | 4195.385 | 4178.974 | 4194.359 | 4193.846 | 4200 | 4170.256 |
| 8 | 4190.769 | 4178.974 | 4167.692 | 4182.051 | 4185.641 | 4181.538 | 4178.974 |
| 9 | 4214.872 | 4197.949 | 4155.385 | 4199.487 | 4193.846 | 4198.974 | 4180 |
| 10 | 4216.41 | 4201.026 | 4158.461 | 4202.051 | 4191.282 | 4203.077 | 4170.769 |
| 11 | 4208.718 | 4196.923 | 4181.538 | 4208.718 | 4196.923 | 4196.41 | 4173.333 |
| 12 | 4213.846 | 4194.359 | 4189.743 | 4213.333 | 4204.102 | 4196.41 | 4183.59 |
| 13 | 4182.051 | 4180 | 4167.692 | 4185.641 | 4187.179 | 4187.179 | 4180 |
| 14 | 4202.564 | 4209.743 | 4177.436 | 4205.128 | 4199.487 | 4206.667 | 4185.641 |
| 15 | 4236.41 | 4212.308 | 4184.102 | 4210.256 | 4197.436 | 4203.077 | 4186.154 |
| 16 | 4222.051 | 4190.769 | 4169.231 | 4189.743 | 4183.59 | 4189.743 | 4184.102 |
| 17 | 4218.461 | 4206.154 | 4183.077 | 4207.692 | 4196.923 | 4208.205 | 4188.205 |
| 18 | 4212.82 | 4203.59 | 4191.795 | 4209.743 | 4195.385 | 4206.667 | 4180.513 |
| 19 | 4206.667 | 4209.743 | 4187.179 | 4208.718 | 4199.487 | 4203.59 | 4188.205 |
| 20 | 4191.795 | 4212.82 | 4187.692 | 4199.487 | 4202.051 | 4194.872 | 4189.743 |
| 21 | 4213.846 | 4207.692 | 4192.308 | 4194.872 | 4194.872 | 4191.795 | 4180 |
| 22 | 4251.282 | 4211.795 | 4195.897 | 4205.128 | 4190.256 | 4197.949 | 4181.026 |
| 23 | 4208.205 | 4191.795 | 4186.154 | 4187.179 | 4179.487 | 4175.897 | 4169.231 |
| 24 | 4188.718 | 4194.872 | 4189.231 | 4191.282 | 4190.256 | 4180.513 | 4173.333 |
| 25 | 4209.231 | 4198.974 | 4188.205 | 4194.359 | 4190.769 | 4190.256 | 4184.102 |
| 26 | 4206.154 | 4199.487 | 4186.154 | 4195.385 | 4186.667 | 4190.256 | 4181.538 |
| 27 | 4216.923 | 4214.359 | 4204.102 | 4212.308 | 4203.59 | 4200.513 | 4183.59 |
| 28 | 4226.154 | 4196.923 | 4196.41 | 4185.128 | 4192.82 | 4181.026 | 4178.461 |
| 29 | 4244.615 | 4206.154 | 4190.769 | 4189.743 | 4195.385 | 4188.205 | 4178.974 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | AF3 | F7 | F3 | FC5 | T7 | P7 | O1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 4235.385 | 4210.769 | 4194.359 | 4200.513 | 4196.41 | 4196.41 | 4172.308 |
| 31 | 4188.205 | 4185.128 | 4191.282 | 4175.385 | 4182.564 | 4175.385 | 4167.179 |
| 32 | 4197.436 | 4197.949 | 4203.59 | 4183.077 | 4191.795 | 4190.769 | 4182.564 |
| 33 | 4233.333 | 4198.974 | 4195.385 | 4183.077 | 4187.179 | 4191.282 | 4176.41 |
| 34 | 4251.282 | 4198.461 | 4190.256 | 4189.743 | 4191.282 | 4189.231 | 4171.795 |
| 35 | 4222.564 | 4198.461 | 4198.461 | 4196.923 | 4196.41 | 4202.051 | 4185.641 |
| 36 | 4198.461 | 4186.154 | 4186.154 | 4179.487 | 4185.128 | 4197.436 | 4182.051 |
| 37 | 4230.256 | 4198.974 | 4178.461 | 4183.077 | 4190.769 | 4202.564 | 4172.308 |
| 38 | 4211.795 | 4191.282 | 4180.513 | 4178.461 | 4188.205 | 4191.282 | 4167.692 |
| 39 | 4198.974 | 4198.461 | 4195.897 | 4197.436 | 4196.41 | 4191.282 | 4181.538 |
| 40 | 4229.743 | 4207.179 | 4193.846 | 4209.231 | 4200.513 | 4191.282 | 4191.282 |
| 41 | 4217.436 | 4175.385 | 4169.743 | 4168.718 | 4178.461 | 4176.41 | 4183.59 |
| 42 | 4212.82 | 4182.564 | 4187.179 | 4169.231 | 4181.538 | 4196.923 | 4188.718 |
| 43 | 4208.718 | 4176.41 | 4198.461 | 4172.82 | 4181.026 | 4187.179 | 4177.949 |
| 44 | 4198.461 | 4157.949 | 4183.59 | 4171.282 | 4184.615 | 4176.923 | 4167.179 |
| 45 | 4196.41 | 4172.82 | 4187.179 | 4187.692 | 4195.385 | 4202.051 | 4173.846 |
| 46 | 4195.897 | 4174.872 | 4185.128 | 4179.487 | 4181.026 | 4195.385 | 4169.743 |
| 47 | 4217.949 | 4180 | 4177.949 | 4185.128 | 4187.692 | 4189.743 | 4172.82 |
| 48 | 4190.769 | 4165.128 | 4166.154 | 4172.82 | 4185.641 | 4179.487 | 4171.795 |
| 49 | 4163.59 | 4154.359 | 4165.128 | 4165.128 | 4176.923 | 4183.077 | 4174.359 |
| 50 | 4192.82 | 4160 | 4181.026 | 4182.051 | 4189.743 | 4197.949 | 4183.077 |
| 51 | 4189.231 | 4144.615 | 4171.282 | 4167.179 | 4189.743 | 4183.077 | 4175.897 |
| 52 | 4187.692 | 4166.667 | 4170.256 | 4182.564 | 4196.923 | 4195.897 | 4190.769 |
| 53 | 4189.743 | 4170.769 | 4175.897 | 4185.641 | 4188.718 | 4195.385 | 4193.333 |
| 54 | 4193.333 | 4153.333 | 4174.872 | 4164.102 | 4179.487 | 4180.513 | 4173.846 |
| 55 | 4202.051 | 4161.538 | 4185.128 | 4174.872 | 4190.769 | 4198.461 | 4183.077 |
| 56 | 4168.718 | 4147.692 | 4182.051 | 4166.667 | 4184.102 | 4190.256 | 4186.667 |
| 57 | 4171.795 | 4156.41 | 4181.026 | 4173.846 | 4193.333 | 4190.769 | 4189.743 |
| 58 | 4201.026 | 4169.231 | 4171.282 | 4178.461 | 4191.795 | 4194.872 | 4196.41 |
| 59 | 4194.359 | 4161.026 | 4152.82 | 4163.59 | 4175.897 | 4181.538 | 4183.077 |
| 60 | 4174.359 | 4165.641 | 4164.102 | 4170.769 | 4192.308 | 4188.718 | 4172.82 |
| 61 | 4156.41 | 4154.359 | 4175.385 | 4165.128 | 4196.923 | 4190.256 | 4174.872 |
| 62 | 4194.872 | 4167.692 | 4183.077 | 4181.538 | 4197.436 | 4195.897 | 4187.179 |
| 63 | 4219.487 | 4179.487 | 4178.461 | 4189.743 | 4185.128 | 4187.179 | 4185.128 |
| 64 | 4184.615 | 4163.59 | 4167.179 | 4165.641 | 4169.231 | 4173.333 | 4175.385 |
| 65 | 4184.615 | 4173.333 | 4187.692 | 4180 | 4195.385 | 4193.333 | 4182.051 |
| 66 | 4188.718 | 4167.179 | 4198.461 | 4183.59 | 4197.436 | 4186.667 | 4178.974 |
| 67 | 4187.179 | 4164.102 | 4197.436 | 4178.974 | 4183.077 | 4187.179 | 4190.769 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | AF3 | F7 | F3 | FC5 | T7 | P7 | O1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | 4199.487 | 4165.641 | 4199.487 | 4178.461 | 4178.974 | 4192.82 | 4201.026 |
| 69 | 4197.949 | 4147.692 | 4187.692 | 4164.615 | 4165.128 | 4168.205 | 4179.487 |
| 70 | 4206.154 | 4157.949 | 4182.564 | 4172.82 | 4173.846 | 4170.769 | 4169.231 |
| 71 | 4181.026 | 4151.795 | 4168.205 | 4155.385 | 4175.897 | 4166.154 | 4172.82 |
| 72 | 4159.487 | 4152.308 | 4171.282 | 4158.461 | 4175.897 | 4167.179 | 4183.077 |
| 73 | 4180 | 4169.743 | 4189.743 | 4184.615 | 4181.026 | 4182.564 | 4190.769 |
| 74 | 4192.308 | 4163.077 | 4176.923 | 4172.308 | 4173.846 | 4173.846 | 4184.615 |
| 75 | 4214.872 | 4177.949 | 4180 | 4186.154 | 4188.718 | 4186.667 | 4193.846 |
| 76 | 4210.256 | 4171.282 | 4190.256 | 4183.59 | 4186.154 | 4181.538 | 4188.205 |
| 77 | 4209.231 | 4161.026 | 4184.615 | 4168.718 | 4176.41 | 4170.769 | 4172.308 |
| 78 | 4206.154 | 4169.231 | 4184.615 | 4176.41 | 4179.487 | 4182.051 | 4173.846 |
| 79 | 4155.385 | 4154.872 | 4181.026 | 4161.538 | 4170.769 | 4173.333 | 4178.461 |
| 80 | 4161.538 | 4159.487 | 4178.974 | 4168.205 | 4175.897 | 4176.41 | 4187.692 |
| 81 | 4198.974 | 4151.795 | 4163.077 | 4163.077 | 4166.667 | 4169.743 | 4176.41 |
| 82 | 4217.949 | 4152.308 | 4156.923 | 4155.897 | 4165.641 | 4165.641 | 4165.128 |
| 83 | 4236.923 | 4182.564 | 4180 | 4180.513 | 4184.102 | 4182.564 | 4181.026 |
| 84 | 4224.102 | 4174.359 | 4192.308 | 4183.59 | 4174.359 | 4172.308 | 4182.051 |
| 85 | 4227.179 | 4175.385 | 4203.59 | 4201.026 | 4183.077 | 4182.051 | 4187.179 |
| 86 | 4227.692 | 4177.436 | 4211.282 | 4204.102 | 4195.897 | 4192.82 | 4192.82 |
| 87 | 4212.82 | 4165.641 | 4203.59 | 4186.154 | 4194.359 | 4187.179 | 4186.154 |
| 88 | 4231.282 | 4176.923 | 4198.974 | 4194.872 | 4195.385 | 4195.385 | 4191.795 |
| 89 | 4228.718 | 4168.205 | 4177.436 | 4178.974 | 4178.461 | 4177.436 | 4189.743 |
| 90 | 4218.974 | 4173.846 | 4166.667 | 4168.718 | 4182.564 | 4179.487 | 4183.077 |
| 91 | 4213.846 | 4178.461 | 4175.897 | 4171.282 | 4191.282 | 4192.82 | 4177.436 |
| 92 | 4189.743 | 4159.487 | 4182.051 | 4173.333 | 4182.564 | 4185.641 | 4176.923 |
| 93 | 4190.256 | 4167.692 | 4189.231 | 4187.179 | 4190.256 | 4192.82 | 4184.615 |
| 94 | 4186.667 | 4164.102 | 4175.897 | 4162.051 | 4180.513 | 4180.513 | 4178.974 |
| 95 | 4180 | 4171.795 | 4172.308 | 4160 | 4181.026 | 4186.154 | 4187.179 |
| 96 | 4172.308 | 4175.897 | 4185.641 | 4175.897 | 4187.692 | 4203.59 | 4193.846 |
| 97 | 4168.718 | 4154.359 | 4182.564 | 4155.897 | 4175.897 | 4191.795 | 4188.205 |
| 98 | 4199.487 | 4172.82 | 4189.743 | 4166.154 | 4189.231 | 4198.974 | 4204.615 |
| 99 | 4204.102 | 4181.026 | 4193.846 | 4173.846 | 4194.359 | 4198.461 | 4200.513 |
| 100 | 4206.667 | 4183.59 | 4197.436 | 4181.026 | 4194.872 | 4204.102 | 4197.436 |
| 101 | 4200 | 4192.82 | 4205.128 | 4191.282 | 4197.436 | 4213.333 | 4209.743 |
| 102 | 4168.205 | 4180 | 4198.461 | 4175.385 | 4183.077 | 4196.41 | 4188.718 |
| 103 | 4197.949 | 4194.359 | 4208.205 | 4192.82 | 4195.897 | 4210.769 | 4175.897 |
| 104 | 4211.795 | 4189.231 | 4206.154 | 4185.128 | 4194.359 | 4204.102 | 4178.461 |
| 105 | 4192.308 | 4184.102 | 4198.461 | 4175.385 | 4188.205 | 4189.231 | 4185.128 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | AF3 | F7 | F3 | FC5 | T7 | P7 | O1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 106 | 4196.923 | 4204.102 | 4213.333 | 4201.026 | 4200 | 4204.615 | 4197.436 |
| 107 | 4182.564 | 4188.718 | 4208.718 | 4181.026 | 4188.718 | 4192.308 | 4190.256 |
| 108 | 4195.897 | 4197.949 | 4215.385 | 4183.59 | 4200.513 | 4207.179 | 4189.743 |
| 109 | 4211.282 | 4207.692 | 4221.026 | 4200.513 | 4210.769 | 4224.102 | 4196.41 |
| 110 | 4195.385 | 4195.897 | 4203.077 | 4192.82 | 4196.41 | 4211.795 | 4190.256 |
| 111 | 4185.641 | 4199.487 | 4202.564 | 4189.231 | 4192.308 | 4207.179 | 4186.154 |
| 112 | 4170.256 | 4191.795 | 4210.769 | 4178.974 | 4191.795 | 4198.461 | 4185.641 |
| 113 | 4190.256 | 4206.667 | 4224.102 | 4197.436 | 4207.179 | 4214.872 | 4196.923 |
| 114 | 4199.487 | 4205.641 | 4221.026 | 4194.872 | 4200.513 | 4210.769 | 4194.872 |
| 115 | 4187.179 | 4191.795 | 4214.872 | 4179.487 | 4191.795 | 4194.359 | 4188.718 |
| 116 | 4203.077 | 4204.615 | 4227.179 | 4190.256 | 4203.59 | 4207.692 | 4196.923 |
| 117 | 4191.282 | 4193.846 | 4221.026 | 4180 | 4189.231 | 4198.974 | 4191.282 |
| 118 | 4192.308 | 4200 | 4227.179 | 4201.538 | 4195.385 | 4200 | 4193.333 |
| 119 | 4198.974 | 4201.026 | 4247.179 | 4209.743 | 4199.487 | 4198.461 | 4193.333 |
| 120 | 4197.436 | 4197.949 | 4253.333 | 4189.231 | 4189.743 | 4195.897 | 4188.205 |
| 121 | 4214.872 | 4217.949 | 4253.333 | 4201.026 | 4201.026 | 4213.333 | 4194.872 |
| 122 | 4189.743 | 4195.897 | 4233.846 | 4180 | 4187.179 | 4188.718 | 4182.051 |
| 123 | 4188.205 | 4197.949 | 4241.026 | 4183.59 | 4188.718 | 4188.718 | 4182.564 |
| 124 | 4209.231 | 4213.846 | 4254.872 | 4204.615 | 4207.179 | 4200.513 | 4190.256 |
| 125 | 4211.795 | 4207.692 | 4233.846 | 4195.385 | 4202.051 | 4185.641 | 4180.513 |
| 126 | 4221.538 | 4219.487 | 4232.308 | 4206.154 | 4198.461 | 4194.872 | 4183.59 |
| 127 | 4193.846 | 4202.051 | 4236.41 | 4193.846 | 4184.615 | 4183.59 | 4178.461 |
| 128 | 4197.949 | 4206.667 | 4237.436 | 4200 | 4192.308 | 4183.077 | 4178.974 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Volunteer 1 Record : 15.21.08 15.05.18

