

การศึกษาค้นสมองจากการเปรียบเทียบระหว่างการโทรศัพท์แบบเนบหุ การโทรศัพท์โดยใช้
บลูทูธ และ การโทรศัพท์โดยใช้หูฟัง

The comparison of brain waves between using normal phone, Bluetooth and Small talk

นางสาว พัชรพร ม่วงสกุล

อีเมลล์: bee4849@hotmail.com

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

สำนักวิชา วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร.ชญ. อาริยา สาริกะภูติ

อีเมลล์: unique21th@hotmail.com

สำนักวิชา วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นสมองการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองใน 4 ช่วงเวลา คือ นาทีที่ 0, นาทีที่ 5, นาทีที่ 10 และ นาทีที่ 15 ในคลื่นความถี่ 4G โดยศึกษาค้นสมองจากการเปรียบเทียบระหว่างการโทรศัพท์แบบเนบหุ (Normal phone) การโทรศัพท์โดยใช้บลูทูธ (Bluetooth) และ การโทรศัพท์โดยใช้ Small talk โดยศึกษาในกลุ่มคนสุขภาพดี อายุระหว่าง 18 – 22 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยแบ่งกลุ่มวิจัยออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ขั้นตอนการทดลอง เริ่มจากการ ปรับเสียงให้อยู่ในระดับ 60 เดซิเบล ด้วยเครื่อง Sound level type 6236 และ บอกถึงวัตถุประสงค์ในการทดลองให้กับกลุ่มผู้ทดลองรับทราบ โดยศึกษาในคลื่น 5 ชนิด คือ คลื่นเดลต้า คลื่นธีต้า คลื่นอัลฟา คลื่นเบต้า และ คลื่นแกมมา โดย สามารถ สรุปผลการทดลอง พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ของคลื่นสมองชนิดเดลต้ามีการเพิ่มขึ้นในนาทีที่ 0 และนาทีที่ 10 เมื่อเราเปรียบเทียบผลกับกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ของคลื่นสมองชนิดธีต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ของคลื่นสมองชนิดอัลฟา , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ของคลื่น

สมองชนิดเบต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการใช้นูฟิง (Small talk) ของคลื่นสมองชนิดแกมมา , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการใช้บลูทูธ (Bluetooth) ของคลื่นสมองชนิดเดลต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการใช้บลูทูธ (Bluetooth) ของคลื่นสมองชนิดซีต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการใช้บลูทูธ (Bluetooth) ของคลื่นสมองชนิดอัลฟ่า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการใช้บลูทูธ (Bluetooth) ของคลื่นสมองชนิดเบต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการใช้บลูทูธ (Bluetooth) ของคลื่นสมองชนิดแกมมา , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบเนบหู (Normal phone) ของคลื่นสมองชนิดเดลต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบเนบหู (Normal phone) ของคลื่นสมองชนิดซีต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบเนบหู (Normal phone) ของคลื่นสมองชนิดอัลฟ่า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบเนบหู (Normal phone) ของคลื่นสมองชนิดเบต้า , กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบเนบหู (Normal phone) ของคลื่นสมองชนิดแกมมา ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: คลื่นสมอง / ความถี่ 4G / Bluetooth / นูฟิงแบบมีสาย / คลื่นเดลต้า / คลื่นซีต้า / คลื่นอัลฟ่า / คลื่นเบต้า / คลื่นแกมมา

Abstract

The aim of this study was to investigate the change in EEG at a 0, 5, 10, 15 minute placement of a 4G dialing using normal phone compared to the Bluetooth and compared Small talk. Forty five healthy males or females participated. Subjects were divided into 3 groups , fifteen people per group. Subjects were exposed to controled sound level by Sound level type 6236. Put on electroencephalography. During each assessment, EEG activity was recorded jointly, and delta, theta, alpha, beta and gamma activity were computed .The results is significant in one group was Small talk group in delta wave. But when we compare the result with Small talk group in theta wave, Small talk group in alpha wave, Small talk group in beta wave, Small talk group in gamma wave, Bluetooth group in delta wave , Bluetooth group in theta wave, Bluetooth group in alpha wave, Bluetooth group in beta wave, Bluetooth group in gamma wave, using normal phone group in delta wave , using normal phone group in theta wave, using normal phone group in alpha wave,

using normal phone group in beta wave, using normal phone group in gamma wave, there were no statistically significant difference.($p < 0.05$).

