ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกายและค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียงของอาสาสมัครคนไทยปกติ

On the relationship among age, sex, body mass index and audiovisual reaction time in normal Thai subjects.

เมตตา โพธิ์กลิ่น

จันเพ็ญ บางสำรวจ

อัญชลี ชุ่มบัวทอง

ภาสินี สงวนสิทธิ์

อมรรัตน์ โตทองหล่อ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ปีการศึกษา 2556

ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกายและค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียงของอาสาสมัครคนไทยปกติ
ผู้วิจัย เมตตา โพธิ์กลิ่น
จันเพ็ญ บางสำรวจ
อัญชลี ชุ่มบัวทอง
ภาสินี สงวนสิทธิ์
อมรรัตน์ โตทองหล่อ
สถาบัน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีที่พิมพ์ 2558
สถานที่พิมพ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
แหล่งที่เก็บรายงานฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
จำนวนหน้างานวิจัย 61 หน้า
คำสำคัญ ค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียง ค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสง อาสาสมัครคนไทยปกติ ดัชนีมวลกาย อายุ
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

บทคัดย่อ

เวลาปฏิกิริยาเป็นการตรวจวัดความเร็วในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลางของบุคคลและการตอบสนองไปที่ส่วนปลายเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวหรือการปฏิบัติงานต่างๆ ทั้งนี้มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อค่าเวลาปฏิกิริยา เช่น อายุ เพศ และค่าดัชนีมวลกาย งานวิจัยนี้จึงศึกษาปัจจัยดังกล่าวว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่าเวลาปฏิกิริยา ในกลุ่มตัวอย่างคนไทยปกติจำนวน 116 คน โดยทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับอายุและค่าดัชนีมวลกายโดยใช้สถิตสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับเพศโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่าอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงและแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ทั้งการทดสอบด้วยเงื่อนไขอย่างง่าย ของ มือซ้าย มือขวา เท้าซ้าย และเท้าขวา และกรณีเพิ่มเงื่อนไขของมือซ้ายและมือขวา ส่วนดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงและแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (เสียง มือขวา $p < 0.05$, มือซ้าย $p< 0.01$ เท้าขวา $p < 0.01$ เท้าซ้าย $p < 0.01$ และแสง มือขวา $p<0.05$, มือซ้าย $p<0.0001$ เท้าขวา $p<0.001$ เท้าซ้าย $p<0.0001$) รวมทั้งในกรณีเพิ่มเงื่อนไขด้วย มือขวา ($p<0.0001$) มือซ้าย ($p < 0.001$) สรุปได้ว่าคนที่มีอายุและค่าดัชนีมวลกายมากขึ้นจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมือและเท้าทั้งสองข้างสูงตามไปด้วยหรือ

การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะช้าลงนั่นเอง โดยไม่พบเพศมีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงและแสง

Research Title On the relationship among age, sex, body mass index and audiovisual reaction time in normal Thai subjects.

Researchers Maitta Phoglin
Janpen Bangsumruaj
Unchalee Choombuathong
Pasinee Sanguansit
Amornrat Tothonglor
Institution Huachiew Chalermprakiet University

Year of Publisher 2015
Publisher Huachiew Chalermprakiet University
Sources Huachiew Chalermprakiet University
No. of Pages 61 pages
Keywords Visual reaction time, Auditory reaction time, Body mass index, Normal subject

Copyright Huachiew Chalermprakiet University

ABSTRACT

A person's central information processing speed and coordinated peripheral movement response, commonly known as 'reaction time', are known to vary with age, sex and body mass index (BMI). This study investigated the relationship between these factors on 116 healthy Thai subjects using Pearson's correlation with age, BMI and the point biserial correlation with sex. It was found that there was a positive association between reaction time and age in response to sound and light stimuli in both simple and complex conditions ($p<0.0001$). In response to audio stimuli, BMI demonstrated a positive association with reaction time (right hand $p < 0.05$, left hand $p< 0.01$, right foot $p< 0.01$ and left foot $p< 0.01$) and also with visual stimuli (right hand $p < 0.05$, left hand $p<0.0001$, right foot $p<0.001$, left foot $p<0.0001$) including complex conditions (right hand $p<0.0001$, left hand $p<0.001$). Thus, it is concluded that aging and higher BMI are associated with an increased reaction time, or a longer

time to respond to stimuli in both hands and feet, but there is no association with sex

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลาย ๆ หน่วยงานในมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณสำนักพัฒนาวิชาการมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติที่ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนคณะกรรมการวิชาการและสำนักงานเลขานุการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการตรวจแก้โครงร่างงานวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติสำหรับคำแนะนำในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ถูกต้องตามหลักจริยธรรม

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมติฐานการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	25
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	26
หลักการวิจัยและจริยธรรมในมนุษย์	26
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
การเก็บรวบรวมข้อมูล	26
หลักการวัดค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง	27
การวิเคราะห์ข้อมูล	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	30
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.	47
บรรณานุกรม	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	56
ก การวัดค่าเวลาปฏิกิริยา	57
ข หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย	59
ค ประวัติย่อผู้วิจัย	60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ข้อมูลทางด้านกายภาพและค่าเวลาปฏิกิริยาต่อตัวกระตุ้นแสง เสียง และแสงสลับสี	31
4.2	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างแยกตามเพศ	37
4.3	เวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองของมือในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศและคละเพศ	39
4.4	เวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองของเท้าในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศและคละเพศ	41
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของมือข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย	43
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของเท้าข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุและค่าดัชนีมวลกาย	45