Subject: Boom Boom Pow

Units : Emotiv Sampling (time/sec) : 128

Labels : COUNTER INTERPOLATED AF3 F7 F3 FC5 T7 P7 O1 O2 P8 T8 FC6 F4 F8 AF4

Clatification: An electrode on the right side.

| | O2 | P8 | T8 | FC6 | F4 | F8 | AF4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4172.82 | 4196.923 | 4187.692 | 4189.743 | 4267.179 | 4185.641 | 4192.82 |
| 1 | 4165.128 | 4188.205 | 4178.461 | 4173.846 | 4255.385 | 4178.461 | 4182.051 |
| 2 | 4186.667 | 4197.949 | 4187.692 | 4184.615 | 4259.487 | 4193.333 | 4198.974 |
| 3 | 4183.077 | 4195.385 | 4190.769 | 4189.231 | 4260 | 4191.282 | 4195.385 |
| 4 | 4177.436 | 4200 | 4204.615 | 4210.256 | 4269.231 | 4205.128 | 4195.897 |
| 5 | 4165.641 | 4189.743 | 4188.205 | 4190.256 | 4271.282 | 4189.743 | 4199.487 |
| 6 | 4166.667 | 4191.795 | 4180.513 | 4177.436 | 4258.974 | 4187.692 | 4193.333 |
| 7 | 4163.59 | 4193.333 | 4184.615 | 4184.615 | 4255.897 | 4193.846 | 4191.282 |
| 8 | 4148.718 | 4179.487 | 4169.743 | 4170.769 | 4256.41 | 4176.41 | 4179.487 |
| 9 | 4173.333 | 4195.385 | 4182.051 | 4183.59 | 4267.179 | 4195.897 | 4193.846 |
| 10 | 4190.256 | 4196.41 | 4194.872 | 4185.641 | 4268.205 | 4197.949 | 4206.154 |
| 11 | 4188.205 | 4192.82 | 4198.974 | 4193.333 | 4262.564 | 4197.436 | 4192.308 |
| 12 | 4183.59 | 4203.59 | 4196.41 | 4204.102 | 4270.769 | 4206.667 | 4197.436 |
| 13 | 4176.923 | 4193.846 | 4178.461 | 4184.615 | 4272.308 | 4186.667 | 4201.538 |
| 14 | 4198.974 | 4202.051 | 4194.359 | 4203.077 | 4275.385 | 4200 | 4200.513 |
| 15 | 4194.872 | 4213.333 | 4202.564 | 4212.308 | 4274.872 | 4202.564 | 4197.436 |
| 16 | 4167.179 | 4203.077 | 4190.769 | 4195.897 | 4264.102 | 4187.179 | 4189.231 |
| 17 | 4175.385 | 4194.359 | 4193.333 | 4198.974 | 4266.667 | 4203.077 | 4206.667 |
| 18 | 4186.154 | 4187.692 | 4193.846 | 4193.846 | 4265.128 | 4205.641 | 4206.154 |
| 19 | 4190.256 | 4198.461 | 4202.051 | 4208.205 | 4265.128 | 4213.333 | 4192.82 |
| 20 | 4179.487 | 4201.026 | 4191.795 | 4204.615 | 4267.692 | 4205.128 | 4195.897 |
| 21 | 4174.872 | 4198.461 | 4187.692 | 4192.308 | 4256.923 | 4194.872 | 4190.256 |
| 22 | 4185.641 | 4199.487 | 4200 | 4203.59 | 4255.897 | 4204.102 | 4191.795 |
| 23 | 4175.897 | 4184.102 | 4183.077 | 4183.59 | 4253.846 | 4185.641 | 4186.667 |
| 24 | 4183.59 | 4191.282 | 4185.128 | 4185.128 | 4249.743 | 4193.333 | 4191.795 |
| 25 | 4184.615 | 4194.359 | 4192.308 | 4194.359 | 4252.82 | 4200.513 | 4207.692 |
| 26 | 4172.308 | 4187.179 | 4194.359 | 4195.897 | 4256.923 | 4199.487 | 4198.974 |
| 27 | 4186.154 | 4200 | 4203.59 | 4213.846 | 4267.692 | 4218.461 | 4201.538 |
| 28 | 4193.846 | 4192.308 | 4181.538 | 4194.359 | 4268.205 | 4197.949 | 4200 |
| 29 | 4205.641 | 4196.923 | 4195.897 | 4201.026 | 4270.769 | 4207.179 | 4191.795 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | O2 | P8 | T8 | FC6 | F4 | F8 | AF4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 4205.641 | 4206.154 | 4214.359 | 4218.461 | 4276.923 | 4229.231 | 4198.461 |
| 31 | 4181.026 | 4193.846 | 4187.692 | 4201.538 | 4268.205 | 4212.82 | 4196.923 |
| 32 | 4170.769 | 4194.359 | 4188.205 | 4203.59 | 4269.231 | 4210.256 | 4203.077 |
| 33 | 4164.102 | 4188.718 | 4194.359 | 4198.461 | 4270.769 | 4196.923 | 4200.513 |
| 34 | 4181.538 | 4194.872 | 4197.949 | 4207.179 | 4268.718 | 4205.641 | 4194.872 |
| 35 | 4198.974 | 4201.538 | 4200 | 4212.82 | 4270.256 | 4218.974 | 4205.128 |
| 36 | 4187.692 | 4193.333 | 4192.82 | 4195.385 | 4260.513 | 4208.718 | 4196.923 |
| 37 | 4184.102 | 4198.461 | 4201.538 | 4211.795 | 4261.538 | 4221.026 | 4200.513 |
| 38 | 4169.743 | 4186.154 | 4189.743 | 4208.718 | 4263.59 | 4207.692 | 4208.205 |
| 39 | 4176.923 | 4189.743 | 4188.205 | 4206.667 | 4259.487 | 4208.205 | 4203.59 |
| 40 | 4200.513 | 4205.128 | 4197.436 | 4211.282 | 4260.513 | 4218.461 | 4204.102 |
| 41 | 4193.846 | 4193.846 | 4182.564 | 4190.256 | 4251.795 | 4187.692 | 4192.308 |
| 42 | 4196.41 | 4197.436 | 4190.769 | 4205.128 | 4253.846 | 4202.051 | 4196.923 |
| 43 | 4194.359 | 4196.41 | 4192.308 | 4198.461 | 4258.461 | 4197.949 | 4201.538 |
| 44 | 4191.282 | 4196.923 | 4191.282 | 4183.59 | 4255.385 | 4169.231 | 4193.846 |
| 45 | 4185.128 | 4205.128 | 4203.59 | 4209.743 | 4261.026 | 4202.564 | 4208.718 |
| 46 | 4164.615 | 4196.923 | 4198.974 | 4215.385 | 4253.333 | 4241.026 | 4202.051 |
| 47 | 4176.923 | 4206.154 | 4207.692 | 4221.026 | 4246.667 | 4257.949 | 4195.385 |
| 48 | 4178.974 | 4201.026 | 4202.051 | 4208.205 | 4243.59 | 4234.872 | 4206.154 |
| 49 | 4193.846 | 4196.41 | 4195.385 | 4206.667 | 4241.026 | 4228.205 | 4197.949 |
| 50 | 4227.179 | 4212.82 | 4206.667 | 4228.718 | 4252.82 | 4246.667 | 4195.385 |
| 51 | 4194.872 | 4202.051 | 4196.41 | 4211.795 | 4254.359 | 4223.077 | 4194.359 |
| 52 | 4180 | 4199.487 | 4206.154 | 4217.949 | 4256.923 | 4234.872 | 4201.026 |
| 53 | 4197.949 | 4197.949 | 4211.282 | 4218.461 | 4258.461 | 4242.051 | 4206.667 |
| 54 | 4196.41 | 4188.718 | 4198.974 | 4206.154 | 4251.282 | 4224.102 | 4189.743 |
| 55 | 4200 | 4193.333 | 4194.872 | 4213.333 | 4256.923 | 4223.077 | 4193.333 |
| 56 | 4200.513 | 4186.667 | 4182.051 | 4194.872 | 4253.846 | 4206.667 | 4200.513 |
| 57 | 4205.641 | 4195.385 | 4198.461 | 4199.487 | 4247.179 | 4219.487 | 4200 |
| 58 | 4205.128 | 4201.538 | 4200 | 4200 | 4245.641 | 4221.538 | 4193.846 |
| 59 | 4201.026 | 4191.795 | 4179.487 | 4182.564 | 4237.949 | 4203.59 | 4184.102 |
| 60 | 4204.615 | 4198.461 | 4190.769 | 4200 | 4243.59 | 4222.051 | 4200.513 |
| 61 | 4187.692 | 4195.385 | 4196.923 | 4204.102 | 4248.718 | 4222.051 | 4198.974 |
| 62 | 4191.282 | 4201.538 | 4208.718 | 4217.949 | 4253.846 | 4231.795 | 4187.179 |
| 63 | 4207.692 | 4211.282 | 4211.282 | 4224.615 | 4262.051 | 4239.487 | 4205.641 |
| 64 | 4205.641 | 4204.102 | 4200 | 4205.128 | 4254.359 | 4227.179 | 4208.205 |
| 65 | 4203.077 | 4208.205 | 4213.846 | 4223.077 | 4260 | 4246.667 | 4205.641 |
| 66 | 4191.795 | 4196.41 | 4203.077 | 4220.513 | 4264.102 | 4236.41 | 4204.102 |
| 67 | 4197.949 | 4190.256 | 4188.718 | 4206.667 | 4254.359 | 4223.077 | 4200.513 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | O2 | P8 | T8 | FC6 | F4 | F8 | AF4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | 4199.487 | 4199.487 | 4199.487 | 4212.308 | 4257.949 | 4231.795 | 4205.641 |