Keywords: Brainwave / 4G / Bluetooth / Small talk / Delta / Theta / Alpha / Beta / Gamma

บทนำ

ในปัจจุบัน โลกเราได้มีวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารที่ล้ำหน้ากว่าในอดีตคนทั่วโลกสามารถติดต่อสื่อสารกับคนที่อยู่ไกลได้ในเวลาอันรวดเร็วด้วยการใช้โทรศัพท์มือถือ โทรศัพท์มือถือนั้นเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของมนุษย์ จนสามารถนับได้ว่าโทรศัพท์มือถือเป็นปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน โดยอัตราการใช้โทรศัพท์มือถือจะเพิ่มขึ้นทุกวัน ซึ่งเกิดจากการดำรงชีวิตประจำวันในสังคมเมืองที่เร่งรีบและต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลา ซึ่งส่งผลกระทบต่อคลื่นสมองของมนุษย์และยังก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพหลายด้าน เช่น ปวดศีรษะ คลื่นไส้ นอนไม่หลับ เป็นต้น

องค์การอนามัยโลก ได้นำเสนองานวิจัยที่กล่าวถึงโทรศัพท์มือถือในการเพิ่มอัตราความเสี่ยงในการเกิดเนื้องอกในสมองมากขึ้นถึง 40 % ในกลุ่มผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือเฉลี่ย 30 นาทีต่อวันเป็นระยะเวลากว่า 10 ปี และได้มีการวิจัยในการตรวจสอบความเสี่ยงในระยะยาวที่อาจเกิดเนื้องอกในสมองจากการสัมผัสคลื่นวิทยุจากการใช้โทรศัพท์มือถือ และ ได้บรรจุโทรศัพท์มือถือเป็นวัตถุก่อมะเร็งโดยโทรศัพท์มือถือเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของการสื่อสารด้วยโทรศัพท์มือถือที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ของการ โทรศัพท์แบบแถบหู การโทรศัพท์โดยใช้หูฟัง และ การโทรศัพท์โดยใช้หูฟัง

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตประชากร

กลุ่มอาสาสมัคร ประชากรเพศชายหรือหญิงที่มีอายุระหว่าง 18 ถึง 22 ปี ที่สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

2. ขอบเขตตัวแปร

ผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวนทั้งสิ้น 45 ราย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ โทรศัพท์แบบแบนนุ (Normal phone) จำนวน 15 ราย กลุ่มที่ใช้บลูทูธ (Bluetooth) จำนวน 15 ราย และ กลุ่มที่ใช้ (Small talk) จำนวน 15 ราย

3. ขอบเขตเวลา

ใช้โทรศัพท์โทรติดต่อดสื่อสารเป็นเวลา 15 นาที

การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Andrew Wood (2006) ศึกษาการเปิดมือถือขณะนอนหลับ โดยศึกษาจากอาสาสมัคร 55 คน โดยแบ่งเป็นได้รับคลื่นจากโทรศัพท์มือถืออนาน 30 นาที และ คลื่นอื่นนาน 30 นาที จากการทดลองพบว่า คลื่นจากโทรศัพท์มือถือมีการเปลี่ยนแปลงคลื่นอัลฟาอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อการนอนหลับพักผ่อน

Suzanne Roggeveen, et al (2015) เรื่องการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าในการใช้โทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 3G การทดลองนี้ มีอาสาสมัครผู้หญิง 31 คน โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ การใช้โทรศัพท์มือถือแบบแบนนุ (Normal phone) และ การวางโทรศัพท์มือถือบนอก วิธีการทดลอง ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ช่วงคือ 1. ก่อนการใช้โทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 3 G 15 นาที 2. การใช้โทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 3 G 15 นาที 3.หลังการใช้โทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 3 G 15 นาที การทดลองนี้มีการวัดคลื่นไฟฟ้า โดยวัดคลื่น 6 ชนิด คือ Delta , theta , alpha , slowbeta , fastbeta และ gamma จากผลการทดลองพบว่าการใช้โทรศัพท์มือถือแบบแบนนุ (Normal phone) มีผลต่อคลื่น 4 ชนิด คือ alpha , slowbeta , fastbeta และ gamma โดยมีผลต่อความสับสนของการใช้โทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 3G การอย่างมีนัยสำคัญ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

1.1 เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Inclusion Criteria)

1.1.1 เพศชายหรือหญิงที่มีอายุระหว่าง 18 ถึง 22 ปี

1.1.2 ไม่ตรวจพบโรคประจำตัวอื่น ๆ ที่อยู่ระหว่างการรักษา

1.1.3 ไม่มีการเสพสิ่งเสพติด

1.1.4 รับประทานข้อมูลและเซ็นยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

1.2 เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครออกจากเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Exclusion Criteria)

1.2.1 ตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร

1.2.2 ตรวจพบโรคประจำตัวอื่น ๆ ที่อยู่ระหว่างการรักษา

1.2.3 มีการเสพสิ่งเสพติด

1.3 เกณฑ์การให้อาสาสมัครเลิกจากเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Discontinuation Criteria)

1.3.1 มีอาการข้างเคียงขณะมีการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์มือถือ

1.3.2 ปฏิเสธการเข้ารับการวิจัย

2. ขั้นตอนการวิจัย

2.1 ติดต่อประสานงานกับอาสาสมัคร

2.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการดำเนินงานวิจัย รายละเอียดของ งานวิจัย ประโยชน์ที่อาสาสมัครจะได้รับ และ ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นจาก การวิจัยจากการวิจัย อย่างละเอียด