| 69 | 4180 | 4195.897 | 4202.051 | 4208.718 | 4257.949 | 4221.538 | 4192.82 |
| 70 | 4189.231 | 4198.461 | 4201.026 | 4214.359 | 4255.385 | 4228.718 | 4190.256 |
| 71 | 4179.487 | 4183.59 | 4182.564 | 4190.769 | 4247.692 | 4214.359 | 4189.743 |
| 72 | 4170.256 | 4182.564 | 4186.154 | 4189.743 | 4245.128 | 4210.769 | 4182.564 |
| 73 | 4193.333 | 4198.461 | 4206.667 | 4216.41 | 4257.436 | 4232.308 | 4200.513 |
| 74 | 4198.461 | 4193.846 | 4198.974 | 4208.205 | 4257.436 | 4226.154 | 4199.487 |
| 75 | 4214.872 | 4203.077 | 4208.718 | 4223.59 | 4264.615 | 4242.564 | 4194.872 |
| 76 | 4214.359 | 4201.538 | 4211.795 | 4223.077 | 4270.769 | 4241.026 | 4202.564 |
| 77 | 4185.641 | 4196.923 | 4206.154 | 4211.282 | 4261.026 | 4232.82 | 4196.41 |
| 78 | 4178.461 | 4202.051 | 4206.154 | 4222.051 | 4255.385 | 4233.846 | 4192.82 |
| 79 | 4187.692 | 4188.718 | 4189.231 | 4204.615 | 4249.231 | 4201.538 | 4182.564 |
| 80 | 4204.102 | 4192.308 | 4197.436 | 4195.385 | 4247.179 | 4197.949 | 4181.026 |
| 81 | 4184.615 | 4190.769 | 4194.359 | 4181.538 | 4246.667 | 4201.538 | 4183.59 |
| 82 | 4168.205 | 4185.128 | 4185.641 | 4185.128 | 4247.179 | 4218.461 | 4182.051 |
| 83 | 4191.795 | 4198.461 | 4204.615 | 4221.026 | 4258.974 | 4253.333 | 4204.102 |
| 84 | 4198.974 | 4197.436 | 4206.667 | 4216.923 | 4260.513 | 4240 | 4209.231 |
| 85 | 4219.487 | 4205.128 | 4215.897 | 4228.718 | 4264.102 | 4246.154 | 4203.59 |
| 86 | 4230.256 | 4211.795 | 4219.487 | 4243.59 | 4271.282 | 4254.872 | 4210.769 |
| 87 | 4206.154 | 4209.231 | 4209.743 | 4228.205 | 4260.513 | 4233.846 | 4206.667 |
| 88 | 4211.282 | 4208.718 | 4213.333 | 4226.667 | 4259.487 | 4236.41 | 4209.231 |
| 89 | 4215.897 | 4189.743 | 4199.487 | 4209.231 | 4257.436 | 4224.615 | 4205.641 |
| 90 | 4195.897 | 4195.385 | 4201.026 | 4207.179 | 4248.205 | 4223.077 | 4197.436 |
| 91 | 4174.872 | 4202.564 | 4201.026 | 4204.615 | 4247.692 | 4221.026 | 4197.949 |
| 92 | 4177.436 | 4184.615 | 4184.615 | 4192.308 | 4248.205 | 4209.231 | 4187.692 |
| 93 | 4197.436 | 4189.743 | 4193.846 | 4210.256 | 4254.872 | 4226.667 | 4194.359 |
| 94 | 4192.308 | 4191.795 | 4188.718 | 4196.41 | 4248.718 | 4212.308 | 4194.872 |
| 95 | 4197.949 | 4197.949 | 4187.179 | 4192.308 | 4243.077 | 4209.231 | 4187.179 |
| 96 | 4194.359 | 4204.102 | 4194.359 | 4202.051 | 4249.743 | 4213.846 | 4200 |
| 97 | 4183.59 | 4193.333 | 4187.179 | 4187.692 | 4243.59 | 4195.385 | 4193.333 |
| 98 | 4220 | 4202.564 | 4196.923 | 4202.051 | 4244.102 | 4214.872 | 4188.718 |
| 99 | 4216.923 | 4206.154 | 4192.82 | 4205.641 | 4252.82 | 4221.026 | 4197.949 |
| 100 | 4188.718 | 4206.667 | 4195.897 | 4207.692 | 4250.256 | 4227.692 | 4200 |
| 101 | 4200 | 4206.667 | 4207.692 | 4216.41 | 4247.692 | 4242.051 | 4204.102 |
| 102 | 4196.41 | 4192.82 | 4195.897 | 4201.538 | 4248.205 | 4217.436 | 4199.487 |
| 103 | 4186.154 | 4211.282 | 4207.179 | 4214.359 | 4260 | 4228.205 | 4203.077 |
| 104 | 4178.974 | 4211.795 | 4202.564 | 4204.102 | 4257.436 | 4231.282 | 4198.461 |
| 105 | 4186.667 | 4194.872 | 4195.897 | 4192.308 | 4248.205 | 4222.051 | 4182.564 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | O2 | P8 | T8 | FC6 | F4 | F8 | AF4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 106 | 4202.051 | 4203.077 | 4214.872 | 4217.436 | 4261.026 | 4235.385 | 4192.308 |
| 107 | 4194.359 | 4202.051 | 4201.026 | 4200.513 | 4255.897 | 4214.359 | 4191.282 |
| 108 | 4202.564 | 4207.179 | 4199.487 | 4201.026 | 4248.205 | 4218.461 | 4185.641 |
| 109 | 4198.974 | 4205.128 | 4206.154 | 4208.718 | 4255.897 | 4227.692 | 4191.282 |
| 110 | 4179.487 | 4196.923 | 4201.538 | 4194.872 | 4251.795 | 4214.359 | 4185.641 |
| 111 | 4180 | 4200 | 4204.615 | 4200 | 4252.308 | 4221.026 | 4188.718 |
| 112 | 4175.385 | 4194.359 | 4197.949 | 4193.333 | 4255.385 | 4217.949 | 4189.743 |
| 113 | 4190.769 | 4207.179 | 4216.923 | 4209.743 | 4262.051 | 4232.82 | 4194.359 |
| 114 | 4197.949 | 4207.179 | 4219.487 | 4210.256 | 4262.564 | 4223.59 | 4197.949 |
| 115 | 4190.256 | 4201.538 | 4203.077 | 4192.82 | 4252.82 | 4204.615 | 4183.077 |
| 116 | 4197.436 | 4216.923 | 4212.308 | 4203.077 | 4261.538 | 4228.205 | 4192.308 |
| 117 | 4191.282 | 4208.718 | 4211.795 | 4191.795 | 4261.026 | 4222.564 | 4199.487 |
| 118 | 4201.538 | 4208.205 | 4216.923 | 4200 | 4254.359 | 4224.102 | 4195.897 |
| 119 | 4202.564 | 4205.641 | 4212.82 | 4207.692 | 4257.949 | 4227.692 | 4194.872 |
| 120 | 4190.256 | 4201.026 | 4212.308 | 4210.256 | 4255.897 | 4227.692 | 4186.154 |
| 121 | 4203.077 | 4218.461 | 4232.308 | 4231.282 | 4258.974 | 4243.59 | 4197.949 |
| 122 | 4193.846 | 4205.641 | 4212.82 | 4202.564 | 4253.333 | 4210.769 | 4191.282 |
| 123 | 4191.282 | 4201.538 | 4208.718 | 4202.564 | 4252.308 | 4216.923 | 4178.974 |
| 124 | 4198.974 | 4207.692 | 4218.974 | 4217.436 | 4259.487 | 4235.385 | 4194.872 |
| 125 | 4201.026 | 4204.615 | 4212.308 | 4199.487 | 4249.231 | 4213.333 | 4189.231 |
| 126 | 4208.718 | 4220 | 4221.026 | 4209.743 | 4247.692 | 4223.59 | 4189.231 |
| 127 | 4179.487 | 4211.282 | 4205.641 | 4199.487 | 4241.538 | 4213.333 | 4191.795 |
| 128 | 4180 | 4202.564 | 4203.59 | 4202.051 | 4238.461 | 4215.385 | 4182.564 |

หมายเหตุ :

ตารางแสดงการบันทึกข้อมูล EEG ทั้งหมดที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลองกับอาสาสมัครภายใน 1 Sampling จะมีข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมด 129 ข้อมูลจากแต่ละอิเลคโทรดภายในเวลา 1 วินาที ทั้งนี้จากการทดลองด้วยการฟัง Boom Boom Pow ที่มีความยาวเพลงที่ 4.12 นาที จากการทดลองเกิดข้อมูลคลื่นสมองทั้งสิ้น 14833 ข้อมูลดังนั้นภายใน 1 นาทีเกิดข้อมูลเท่ากับ 7613 ข้อมูล สำหรับผลการทดลองที่ได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลรวมการวัดคลื่นสมองอยู่ที่ 59008.64
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 4215.04
3. ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 7.9 นาที
4. เกิดคลื่นอัลฟ่าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 ในขณะที่คลื่นเบต้าอยู่ที่ 0.4 โดยที่ค่าสูงสุดเท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข.