2.3 ให้อาสาสมัครลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย พร้อมทั้งกรอกประวัติ และข้อมูลสุขภาพเบื้องต้น

2.4 แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่มโดยแบ่งจากการสุ่ม โดยแบ่งเป็นการโทรแบบหู (Normal phone) การ ใช้บลูทูธ (Bluetooth) และ การใช้หูฟัง (Small talk)

2.5 ให้อาสาสมัครสื่อสารกับบุคคลที่ต้องการติดต่อสื่อสารด้วยการใช้ โทรศัพท์มือถือ โทรติดต่อกันเป็นเวลา 15 นาที โดยมีการวัดคลื่นสมอง ใน นาทีที่ 0, 5, 10, 15 นาที

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เก็บข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อ เพศ อายุ

3.2 เก็บข้อมูลคลื่นสมองในช่วง นาทีที่ 0, 5, 10, 15 นาที

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลสังคมประชากรของอาสาสมัคร โดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive analysis)

4.2 เปรียบเทียบผลต่างของคลื่นสมองภายในกลุ่มด้วยการใช้ Repeated measurement ANOVA

4.3 เปรียบเทียบผลต่างของคลื่นสมองระหว่างกลุ่มด้วยการใช้ Repeated measurement ANOVA

ผลการวิจัย

การศึกษาเรื่อง ผลการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของการใช้โทรศัพท์มือถือระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดเดลต้า (Delta Wave), ชนิดธีต้า (Theta Wave), ชนิดอัลฟา (Alpha Wave), ชนิดเบต้า (Beta Wave) และชนิดแกมมา (Gamma Wave)

1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มอาสาสมัคร คือ เพศ อายุ

ตารางที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1. แสดงข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

	กลุ่มหูฟัง n =15	กลุ่มแบบหู n =15	กลุ่ม บลูทูธ n =15
เพศ			
ชาย	9	7	6
หญิง	6	8	9
ช่วงอายุ (ปี)			
22	7	7	10
21	0	1	0
20	1	0	0
19	3	4	3
18	4	3	2
$\bar{X} \pm SD$	20.2 ± 1.82	20.4 ± 1.68	20.86 ± 1.69
min - max	18-22	18-22	18-22

ตารางที่ 1. พบว่า ข้อมูลทั่วไปด้านเพศของกลุ่มที่สื่อสารโดยการใช้หูฟัง (Small talk) เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 60 และ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 40 กลุ่มที่สื่อสารโดยการใช้บลูทูธ (Bluetooth) เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 46.67 และ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 53.33 ส่วนกลุ่มที่สื่อสารแบบแบบหู (Normal phone) เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 40 และ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60

2. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองแต่ละชนิดของกลุ่มอาสาสมัคร

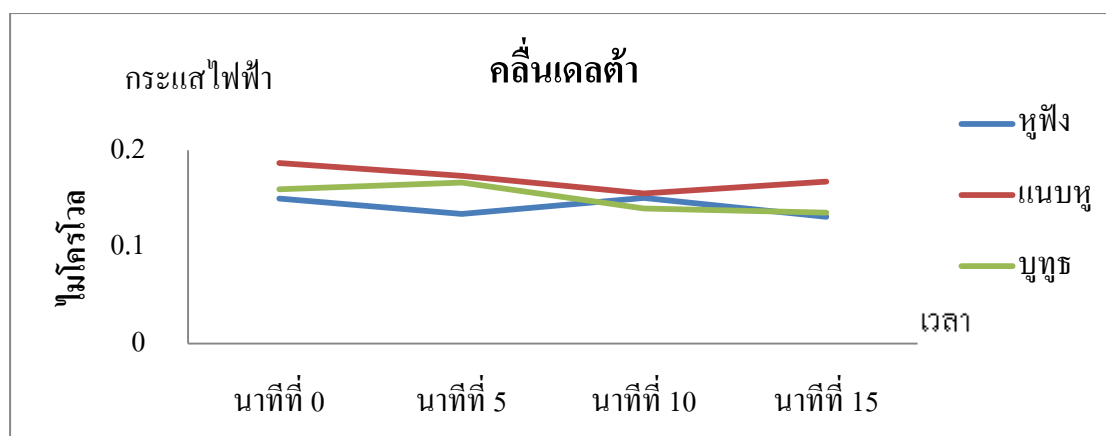
2.1 การเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Wave)

ตารางที่ 2. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมอง ชนิดเดลต้า (Delta Wave)

แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดชนิดเดลต้า (Delta Wave) ภายในกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) และ ระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

คลื่นเดลต้า	หูฟัง		แบบหู		บลูทูธ		F	p-value
	(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)			
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
นาทิตี่ 0	0.1500	0.0522	0.1870	0.0397	0.1597	0.0542	1.651	0.204
นาทิตี่ 5	0.1341	0.0439	0.1736	0.0368	0.1665	0.0858		
นาทิตี่ 10	0.1509	0.0550	0.1554	0.0533	0.1399	0.0467		
นาทิตี่ 15	0.1311	0.0587	0.1677	0.0537	0.1356	0.0641		
F, p-value	3.547	0.022*	2.812	0.051	1.310	0.284		