# คุณสมบัติของเครื่อง Emotiv Epoc+

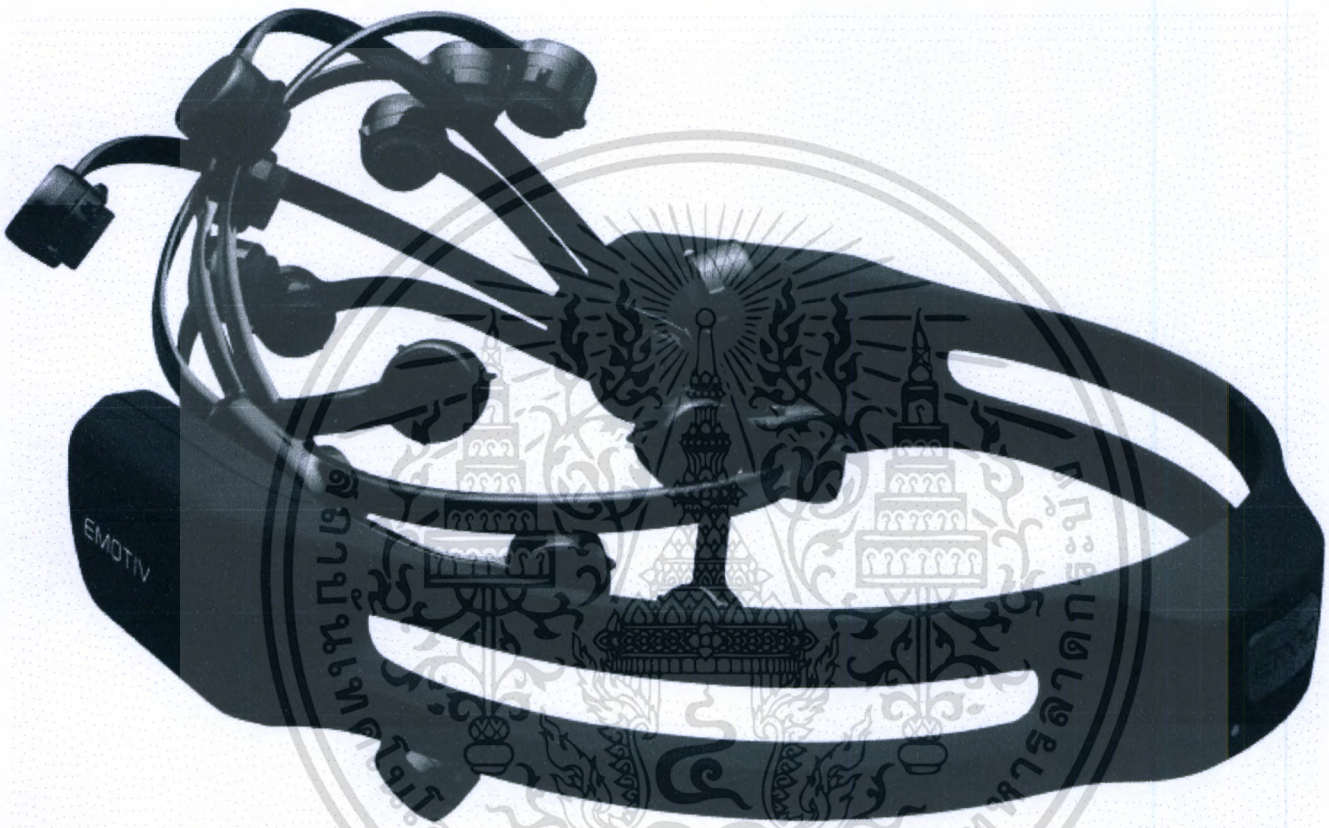
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# EMOTIV EPOC

BRAIN COMPUTER INTERFACE & SCIENTIFIC CONTEXTUAL EEG

EMOTIV EPOC & TESTBENCH™ SPECIFICATIONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



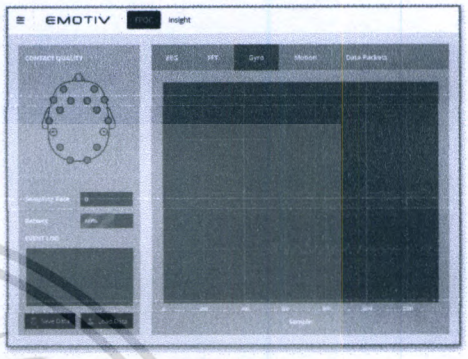

## CONTENTS

BCI & Practical EEG Research ..... 3
Emotiv EPOC ..... 4
TestBench™ ..... 5
EEG Display ..... 5
Gyro & Data Packet Display ..... 6
FFT Display ..... 7
Data Recording & Playback ..... 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# BCI & Practical EEG Research




The Emotiv EPOC is a high resolution, multi-channel, portable system *which has been designed for practical research applications.*

License our Testbench™ software to receive raw EEG data from the Neuroheadset and our proprietary software toolkit that exposes our APIs and detection libraries: Mental Commands, Performance Metrics & Emotional States and Facial Expressions.

**Performance Metrics & Emotional States**

This suite monitors the user's emotional states in real-time. It enables an extra dimension in interaction by allowing the computer to respond to a user's emotions. Characters can transform in response to the user's feeling. Music, scene lighting and effects can be tailored to heighten the user's experience in real-time. The user's state of mind can be monitored so that difficulty can be tailored and adjusted to suit each situation.

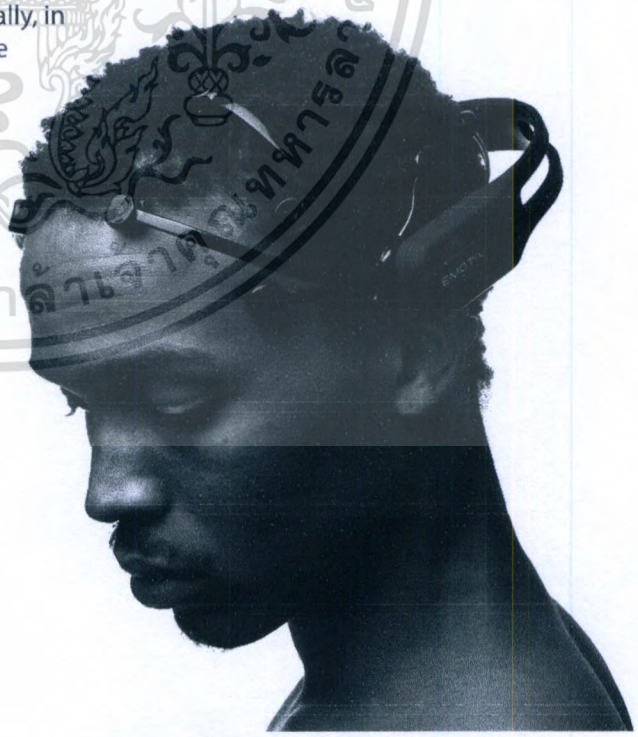
The suite can be combined with other inputs such as eye tracking devices to provide real-time feedback from the entire user experience for neuromarketing applications. Adaptive interfaces can monitor user engagement, boredom, excitement, frustration and meditation level in real time.

**Facial Expressions**

This uses the signals measured by the Emotiv EPOC to interpret player facial expressions in real-time. It provides a natural enhancement to interaction by allowing characters to come to life. When a user smiles, their avatar can mimic the expression even before they are aware of their own feelings. Artificial intelligence can now respond to users naturally, in ways only humans have been able to until now.

**Mental Commands**

This detection suite reads and interprets a user's conscious thoughts and intent. Users can manipulate virtual or real objects using only the power of their thought! For the first time, the fantasy of magic and supernatural power can be experienced.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Emotiv EPOC

| | EEG HEADSET |
|---|---|
| Number of channels | 14 (plus CMS/DRL references, P3/P4 locations) |
| Channel names (International 10-20 locations) | AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 |
| Sampling method | Sequential sampling. Single ADC |
| Sampling rate | 128 SPS (2048 Hz internal) |
| Resolution | 14 bits 1 LSB = 0.51µV (16 bit ADC, 2 bits instrumental noise floor discarded) |
| Bandwidth | 0.2 - 45Hz, digital notch filters at 50Hz and 60Hz |
| Filtering | Built in digital 5th order Sinc filter |
| Dynamic range (input referred) | 8400µV (pp) |
| Coupling mode | AC coupled |
| Connectivity | Proprietary wireless, 2.4GHz band |
| Power | LiPoly |
| Battery life (typical) | 12 hours |
| Impedance Measurement | Real-time contact quality using patented system |

**EMC and Telecom:** Class B
ETSI EN 300 440-2 V1.4.1
EN 301 489-1
EN 301 489-3
AS/NZS CISPR22 :2009
AS/NZS 4268 :2008
FCC CFR 47 Part 15C (identifiers XUE-EPOC01, XUE-USBD01)

**Safety:**
EN 60950-1:2006
IEC 60950-1:2005 (2nd Edition)
AS/NZS 60950.1:2003 including amendments 1, 2 & 3
CB Certificate JPTUV-029914 (TUV Rheinland)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TestBench™

Real-time display of the Emotiv headset data stream, including EEG, contact quality, FFT, gyro (if fitted – custom option), wireless packet acquisition/loss display, marker events, headset battery level.

Record and replay files in binary EEGLAB format. Command line file converter included to produce .csv format.

Define and insert timed markers into the data stream, including on-screen buttons and defined serial port events. Markers are stored in EEG data file. Marker definitions can be saved and reloaded. Markers are displayed in real time and playback modes.

**EEG display:**

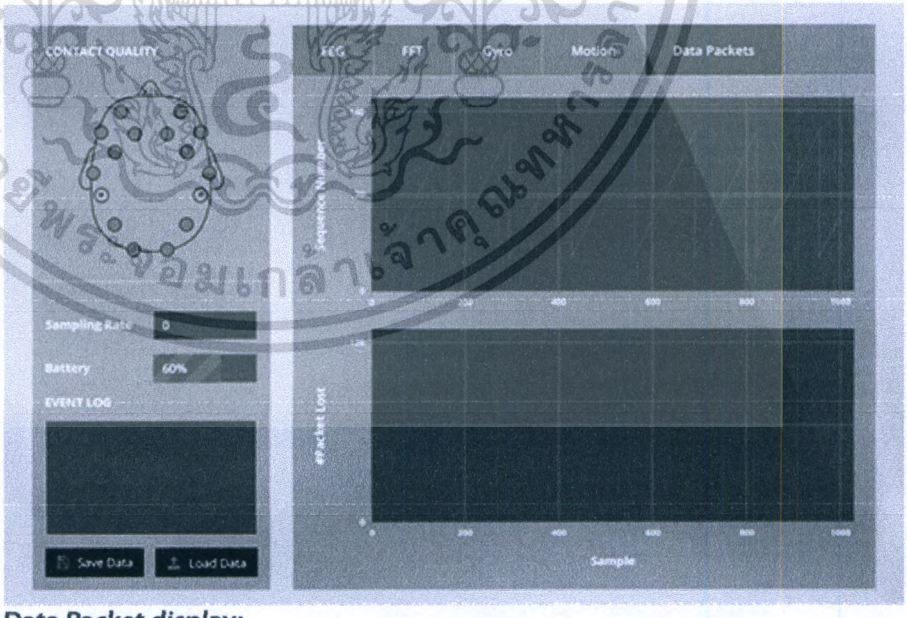
- 5 second rolling time window (chart recorder mode)
- ALL or selected channels can be displayed
- Automatic or manual scaling (individual channel display mode)
- Adjustable channel offset (multi-channel display mode)
- Synchronized marker window



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TestBench™

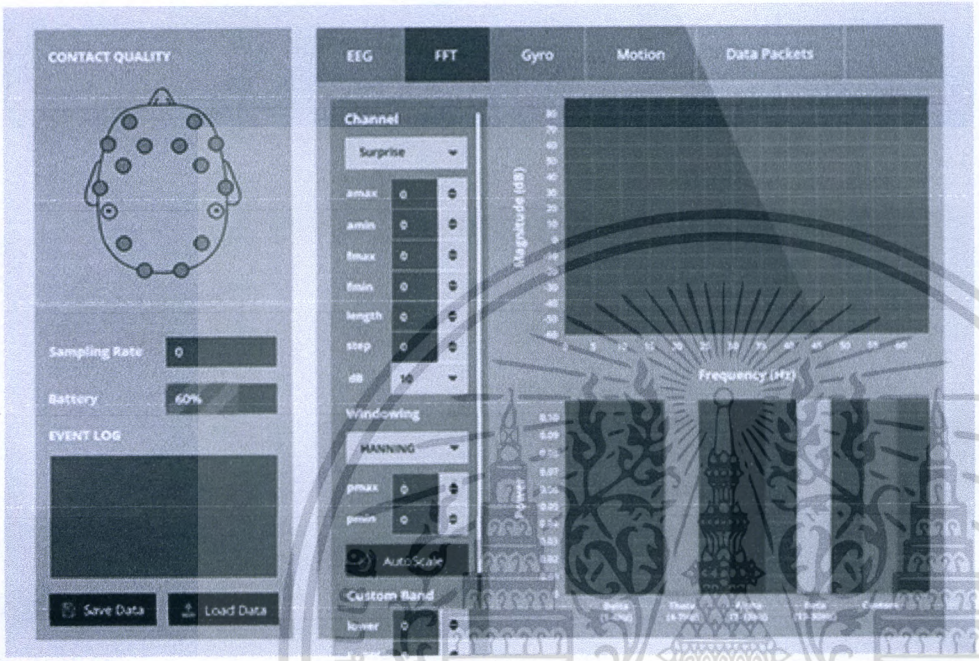
**Gyro display:**
- 5 second rolling time window (chart recorder mode)
- X and Y deflection




**Data Packet display:**
- 5 second rolling graph of Packet Counter output
- Packet loss – integrated count of missing data packets
- Verify data integrity for wireless transmission link


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TestBench™




**FFT display:**

- Selected channel only
- ALL or selected channels can be displayed
- Adjustable sampling window size (in samples)
- Adjustable update rate (in samples)
- dB mode – power or amplitude calculations
- dB scale
- FFT window methods: Hanning, Hamming, Hann, Blackman, Rectangle
- Predefined and custom sub-band histogram display – Delta, Theta, Alpha, Beta, custom bands

**Data Recording and Playback:**

- Fully adjustable slider, play/pause/exit controls.
- Subject and record ID, date, start time recorded in file naming convention.



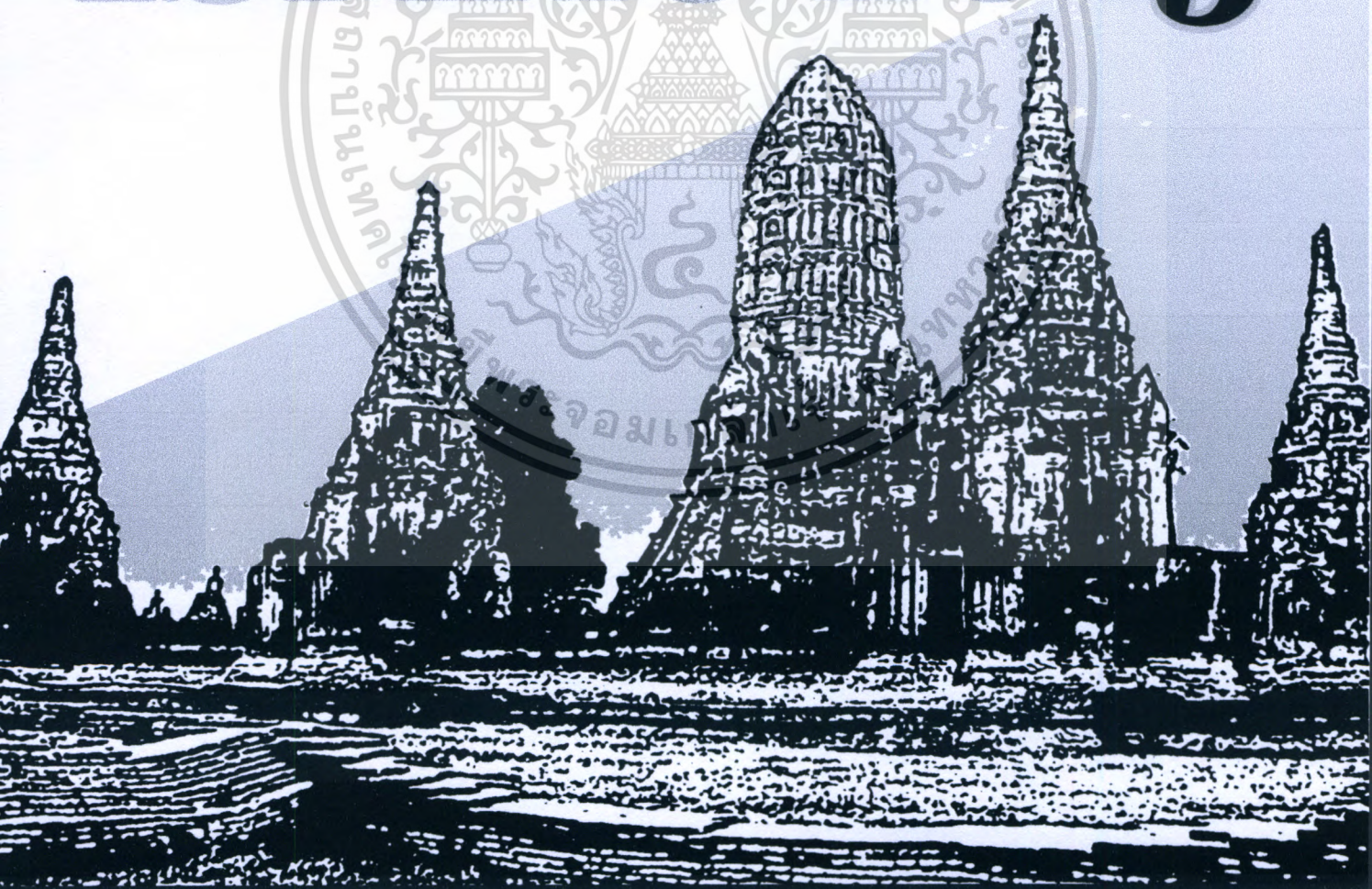
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค.

# ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Proceedings of ISMAC 2015



Chulalongkorn University
KMUTNB
IEEE THAILAND SECTION
APSIPA
ECTI Association

# Brainwave measurement when enjoying the music by EPOC+

Nurhayatee Mahrozeh and Pattarapong Phasukkit *
Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok, Thailand.
*kppattar@gmail.com

***Abstract*— Currently, have a lot of equipment was deployed to measure brain waves electrical called Electroencephalogram. This study presents a brain waves detects when enjoying music rhythm with 120-140 beats/minute, get to know emotion state and monitoring of EEG function to detect the brain waves at each electrode position. Result shows the music can manage and improve experimentee emotion to relaxation and enjoyable. For this study can brought develop to anger reduces by listening music therapy to return to a normal mood.**

***Keywords*— *electroencephalogram; measurement; brain wavse; emotion; rhythm;***

## I. Introduction

Usually, the physical and emotional of human state can be change with all generation and all day. Emotional state is a simple emotion change likes a sensitive or intense. Effects of emotion changes consistent with a variety factors but the main causes of emotion human change are caused behavioral, emotional problems and environment atmosphere, aliment and the hormones changes.

In 2005, Huisheng Lu and et al[1] study an EEG model and location in brain when enjoy music. The aim to confirm the role of EEG and brain when enjoy with rhythm different of music make an interesting on obvious of brain waves which a different during characteristics and strokes. The results show different model and location in brain when enjoying Skating Waltz rhythms EEG is 30 Hz, when enjoying Radetzy-March rhythm EEG is 32 Hz, and when enjoying Disco rhythm EEG are 28 and 38 Hz.

In 2010, Qunxi Dong and et al[2] study the solution on ubiquitous of EEG-based bio-feedback for music therapy. The current have many issues which people suffer with negative emotions such as sadness or anxieties. For this article, they using an EEG to measure the music therapy effects because music can be reflect human emotions, can record brain waves user's in real-time and emotional state analysis. Makes human can adjust their emotion at anytime.

In 2011, Adrian Attard Trevisan and et al[3] have considered standardized brain for music therapy. They are transform brain waves into the music by using digital signal processing algorithm. The basic cause from feedback to the treatment neurological disorders that can be adapted to the patient for take care mental and nervous system. In this study found the distributed of the alpha wave, beta wave and theta wave.

In 2011, Dan Wu and et al[4] present the display the song listening of brain system in real time of The Chengdu Brainwave Music (CBM) by convert an EEG event into the music parameters and then play on the music was created. For the real EEG data which got from the trials would be used as example for the system and brought as a useful for monitoring an EEG in response and entertainment.

And 2014, Jia-Lien Hsu and et al[5] study about the personalized music emotion recognition using EEG. Because the song emotion recognition is main subject to fetch music. They presented personal style of emotion recognition by creating speculate and typical forms, process training and experimental performance to show effective and trends of the results.

From the several of studies show music effect for human are causes emotional changes, consciousness, imagination and reality. The music also influences of mind state because voice out of the heart. Among results experiment found the most of human listen to music and the result making mind essentially relax. Music is a part of human life from birth to death. As a result and conclusion that music can help develop human life and higher quality.

Brain function is to receive and transmit electrical signal, the movement of these energy is electromagnetic waves or brain wave[6]. Scientists select device called EEG to electrical signals detector and according frequency vibrate of human brain. The signals can be divided into 4 groups:

1. Beta brainwave has frequency of 14-30 Hz.
2. Alpha brainwave has frequency of 8-13.9 Hz.
3. Theta brainwave has frequency of 4-7.9 Hz.
4. Delta brainwave has frequency of 0.1-3.9 Hz.

For this reason, not only the music benefits for enjoyment but the present it also refresh and heals of patient's mind and general ones in the medical of music therapy.

## II. Methodology

### *A. Equipment selected*

Emotiv EPOC+[7] is a brain function revolutionary by computer connection and scientific EEG wireless work. (figure1). To provide the more efficient with 14 positions of EEG electrode and 2 reference positions, which a located and suit for resolution and accuracy devices. Emotiv EPOC+ operate on frequency respond during 0.16-43 Hz. EEG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

wireless headset was invented for work research to help entertainment and treatment of diseases related the nervous system.

**Figure 1** Emotiv EPOC+ headset

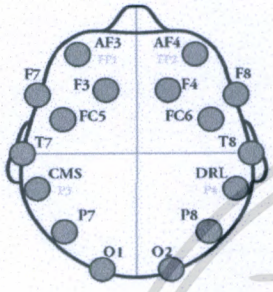



**Figure 2** Positions of 16 from 10-20 positions of the electrode recognized standards

Figure2 Has determining position characteristics of sensor neurological headset of the Emotiv EPOC+.

## *B. Equations*

The Emotiv EPOC+ device for calculate or analyze signals from the experiment. To the reducing the difference between individuals based on gender or age, and the EEG level (Θ, α and β based on the percentage of use), by the EEG raw data is used instead of the EEG absolute power. Because EEG value is calculated as the sum of FFT size squared of EEG signals by segmented method. Then calculate the results of the FFT to divide the incorporate a signals EEG follow the equation 1.

$$Per(Z_i) = \frac{Power(Z_i)}{\sum_{i=1}^{3} Power(Z_i)} \times 100\% \quad (1)$$

When $Z_i$ are Θ, α and β the level of each frequency range.

For the analysis which were often used to provide a more accurate. It depending on the time such Root Mean Square (RMS) due to an EEG the time domain analyzes can performed by monitoring that the voltage has changed or not. An EEG results has been considered as a zero mean gaussian random process (voltage is positive as often as negative) for the RMS (Equation 2) will analyze an absolute value, It is the ideal method to calculate the width average of the EEG signal on the physical.

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} S_i^2}{n}} \quad (2)$$

When $S_i$ (i = 1, ... , n) of the sample data EEG (digitalized amplitude value).

n is the number of sample data points.

## *C. Process*

This study, trial about emotional state measure and brain waves detect using Emotiv EPOC, testbench software and SDK to detect of emotional and spiritual expression. For testbench software that to display brain waves data in the real-time.

**Figure 3** Functional Overview

Figure4 model of work function. Beginning experimentee wears EPOC+ for heads covering. Then connect USB device to computer via bluetooth transceiver. The experiment, during experimentee enjoying the music through headphones instead speaker because listen music through headphones helps brain waves measurement more efficiently. Due to the human ears able to hear a different frequency on each side while listenning music through speaker cannot distinguish frequency range. Each experiment will take about 7-8 minutes consist with 2 minutes for relax before start enjoy music and then listening the music (Time depends on the music while do experiment), When the song ended takes 2 minutes to resting. So that it get the raw data of brain wave electrical signals before any experiment and electrical brain wave signal when finished experiment.

# III. Results And Discussion

For experiments, the Emotiv EPOC+ on experimentee to brain waves measure. The first step, the experimentee wearing an Emotiv headset to capture electrode positions, ensure in anytime of wearing got fit on the electrode positions or not. Need to adjustable of electrode axis correct positions and get the accuracy signals.

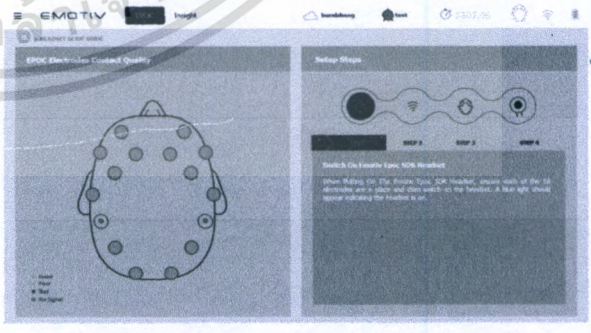



**Figure 4** The electrodes are connected properly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure4 windows display overview of the Emotiv Xavier ControlPanel. It the first window page form describe status of the Emotiv EPOC+ functionality and computer connection. Before show the electrodes position connect, be sure the computer connect with USB bluetooth devices already and check switch on button of Emotiv headset to start operated. After that the window display electrode connected and signal status (Show on the left side window). White tab on the top of right side window, show signs of bluetooth signal and battery usage left.