หมายเหตุ p-value รวมได้จากสถิติแบบ Repeated ANOVA ,* p-value น้อยกว่า 0.05



ภาพที่ 1. แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดเดลต้า (Delta Wave) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

ตารางที่ 2 และภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดเดลต้า (Delta Wave) ของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk) , แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเดลต้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.022$) ในแต่ละช่วงเวลาโดยค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ นาทิตี่ 0 (0.1500 ± 0.0522) และนาทิตี่ 10 (0.1509 ± 0.0550) ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบ แบบหู (Normal phone) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเดลต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.051$) และ กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้บลูทูธ (Bluetooth) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิด เดลต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.284$) และแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ คลื่นสมองชนิดเดลต้าในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk),

แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่าค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเตต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.204$)

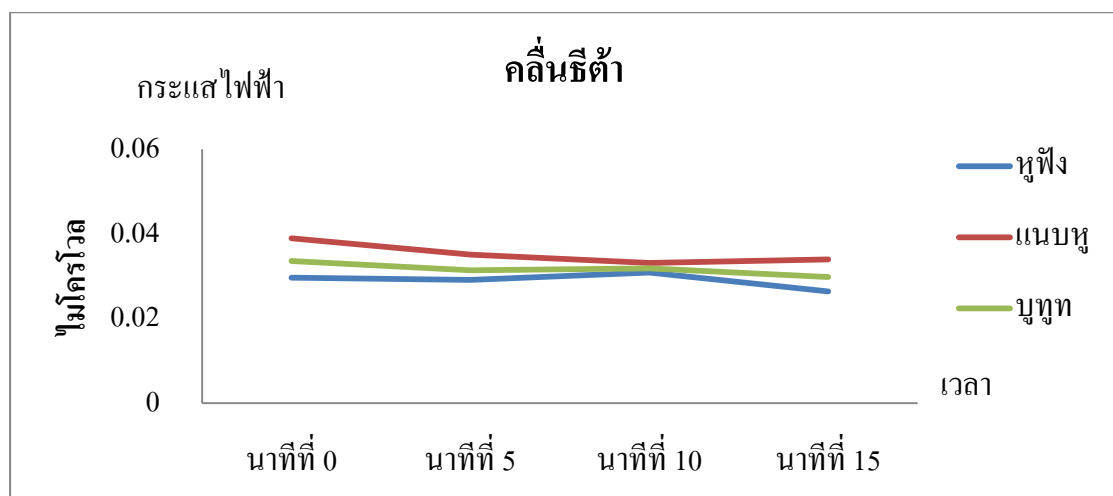
2.2. การเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Wave)

ตารางที่ 3. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมอง ชนิดธีต้า (Theta Wave)

แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดธีต้า (Theta Wave) ภายในกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) และระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

คลื่นธีต้า	หูฟัง		แบบหู		บลูทูธ		F	p-value
	(จำนวน 15 คน)	(จำนวน 15 คน)	(จำนวน 15 คน)	(จำนวน 15 คน)	(จำนวน 15 คน)	(จำนวน 15 คน)		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
นาทิตี่ 0	0.0297	0.0091	0.039	0.0117	0.0336	0.0117	1.829	0.173
นาทิตี่ 5	0.0291	0.0077	0.0351	0.0106	0.0314	0.0121		
นาทิตี่ 10	0.0309	0.0112	0.0332	0.0125	0.0319	0.0118		
นาทิตี่ 15	0.0264	0.0101	0.0340	0.0112	0.0298	0.0137		
F , p-value	1.270	0.297	1.761	0.169	0.476	0.700		

หมายเหตุ p-value รวมได้จากสถิติแบบ Repeated ANOVA



ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดซีต้า(Theta Wave) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

ตารางที่ 3 และภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดซีต้า (Theta Wave) ของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดซีต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.297$) กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบแบนหู (Normal phone) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดซีต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.169$) และ กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการ ใช้บลูทูธ (Bluetooth) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดซีต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.700$) และ แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดซีต้าในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่าค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดซีต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.173$)

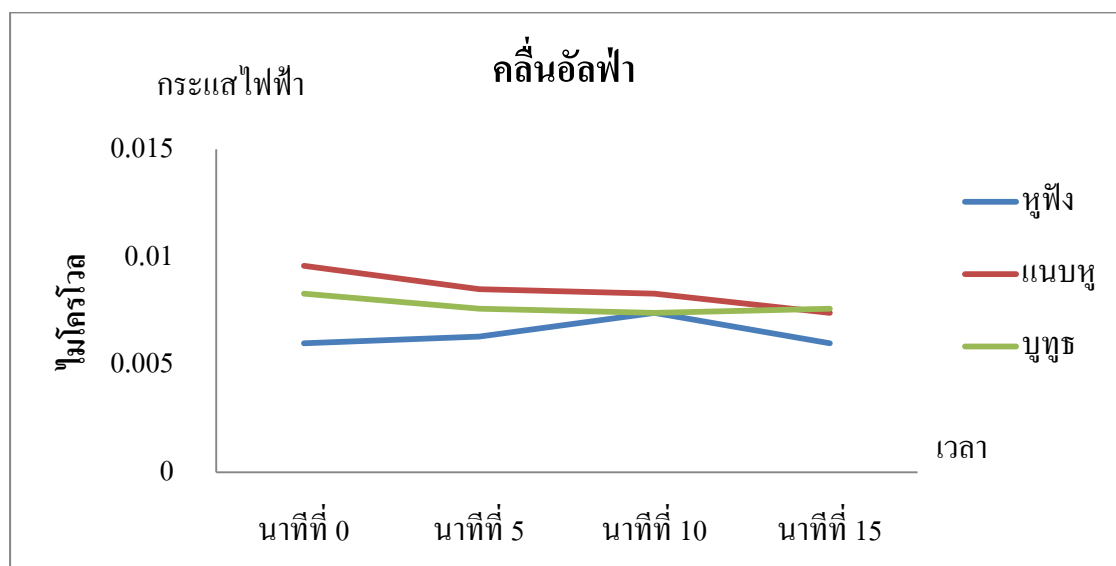
2.3 การเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Wave)

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมอง ชนิดอัลฟา (Alpha Wave)

แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดอัลฟา (Alpha Wave) ภายในกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) และ ระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk) , แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

คลื่นอัลฟา	หูฟัง		แบบหู		บลูทูธ		F	p-value
	(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)			
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
นาทิตี่ 0	0.0060	0.0017	0.0096	0.0039	0.0083	0.0042	1.766	0.183
นาทิตี่ 5	0.0063	0.0026	0.0085	0.0030	0.0076	0.0043		
นาทิตี่ 10	0.0074	0.0032	0.0083	0.0040	0.0074	0.0041		
นาทิตี่ 15	0.0060	0.0030	0.0074	0.0028	0.0076	0.0137		
F , p-value	2.360	0.085	2.407	0.081	0.217	0.809		

หมายเหตุ p-value รวมได้จากสถิติแบบ Repeated ANOVA



ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดอัลฟา (Alpha Wave) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

ตารางที่ 4 และภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดอัลฟา (Alpha Wave) ของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดอัลฟาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.085$) กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบแบบหู (Normal phone) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดอัลฟาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.081$) และ กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารโดยการ ใช้บลูทูธ (Bluetooth) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดอัลฟาแตกต่างกันอย่าง

ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.809$) และ แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดอัลฟาในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk), แบนหู (Normal phone) และบลูทูธ (Bluetooth) พบว่าค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดอัลฟาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.183$)

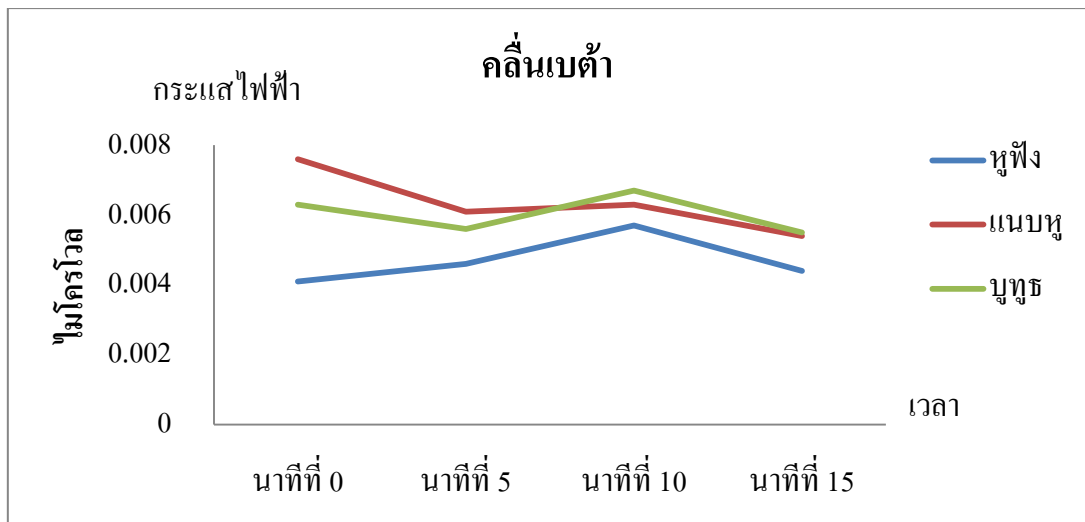
2.4 การเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta Wave)

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมอง ชนิดเบต้า (Beta Wave)

แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta Wave) ภายในกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk) , แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) และ ระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยหูฟัง (Small talk) , แบนหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