Experiment for performance metrics detecting brain waves signals when enjoying music while wearing Emotiv headset. For the music, the researcher of Brunel university in London said speed of rhythm range 125-140 beats/minute, helped to the energy boost, amount of oxygen boosts and strong for human body. For music rhythm range 125-140 beats/minute when exercise can well calories burn because listener engagement feeling. This experiment selected 3 title of music follow:

1. Boom Boom Pow - The Black Eyed Peas *(131 beats/minute)*
2. Rolling in the Deep - Adele (131 beats/minute)
3. Drinking from Bottle - Calvin Harris featuring Tinie Tempah (128 beats/minute)

The experiment results of measure emotion state. Show the Boom Boom Pow - The Black Eyed Peace, brain waves signals have expressed on energetic and satisfied feeling to the listener as well. In addition the results also showed this rhythm of music still making feels excited, concentrate and long-term excitement which makes the listener feel relaxed showed in figure5

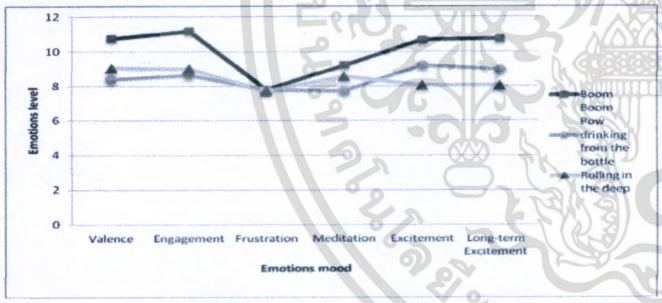



**Figure 5** Brain waves signal, While enjoying the music rhythm 125-140 beats/minute.

The EEG experiment for brain waves detect. An each of electrode positions to correspond on the emotional state of the experimentee. In each electrode positions showed signs followed figure6. For EEG experiment, we focusing on O1 and O2 of electrode position are Alpha waves performance, which is wave appear when human got pleasure and happy.

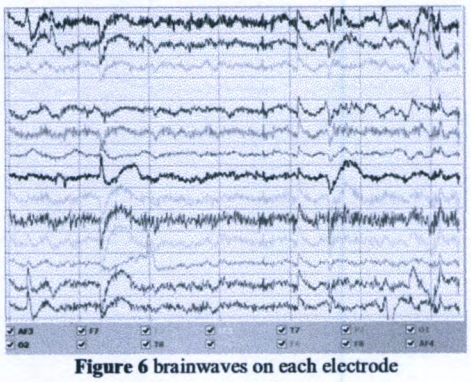


**Figure 6** brainwaves on each electrode

An examination of data measurement and EEG results experiment from 20 experimentee, when enjoying with the music found they feel relaxed and happy because operate of alpha wave have performance as good (Figure7). In the part of FFT performance can show the average as shown in figure8

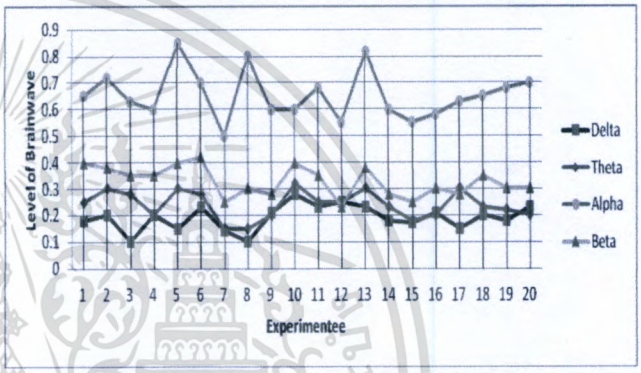



**Figure 7** The range of brain waves when enjoying music

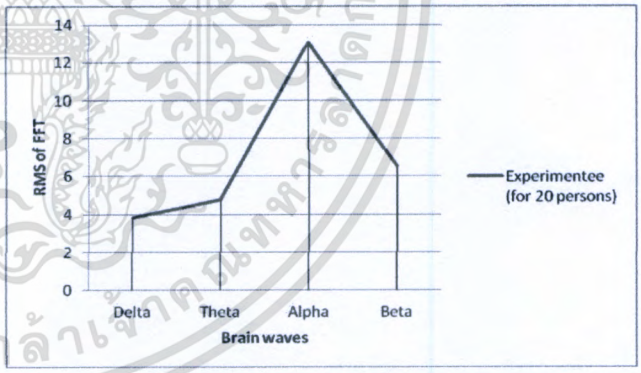



**Figure 8** Brain waves of the FFT funcional.

The experiment of EEG brain wave measurement when enjoying music using Emotiv EPOC+ headset with 20 of experimentee. Found the music named boom boom pow - The Black Eyed Peas with rhythm 131 beats/minute, the most of experimentee felt satisfied as the average showed in figure9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

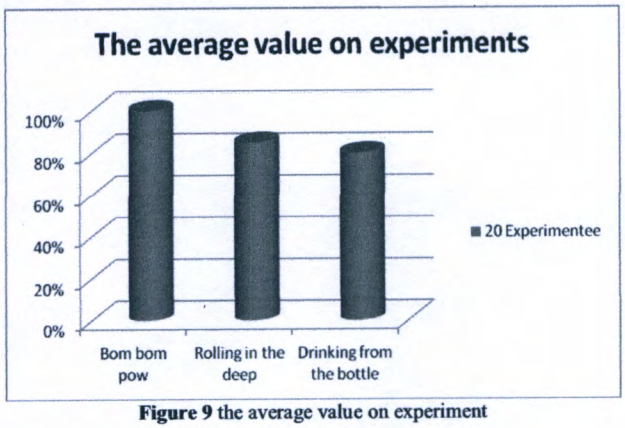



**Figure 9** the average value on experiment

## IV. Conclusion

For experiment of brain wave measurement when enjoying the music using Emotiv Epoc+. The experiment results from 20 experimentee in range 20-25. Show phase of experiment with emotional state of individual were different of brain wave signals from Emotiv EPOC+. That from caused by stressful conditions, relaxed or excited. However, when they enjoying music. The Emotiv headset displayed brain wave signals of experimentee that relaxing or reducing the bad feeling become to the emotional state better than started.

In addition using Emotiv EPOC+ headset experiment get to know the performance functional of electrode found:

1. F7 is a point that able detect alpha waves well.
2. F8 is a point that able detect beta waves well.
3. P7, P8 are a point that able detect gamma waves well.

Music not only helps listener feels enjoyable and relaxation but also found which special music personal likes can make good results even more. The music related with medical fields called music therapy. In medical treatment brought binaural beats to manage different requirement on physically and mentally human needs with physical and psychological problems different such as impaired cognitive, learn development, depression, alzheimer's disease, brain disorders, a physical disability and other conditions.

## *References*

[1] Huisheng Lu, Mingshi Wang, Hongqiang Yu, "EEG Model and Location in Brain when Enjoying Music", IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference Shanghai, China, pp. 2695-2698, September 1-4, 2005.

[2] Qunxi Dong, Yongchang Li, Bin Hu1,2 , Qunying Liu, Xiaowei Li, Li Liu, "*A Solution on Ubiquitous EEG-Based Biofeedback Music* Therapy", Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 2010 5th International Conference, pp. 32-37, 2010.

[3] Adrian Attard Trevisan, Lewis Jones, "Brain Music System: Standardized Brain Music therapy", Assisted Living 2011, IET Seminar, 2011.

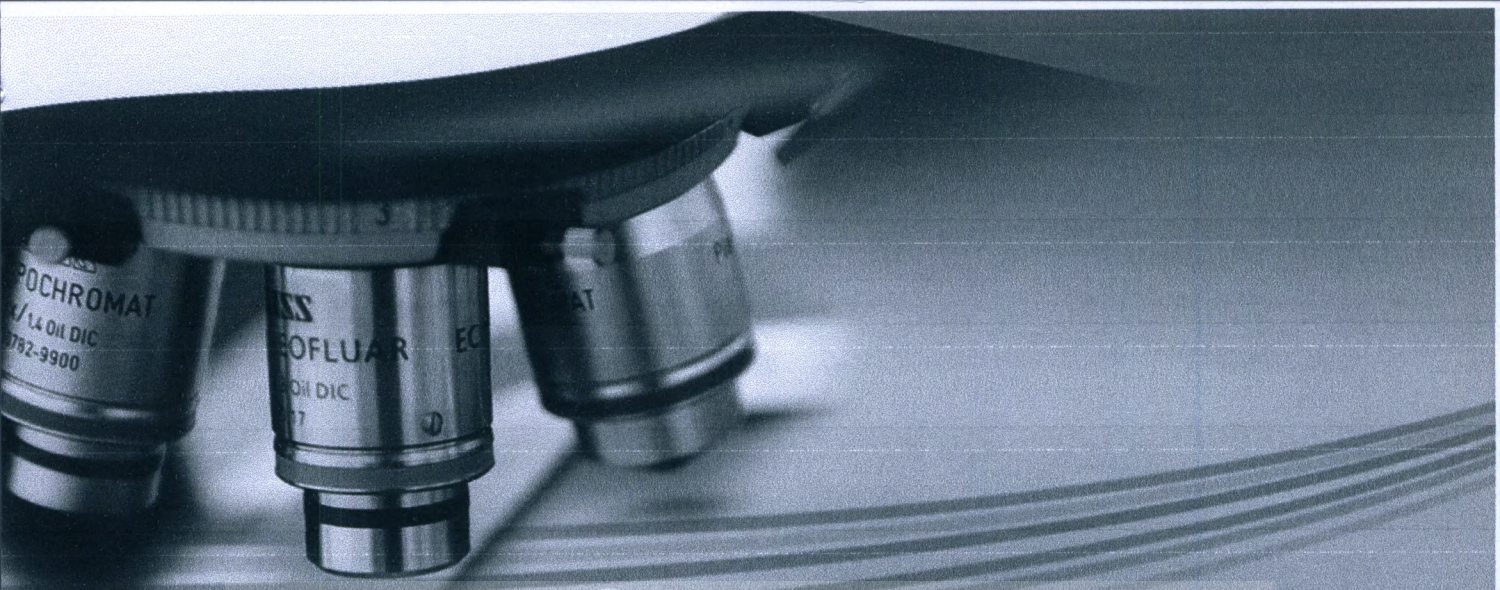
[4] Dan Wu, Xun Shi, Jun Hu, Xu Lei, Tiejun Liu, De-Zhong Yao, "Listen to the Song of the Brain in Real Time : The Chengdu Brainwave Music", NFSI & ICBEM, Banff, Canada, pp.135-138, May 13-15, 2011.

[5] Jia-Lien Hsu, Yan-Lin Zhen, Tzu-Chieh Lin, "Personalized Music Emotion Recognition using Electroencephalography (EEG)", IEEE International Symposium on Multimedia, pp. 277, 2014.

[6] Personal brain performance and development programmes. Retrieved from http://www.brainworksneurotherapy.com/

[7] BRAIN COMPUTER INTERFACE & SCIENTIFIC CONTEXTUAL EEG | EMOTIV 2014 |. Retrieved from https://emotiv.com/product-specs/Emotiv%20EPOC%20Specifications%202014.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# BME *i*CON 2015

**November 25-27, 2015**
**Pattaya, Thailand**

# PROGRAM AND ABSTRACTS

## The 8th Biomedical Engineering International Conference

**EE CATALOG NUMBERS (USB): CFP1558R-USB**
**BN: 978-1-4673-9157-3**

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IEEE Advancing Technology for Humanity

IEEJ

ThaiBME.org

RANGSIT UNIVERSITY

KMITL®

# A Simple Laboratory Test of Music Therapy for Insufficient Sleep.

P. Phasukkit* , N. Mahrozeh and S.Tungjitkusolmun
Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology LadKrabang, Bangkok, Thailand.

*kppattar@gmail.com

***Abstract* — This article study, to analyze the behavior of human sleep found the insufficient sleep problem is due to the brain performance. This experiment uses devices such as Sleeptracker to save the results of a sleep and electroencephalogram (EEG) to detect brainwaves while enjoying music. However, consideration of a general sleep and sleep event that a relaxed with the music. The findings indicated the music can help to reduce the problems of insufficient sleep. As a result, volunteers are developing the sleep as sufficiently and efficiently due to get the best quality of sleep in the life. It is also available to deploy to the general person in order to solve the problem of insufficient sleep.**

***Keywords— electroencephalogram; analysis; music therapy; insufficient sleep;***

## I. Introduction

Sleep is an importance for living organisms while sleeping cell body is still active. Sleep is a condition that the conscious awareness of the person changes without recognition and reaction in response to the environment is decreased while sleeping but wake up with the appropriate stimulation. The best time of sleep is during in 10 p.m. to midnight because that is a perfect time of physiological sleep without force otherwise if you do not sleep during this time or go to bed after midnight that a cause your body feels tired and exhausted. In addition, the length of time that is sufficient sleep duration is 7-9 hours.

Dr. Daniel Amen[1], who is the specialist in brain and psychiatrists of the Amen Clinic for care and brain development. The research shows that, if regularly of sleeping deprivation of the brain will not be deteriorated when comparing with the brain of people who sleep less than 7-8 hours. In the same way, it found that people who sleep less than 6.30 hours, an insulin secretion will be increase more than 50% of common people, which might have resulted in the risk of diabetes and obesity disease. Furthermore, the research also says that people who sleep less has low tolerance during a day to make the stress without reason, feels irritability and outbursts of emotion easy than people who sufficient of sleep.

In 2010, I. Chouvarda and et al[2], studied the complexity of EEG during sleeping. This work was an exploration of the relation between measuring the EEG complexity. Especially in the part of the fractal dimension, the sample entropy and the structure of sleep as the largest structure. Like the level of sleep from the small structures such the cyclic alternating pattern (CAP) by comparing the activation and the non-activation during the sleep is NREM. The results demonstrate that complex properties could be a dynamic description and sleep classifications.

In 2011, Le Quoc Khoi and et al[3], studied a scoring of sleep stages. It is a critical process in various of the sleep study and disorders slumber. They were classifying the main of sleep are two states: non-rapid-eye-movement (non-REM) sleep and rapid-eye-movement (REM) sleep. The study presented an algorithm to classify some of the different characteristics of each stage by using polysomnography (PSG) to collect the signals order from Electro-encephalography (EEG), Electro-oculography (EOG) and Electromyography (EMG). The results of the analysis and classification were a hypnogram bring to comparing with scoring that got from the human experience.

And in 2014, Yusuf A. and et al[4], studied sleep-wake cycle activity monitoring or actigraphy, which a mobile health device incorporating the proportional integration mode (PIM) algorithm. This article investigated actigraph of the clinic and the results of actigraphy can develop to approach for evaluating sleep patterns and estimating efficiency sleep for the user.

About sleeping information. The researcher interested in studies the behavioral sleep in human. The sleep behavior of individuals is different depends on ages, physiological characteristic and brain functions. It also includes studying applied a music to sleep[5] for efficiency sleep that even further.

## II. Methodology

### *A. Equipment selected*

The instrument used to the behavior of the sleep data collection were sleeptracker pro and emotiv EPOC+.

*a)* Sleeptracker Pro[6] is a wristwatch, which was manufactured for saved the user's sleep. That the suitable for anyone who want to have alert wake up for ready to start days. To help wearers discovered how to good sleep in the night and they could modified sleep behavior to better. The wristwatch used an accelerometer for SLEEPTRACKER® screen to display short periods of time while movement happens (Time less than 30 seconds), might be the slightest movement that

978-1-4673-9158-0/15/$31.00 ©2015 IEEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intervenes between sleeping and data recorded. When users was woke up in the morning they can check and observe the period of sleep data.

**Figure 1** Sleeptracker Pro.

The sleeptracker pro supported for uploading data sleep with the computer for tracking as sleep history and factors that may affect the sleep of users. For the software only based on microsoft windows operating system by uses USB connected wristwatch, to the computer for adding sleep events. In addition, the software also allowed users to set up their own data without connecting the wristwatch, which information will show in the window in Figure 2.

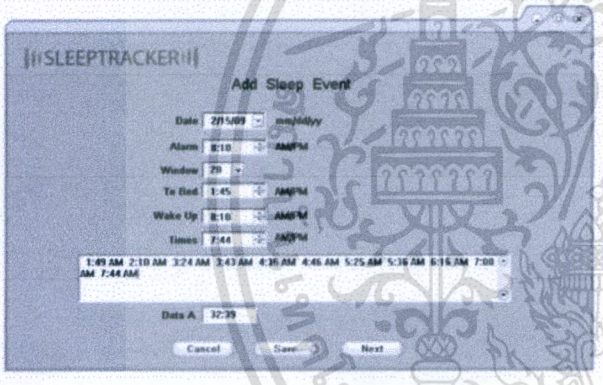



**Figure 2** The windows of data record.

The main windows of the application are following:

- Date column — Show dates for each night.
- Sleep chart — The horizontal line show the time to sleep, wake up and sleep duration. The vertical line show the time awake.
- Mood column — Show the mood when waking up.
- Data-A column — Show the average time between the time during a wake.
- Factors column — A situation that effects of sleep.
- Averages chart — Show the average of sleep each night.

*b) Emotiv EPOC+[7] was the revolutionary brain* function with the connected computer and scientific work of the EEG wireless. Provided the most efficient with 14 electrodes of EEG and 2 references, where were the suitable location for resolution and accuracy. Emotiv EPOC+ operated on frequency response between 0.16-43 Hz. The EEG headset wireless invented for research that were helping with entertainment and treatment diseases which related to the nervous system.

**Figure 3** Emotiv EPOC+

The electrode positions of Emotiv EPOC+, be total 14 positions of EEG and 2 positions of reference, which were the suitable location and reasonable resolution and accuracy. In addition, the channel name and electrode position considered as 10-20 electrode were of international standard.

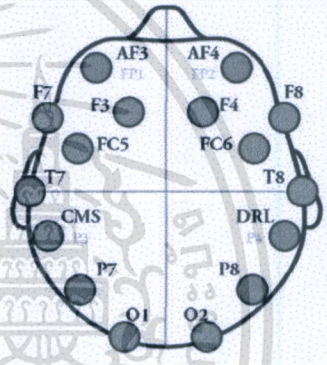



**Figure 4** 16 positions from 10-20 positions of the electrode recognized standard.

In this study, using Emotiv EPOC+ to detect EEG brain waves of the volunteers while enjoying the music. To observe and record signals that brain waves occur when feels relaxed and help to encourage peaceful of sleep.

*B. Equations*

The Fourier transform was used in the determination amplitude of the EEG recorded in the individual session. The coefficients in the Fourier transform of the EEG-defined by

$$X[m] = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-[(2\pi mn)/M]}, m = 0,\ldots,M-1$$

When x[n] to process values of the second sequence,
X[m] represents the Fourier coefficients.

For the Fourier transform with the FFT functions for the MATLAB provides M = 213 (The MathWorks, Inc., Natick MA). Which M will enable to convert of Fast Fourier algorithm and make sure the frequency that is 1 Hz/point. (Sampling frequency 5000 samples/second)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$EEG = \frac{1}{b-a+1}\sum_{m=a}^{b} x^2[m]$$

When a, b is an index value correspond to consider of frequency.

*C. Process*

The behavior of sleep, study with the volunteer in 25 by divided into two experiment of sleep consist with a general sleep and sleep with relaxing with the music before going to bed. In the experiment, the volunteers were listening to the music at the same time with the EPOC+ detected brain waves. Then take results of data processing to find how made your sleep as sleep sufficiently to be reduced events or dream that cause brain awake while sleep.

The experiment, we already set up the sleep time. In every morning, the sleeptracker were alarmed and vibrated at the same time in every day. Time to sleep was setting based on the principle of sufficient sleep in range ages [8]. This article studied the behavior of sleep were divided into two experiments:

1. The behavior of general sleep. The volunteers did normal activities until the bedtime and must wear the sleeptracker to monitoring the wearer's behavior sleeping and provide information sleep. When alarm times the sleeptracker were alarmed and alerted to wake the wearer up in the morning and then load the data to process in each night.

2. The behavior of sleep using music to help relaxed. The volunteers did a normal activity till the bedtime. They were wearing the sleeptracker before going to the bed, that was increase volunteer activities too relaxed by listening to the music or nature sounds through headphones to help people feels body and mind relaxed which suits condition before sleeping.

## III. Results And Discussion

The results of sleep behavior from volunteers by using the sleeptracker and emotive EPOC+ found that the behavior data on sleep from the experiments. The most of the volunteers were insufficient sleep or do not relax of effectively. The data from the experiments showed that. Firstly, the general sleep. During sleep time, the volunteers were feels awake in the moment or caused of brain function to happen such as dreams or imagination. The results from the sleeptracker was record showed interrupted moments occur frequently while sleep from the general behavior of sleep. We were already found how to use music to relax before sleep because types of music can help the brainwave occur alpha wave performance, alpha waves helped listeners relaxed and peaceful euphoria which was more suitable conditions before the bedtime. Also results, when the volunteers went to sleep the brainwave called delta wave would make the better sleep and then brought both of results experiment to analyze and save changes.

The results of the study that compared the sleep follows:

- The behavior of general sleep.

| DATE | TO BED TIME | SET ALARM TIME | ACTUAL WAKE TIME | INTERRUPTED MOMENTS | SLEEP SCORE |
|---|---|---|---|---|---|
| Sun 08/02/2015 | 10:30 PM | 07.30 PM | 7:10 AM | 23 | 86 |
| Mon 08/03/2015 | 10:30 PM | 07.30 PM | 7:17 AM | 23 | 85 |
| Tue 08/04/2015 | 10:30 PM | 07.30 PM | 7:00 AM | 21 | 86 |
| Wed 08/05/2015 | 10:30 PM | 07.30 PM | 7:09 AM | 18 | 93 |
| Thu 08/06/2015 | 10:30 PM | 07.30 PM | 7:10 AM | 24 | 84 |
| Fri 08/07/2015 | 10:30 PM | 07.30 PM | 7:10 AM | 31 | 73 |
| Total / Average | | | | 23 | 86 |

**Figure 5** The results of general sleep.

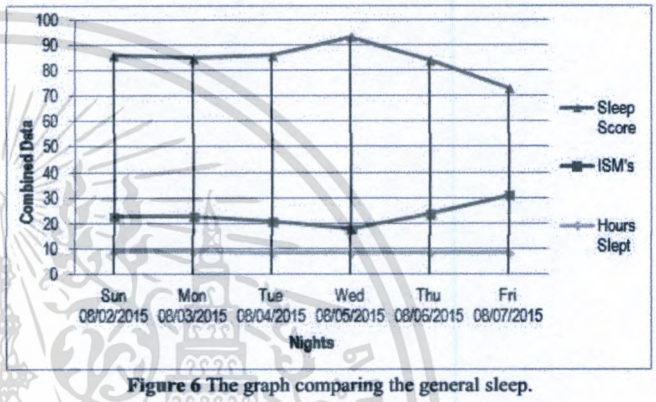



**Figure 6** The graph comparing the general sleep.

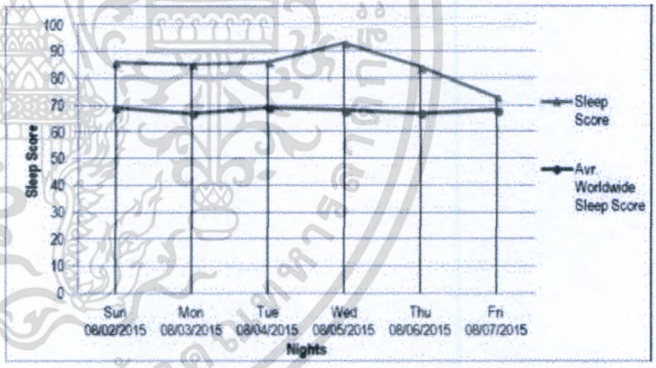



**Figure 7** The graph comparing general sleep scores of volunteers and average worldwide sleep scores.

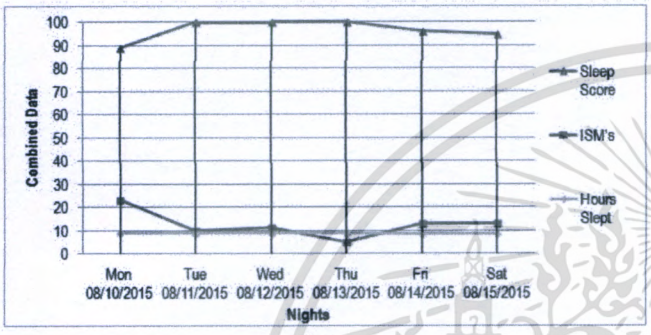
The general sleep, the results from the sleeptracker was recorded (Figure 5) showed the detail of day-month-year, time to go to bed and time wake up that ware setting. In addition, it was showed actual time record of the volunteers when woke up, interrupted moment time of sleep and sleep scores. The comparison graph of general sleep (Figure 6) showed the overview of all data while the sleep of volunteers. The graph compared the sleep scores of the volunteers with the average worldwide sleep scores occurred during a similar age (Figure 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