คลื่นเบต้า	หูฟัง		แบนหู		บลูทูธ		F	p-value
	(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)			
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
นาที่ที่ 0	0.0041	0.0015	0.0076	0.0048	0.0063	0.004	1.117	0.337
นาที่ที่ 5	0.0046	0.0021	0.0061	0.0026	0.0056	0.0044		
นาที่ที่ 10	0.0057	0.0031	0.0063	0.0034	0.0067	0.0138		
นาที่ที่ 15	0.0044	0.0026	0.0054	0.0025	0.0055	0.0046		
F , p-value	3.081	0.101	2.388	0.125	1.307	0.280		

หมายเหตุ p-value รวมได้จากสถิติแบบ Repeated ANOVA



ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดเบต้า (Beta Wave) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), เนบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

ตารางที่ 5 และภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดเบต้า (Beta Wave) ของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้ หูฟัง (Small talk), เนบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเบต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.101$) กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบเนบหู (Normal phone) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเบต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.125$) และ กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้บลูทูธ (Bluetooth) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเบต้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.280$) และแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเบต้าในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), เนบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่าค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta Wave)แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.337$)

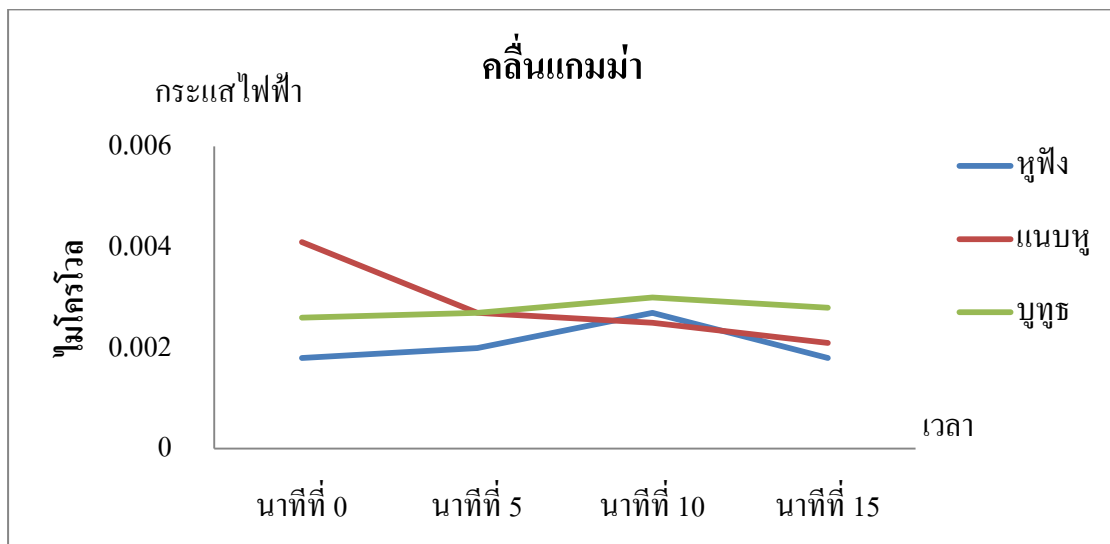
2.5 การเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองชนิดแกมมา (Gamma Wave)

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมอง ชนิดแกมมา (Gamma Wave)

แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดแกมมา (Gamma Wave) ภายในกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), เนบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) และ ระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), เนบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

คลื่นแกมมา	หูฟัง		แบบหู		บลูทูธ		F	p-value
	(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)		(จำนวน 15 คน)			
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
นาทิตี่ 0	0.0018	0.0006	0.0041	0.0033	0.0026	0.0015	1.796	0.179
นาทิตี่ 5	0.0020	0.0007	0.0027	0.0011	0.0027	0.0021		
นาทิตี่ 10	0.0027	0.0015	0.0025	0.0014	0.0030	0.0025		
นาทิตี่ 15	0.0018	0.0008	0.0021	0.001	0.0028	0.0019		
F , p-value	4.319	0.057	3.341	0.078	0.232	0.873		

หมายเหตุ p-value รวมได้จากสถิติแบบ Repeated ANOVA



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดแกมมา (Gamma Wave) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth)

ตารางที่ 6 และภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ชนิดแกมมา (Gamma Wave) ของกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู (Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้หูฟัง (Small talk) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดแกมมา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.057$) กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารแบบแบบหู (Normal phone) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดแกมมา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.078$) และ กลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการ ใช้บลูทูธ (Bluetooth) ค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดแกมมา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.873$) และ แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดแกมมาในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่สื่อสารด้วยใช้หูฟัง (Small talk), แบบหู