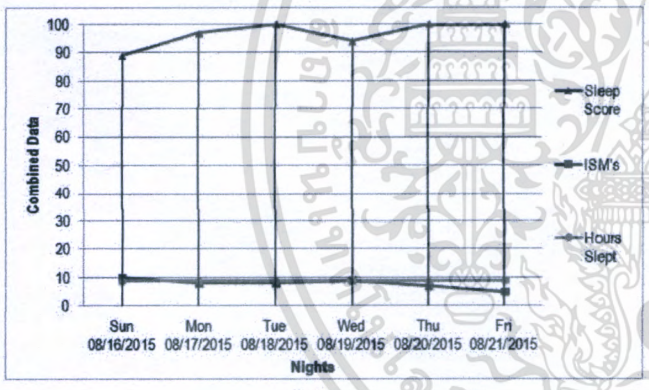
- The behavior of sleep using the music to help relaxed.

| DATE | TO BED TIME | SET ALARM TIME | ACTUAL WAKE TIME | INTERRUPTED MOMENTS | SLEEP SCORE | ACTUAL WAKE TIME | INTERRUPTED MOMENTS | SLEEP SCORE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mon 08/10/2015 | 10:30 PM | 07:30 PM | 7:25 AM | 23 | 89 | 6:42 AM | 10 | 89 |
| Tue 08/11/2015 | 10:30 PM | 07:30 PM | 7:14 AM | 10 | 100 | 7:13 AM | 8 | 97 |
| Wed 08/12/2015 | 10:30 PM | 07:30 PM | 7:19 AM | 11 | 100 | 7:17 AM | 8 | 100 |
| Thu 08/13/2015 | 10:30 PM | 07:30 PM | 7:13 AM | 5 | 100 | 7:08 AM | 9 | 94 |
| Fri 08/14/2015 | 10:30 PM | 07:30 PM | 7:05 AM | 13 | 96 | 6:44 AM | 7 | 100 |
| Sat 08/15/2015 | 10:30 PM | 07:30 PM | 6:55 AM | 13 | 89 | 7:16 AM | 5 | 100 |
| Total / Average | | | | 13 | 97 | | 8 | 97 |

**Figure 8** The results of sleep using music to help relaxed.

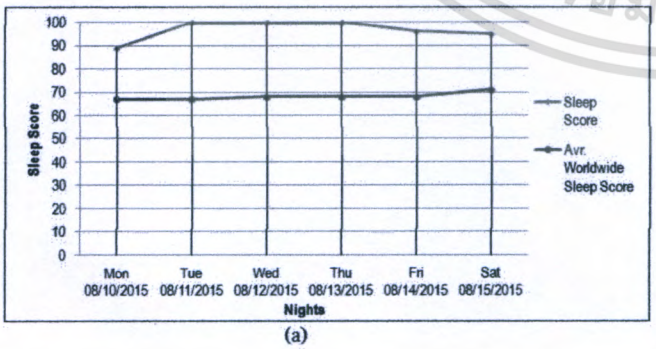



(a)

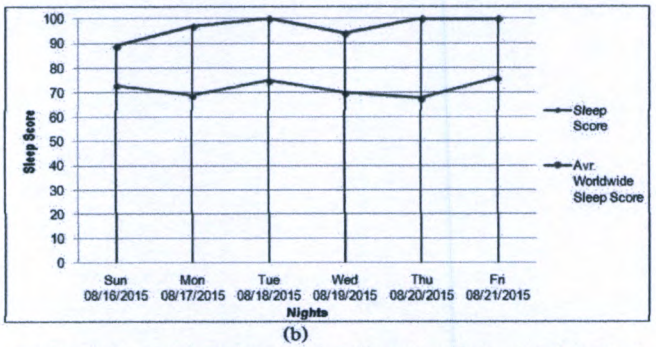



(b)

**Figure 9** The graph comparing the sleep using music to help relaxed. From first volunteer (a) and second volunteer (b)



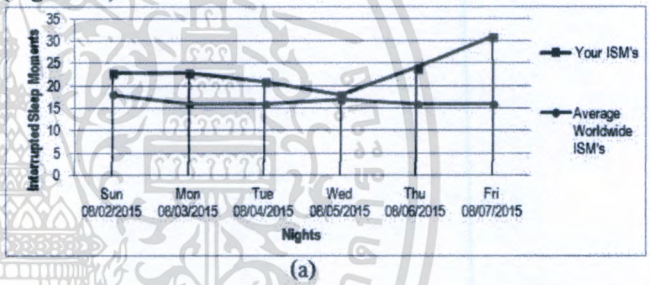

(a)



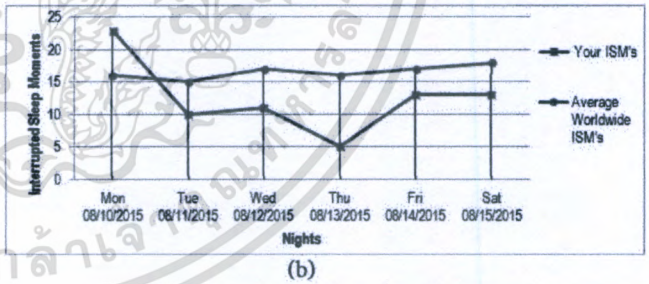

(b)

**Figure 10** The graph comparing sleep using music to help relaxed scores of volunteers and average worldwide sleep scores. From first volunteer (a) and second volunteer (b)

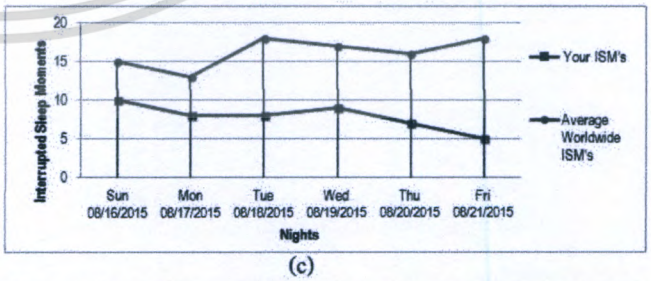
The sleep by using the music to help relaxed, the results from the sleeptracker was recorded (Figure 8) showed the day-month-year, *time to go to bed and time wake up that* were setting. In addition, it showed the actual time recorded by a volunteer while awake, interrupt moment time of sleep and sleep scores. For the comparison graph of sleep using music to help relax (Figure 9) showed the overview of all data while sleep from volunteer and the graph compared with the sleep scores using music to help relax of the volunteer and the average worldwide sleep scores occurred during a similar age (Figure 10)




(a)




(b)




(c)

**Figure 11** The graph comparing interrupted sleep moments of volunteers and the average worldwide interrupted sleep moments.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The main principles study the behavior of sleep was using the sleeptracker which the results occurred during sleep called interrupted sleep moments (Interrupted) showed the data record while sleeps by using the music to help relaxed. The sleep appears an interruption moment of sleep at less than general sleep. Which results in sleep efficiency of volunteer better (Figure 11)

In the part of the EEG function of hearing the music to help relaxed. We selected the musical, which authored by Frederic Chopin. During the experiment, volunteers will hear the music through headset to get different of rhythm that both ear sides can heard and making access to the emotion of a musical as well. After completion of the experiment, the data obtained were lead to analyzing and processed.

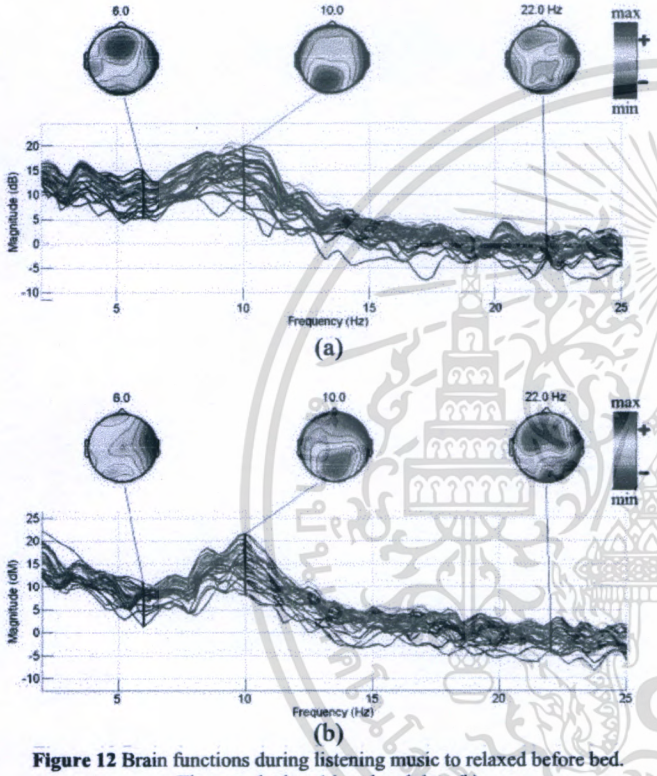



**Figure 12** Brain functions during listening music to relaxed before bed. The sample data (a) and real data (b)

In Figure 12, the results from EEG function while listening to the music, chosen the results from some volunteer in this experiment. The differences of location in brain referred to brainwave level showed the music can made feeling changes before bedtime were compared between the sample data (a) with the actual information (b). Found in the brain waves that occurring while relaxed with the music can make feels relaxed and calm down of the emotions obvious. It was also found the results of music can make frequency changes from the Alpha wave to Theta wave. Which the brain waves that was a very useful and important on a restful sleep.

## IV. Conclusion

The both of experimental, that shows the sleeptracker could be record the interrupted that happens in different times while sleeping. The results obtained in the study, the music was helped change the behavior of sleep to get sufficient sleep and have the better performance. By observing the results of sleep data were from the two experiments. An addition to the sleep recorded, it also found the musical sound was could be helped to relax by increased 10% of sleep were interrupted and increased efficiency in the score of sleep more than 12% when compared with the sleep, which were interrupted and score of sleep from the general sleep were 23 and 97.

## *References*


[1] Daniel G. Amen, MD. Posted 01/30/2014, Retrieved from. http://danielamenmd.amenclinics.com/10-tips-for-anxiety-induced-insomnia/10 Tips for Anxiety-Induced Insomnia

[2] *I. Chouvarda, V. Rosso, M.O. Mendez, A.M. Bianchi, L. Parrino,* A. Grassi, M. Terzano, S. Cerutti and N. Maglaveras, "EEG Complexity during Sleep: on the effect of micro and macro sleep structure", 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS Buenos Aires, Argentina, pp.5959-5962, August 31 - September 4, 2010

[3] Le Quoc Khai, Truong Quang Dang Khoa+, and Vo Van Toi, "A tool for analysis and classification of sleep stages", 2011 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC 2011), pp. 307-310

[4] Yusuf A. Bhagat, Member, IEEE, Byunghun Choi, Do Yoon Kim, Jaegeol Cho, Ryan Black, Gregory H. Foster and Insoo Kim, "Clinical Validation of a Wrist Actigraphy Mobile Health Device for Sleep Efficiency Analysis", 2014 Health Innovations and Point-of-Care Technologies Conference Seattle, Washington USA, pp. 56-59, October 8-10, 2014

[5] DIANE SHIPLEY, "Sound waves can improve sleep and memory", NOVEMBER 17, 2014. Retrieved fromhttp://www.talkaboutsleep.com/sound-waves-can-improve-sleep-memory-study-says/#sthash.5DuyYAQJ.dpuf

[6] Sleeptracker. Retrieved from http://www.sleeptrackerasia.com

[7] BRAIN COMPUTER INTERFACE & SCIENTIFIC CONTEXTUAL EEG | EMOTIV 2014 |. Retrieved from https://emotiv.com/product-specs/Emotiv%20EPOC%20Specifications%202014.pdf

[8] National Sleep Foundation. "How much sleep do we really need?", Retrieved from http://sleepfoundation.org/how-sleep-works/how-much-sleep-do-we-really-need


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| ชื่อ-นามสกุล | นางสาวนูรฮายาตี มะรอเซะ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 24 กุมภาพันธ์ 2533 |
| ที่อยู่ | 14/3 ถนนเจริญพงษ์ ตำบลบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000 |
| ประวัติการศึกษา | 2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้