(Normal phone) และ บลูทูธ (Bluetooth) พบว่าค่าเฉลี่ยของคลื่นสมองชนิดแกมมา (Gamma Wave) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.179$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยพบว่า การสื่อสารด้วยโทรศัพท์มือถือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองของมนุษย์ โดยคลื่นสมองในสภาวะปกติจะมีลักษณะที่ผสมกัน ด้วยคลื่นสมอง ทั้ง 5 ชนิด โดยคลื่นสมองแต่ละชนิด จะมีช่วงความถี่ที่แตกต่างกัน เช่น คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำ โดยมีความถี่ 0 - 4 รอบต่อวินาที คลื่นเดลต้าจะเกิดขึ้นในสภาวะช่วงที่ร่างกายกำลังพักผ่อนอย่างเต็มที่ คลื่นสมองชนิดซีต้า (Theta Wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำแต่มีความถี่ที่สูงกว่าคลื่นซีต้าโดยมีความถี่ 4-7 รอบต่อวินาที จะเกิดขึ้นในสภาวะช่วงที่ร่างกายผ่อนคลายระดับลึก จะมีความสุข ลืมความทุกข์ มีแต่ความ ปิติยินดี คลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำแต่มีความถี่ที่สูงกว่า คลื่นที่ต่ำโดยมีความถี่ 7-13 รอบต่อวินาที จะเกิดขึ้นในสภาวะของคนที่มีจิตใจสงบเยือกเย็น คลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่สูง โดยมีความถี่ 13 - 40 รอบต่อวินาที จะเกิดขึ้นในสภาวะของคนที่อยู่ในสภาวะปกติ จนถึง สภาวะวุ่นวาย คลื่นสมองชนิดแกมมา (Gamma wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่สูง แต่มีความถี่ที่สูงกว่าคลื่นแกมมาโดยมีความถี่ 30 – 70 รอบต่อวินาที จะเกิดขึ้นในสภาวะของคนที่อยู่ในสภาวะความสงบขั้นสูง จากงานวิจัยนี้ได้ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์มือถือ 3 แบบ คือ การใช้โทรศัพท์แบบแนบหู (Normal phone) การใช้โทรศัพท์โดยใช้บลูทูธ (Bluetooth) และ การใช้โทรศัพท์โดยใช้หูฟัง (Small talk) เป็นเวลา 15 นาที ด้วยความถี่ 4G โดยมีการวัดคลื่นสมอง 4 ช่วง คือ ช่วงเวลาที่ 0 , 5 , 10 , 15 จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สื่อสาร โดยการใช้หูฟัง (Small talk) มีการเพิ่มขึ้นของคลื่นสมองชนิดเดลต้า ในช่วงเวลาที่ 0 และเวลาที่ 10

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีเนื้อหาในการติดต่อสื่อสารเป็นเรื่องเดียวกัน
2. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของโทรศัพท์มือถือในกลุ่มผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน

รายการอ้างอิง

กฤษณ์ เตตานนท์สกุล. (2547) . บลูทูธ "ฟินส์ไฟฟ้า" เทคโนโลยีไร้สายสำหรับอนาคต สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558, จาก <http://www.siamphone.com/news/bluetooth/page.htm>

คู่มือผู้ใช้ Nokia Bluetooth Headset BH-112 . (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://nds1.nokia.com/files/support/apac/phones/guides/Nokia_BH-112_UG_th.pdf สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2558

จตุพร สุดศิริ. (2554) .ผลกระทบของคลื่นโทรศัพท์ต่อสุขภาพมนุษย์.สงขลานครินทร์เวชสาร ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 กค.-ศค. 2554 ; 29 (4) :183-193

เทคโนโลยีไร้สาย บลูทูธ Bluetooth . (ม.ป.ป.). สืบค้น จาก <http://www.vcharkarn.com/blog/91844/64077> สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558

บลูทูธ. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9A%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%97%E0%B8%B9%E0%B8%98> สืบค้นวันที่ 2 พฤศจิกายน 2558

ประสาทสมอง. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%87> สืบค้นวันที่ 2 พฤศจิกายน 2558

มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์.(2549).การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในผู้ใหญ่ : ความรู้พื้นฐานสำหรับพยาบาล สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558, จาก http://medinfo.psu.ac.th/smj2/smj24_5/pdf24_5/06montira.pdf

แม่เหล็กไฟฟ้าชีวภาพ. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E> สืบค้นวันที่ 2 พฤศจิกายน 2558

สมพิศ พันธุเจริญศรี . (2545) . ถาม-ตอบ ปัญหาเสียงดัง & หูตึง จากการทำงาน(พิมพ์ครั้งที่ 4).
กรุงเทพฯ: บริษัท เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซน์ จำกัด.

สมอง. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%87> สืบค้น
วันที่ 2 พฤศจิกายน 2558

สมาคมโฆษณาติจิตัล (ประเทศไทย) . (2557) . DAAT เผยข้อมูลตัวเลขผู้ใช้โทรศัพท์มือถือทั่วโลก
ของไตรมาส 2 ประจำปี 2557 สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558, จาก

<http://www.daat.in.th/index.php/daat-mobile/#sthash.maO1wEsf.F3DbHpT5.dpuf>

**ตารางจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ จำแนกตามจำนวนโทรศัพท์มือถือที่มีแบบ Feature phone และ
Smart phone กลุ่มอายุ และเขตการปกครอง พ.ศ. 2558** สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2559, จาก

http://service.nso.go.th/nso/nso_center/project/search_center/23project-th.htm

สุเมธ วงศ์พานิชเลิศ. (2552).ผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (พิมพ์ครั้งที่ 3).

กรุงเทพฯ:สำนักสื่อสารสาธารณะและบริการประชาชน สถาบันคุ้มครองผู้บริโภคในกิจการ
โทรคมนาคม (สบท.).

Abel-Rassoul G. (2007). Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base
stations. In Neurotoxicology 2007; 28(2): 434 – 40. [PubMed]

Alfonso Balmori. (2005) . Possible Effects of Electromagnetic Fields from Phone Masts on a
Population of White Stork (*Ciconia ciconia*). In Electromagnetic Biology and Medicine, 24 :
2005, 109–119

Alfonso Balmori. (2008) .Electromagnetic pollution from phone masts. Effects on wildlife In
Pathophysiology 16 (2009) 191–199.

Alexander Lerchl , Melanie Klose , et al. (2015) . Tumor promotion by exposure to
radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans .In Karen Grote
Biochemical and Biophysical Research Communications 459 (2015) 585-590.

Andrew Wood . (2006) . Mobile phones affect brain waves in bed. Retrieved November, 2015, from <http://www.abc.net.au/science/articles/2006/03/28/1601440.htm>

Belyaev IY, Markovà E, Hillert L, et al. (2009). Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long - lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. In Bioelectro- magnetics 2009; 30: 129 - 41. [PubMed]

Daniela Moretti. (2014) . Exposure of neuronal networks to GSM mobile phone signals . Retrieved November 2, 2015, from <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00949371/document>

Dimitris J. Panagopoulos, Olle Johansson, et al . (2003) .Real versus Simulated Mobile Phone Exposures in Experimental Studies. In Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International Volume 2015,1-8

Eger H, Hagen KU, Lucas B, et al. (2004). The influence of being physically near to a cell phone transmission mast on the incidence of cancer. In Umwelt Medizin Gesellschaft 2004; 17: 1 - 7.

H. D'Costa¹, G. Trueman, et al . (2003) . Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones . In Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine Volume 26 Number 2003, 162-167.

Headset Microsoft WH - 308 . (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <http://www.microsoft.com/en/mobile/accessory/wh-308/specifications/> สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2558

IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol 102. Non-ionizing radiation, part II: radiofrequency electromagnetic fields. Lyon: International Agency for Research on Cancer (in press).

Lerchl A, Krüger H, Niehaus M, et al. (2007). Effects of mobile phone electromagnetic fields at nonthermal SAR values on melatonin and body weight of Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*). In *J Pineal Res* 2008; 44: 267 - 272. [[PubMed](#)]

Marina de Tommaso , Paolo Rossi , et al. (2015) . Mobile phones exposure induces changes of contingent negative variation in humans . In *Neuroscience Letters* 464 (2009) 79–83.

Michael H. Repacholi. (2001) . Health risks from the use of mobile phones . In *Toxicology Letters* 120 (2001) 323–331.

Mats-Olof Mattsson, Anders Ahlbom, James Bridges . (2009) . Health Effects of Exposure to EMF. Retrieved November 2, 2015, from http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf#page12

Michael Kundi , Hans-Peter Hutter . (2008) . Mobile phone base stations — Effects on wellbeing and health . In *Pathophysiology* 2009 ; 16 : 123 – 135.

Min Kyung Chu¹, Hoon Geun , et al . (2013) . Clinical features of headache associated with mobile phone use: a cross-sectional study in university students. In Chu et al. *BMC Neurology* 2011, 1471-2377.

Om P. Gandhi. (2002) .ELECTROMAGNETIC FIELDS: Human Safety Issues .In *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2002. 4:211–34

R.M.Isa , I.Pasya , M.N.Taib , A.H.Jahidin, et al . (2013) . Classification of brainwave asymmetry influenced by mobile phone radiofrequency emission. In *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 97 (2013) 538 – 545.

Salford LG, Brun AR, Eberhardt JL, et al. (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. In Environ Health Perspect 2003; 111: 881 - 3. [[PubMed](#)]

Steve Kovach. (2011). World Health Organization: Cell Phones May Cause Cancer. Retrieved October 25, 2015, from <http://www.businessinsider.com/cell-phones-cause-cancer-2011-5>

Suzanne Roggeveen¹, Jim van Os, et al . (2014) .EEG Changes Due to Experimentally Induced 3G Mobile Phone Radiation . In PLOS ONE June 8, 2015,1-13

Teerapot Wessapan , Phadungsak Rattanadecho. (2012). Numerical Analysis of Specific Absorption Rate and Heat Transfer in Human Head Subjected to Mobile Phone Radiation: Effects of User Age and Radiated Power. In Journal of Heat Transfer 2012 ; 121101-10.