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่		หน้า
2.1	ภาพลายเส้นแสดงทางเดินเส้นใยประสาทของระบบรับภาพ	13
2.2	แสดงกายวิภาคของหู 3 ชั้น	15
2.3	แสดงภาพตัดขวางของหูส่วนชั้นในส่วน cochlea	16
2.4	แสดงภาพวิถีประสาทของการได้ยินเสียง (auditory pathway)	19
2.5	กรอบแนวคิดในการทำวิจัย	25

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย
(Background and Signification of the Research Problem)

เวลาปฏิกิริยา (reaction time) เป็นการตรวจวัดเพื่อบงชี้คุณภาพและความสามารถในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลาง รวมทั้งการประสานการทำงานกับระบบประสาทส่วนปลายส่วนการรับความรู้สึกกับการสั่งการไปที่กล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการปฏิบัติการทำงานต่างๆ จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่าเวลาปฏิกิริยามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ อายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกาย

ค่าเวลาปฏิกิริยาจะมีค่ามากขึ้นเมื่อบุคคลมีอายุเพิ่มขึ้นและความสามารถในการตอบสนองต่อความเครียดทั้งภายในและภายนอกร่างกายจะลดลงเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ (Patten and Craik. 2000; Salthouse. 1985; Ostrow. 1989; Lalita and Jayshree. 2012: 94-99; Sirear. 2001) รวมทั้งการทำงานของระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการไปยังกล้ามเนื้อเสื่อมลงไป ทำให้การปฏิบัติต่างๆในชีวิตประจำวันเป็นไปด้วยความไม่ปลอดภัยหรือไม่สามารถพึ่งพาตัวเองได้ (Patten and Craik. 2000) เพราะความสามารถที่จะตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นอาจจะช้าลงไป เช่น การเหยียบเบรครถยนต์เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกับสิ่งกีดขวาง นอกจากนี้การตอบสนองได้ช้าลงมีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่ายซึ่งเป็นสาเหตุการเจ็บป่วยและการตายที่พบบ่อย 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุ (Jevas and yan. 2001: 48-49)

เพศก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าเวลาปฏิกิริยา ผู้หญิงมีความสามารถในการประมวลผลได้เร็วกว่าเมื่อพบว่าผู้หญิงมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้ชาย Skandhan และคณะ รายงานว่าเด็กผู้หญิงอายุ 8 ปีขึ้นไปมีความตื่นตัวดีกว่าเด็กผู้ชายที่อายุเท่ากันและเด็กผู้หญิงจะมีความสามารถทางสติปัญญาล้ำหน้าเด็กผู้ชายประมาณ 2 ปี (Skandhan et al. 1980; Shenvi and Balasubramanian. 1994: 229-231) แต่ผลการศึกษาอื่นได้ผลขัดแย้งกัน โดยพบว่าในทุกๆอายุผู้ชายจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้หญิง จากรายงานการศึกษา ทดสอบในอาสาสมัคร 7400 คน (Bellis. 1933) รายงานค่าเฉลี่ยการกดแป้นกดในการตอบสนองต่อแสง 220 มิลลิวินาทีในผู้ชาย และ 260 มิลลิวินาทีในผู้หญิง สำหรับการตอบสนองต่อเสียงในผู้ชาย 190 มิลลิวินาทีและ 200 มิลลิวินาทีในผู้หญิง Engel และคณะรายงานค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงในผู้ชายคือ 227 มิลลิวินาทีและผู้หญิง 242 มิลลิวินาที (Engel et al. 1972: 456-460) ต่อมา Silverman พบว่าค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงไม่แตกต่างกันมากระหว่างผู้ชายและผู้หญิง อาจเป็นเพราะผู้หญิงจำนวนมากที่เข้าร่วมทดสอบนั้น ขับรถและเล่นกีฬาทำให้มีการฝึกฝนการทำงานของ

สมองและกล้ามเนื้อ (Silverman. 2006: 57-69) ผู้ชายและผู้หญิงจะมีความแตกต่างกันในช่วงเริ่มให้สิ่งกระตุ้นจนถึงเริ่มมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ แต่เวลาในการหดตัวของกล้ามเนื้อในผู้ชายและผู้หญิงมีค่าเท่าๆกัน (Botwinick และ Thomoson. 1966: 175-183) และในภาวะที่ขาดน้ำประมาณ 2.6% ของน้ำหนักตัวเป็นเวลามากกว่า 7 วันจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้หญิงมีค่าเวลาปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นแต่ผู้ชายกลับมีค่าลดลง (Szinnai et al. 2005: R275-280) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ชายมีการตอบสนองไปถึงเป้าหมายได้เร็วกว่า แต่ผู้หญิงมีความแม่นยำมากกว่า (Barral and Debu. 2004: 299-312)

สำหรับผลค่าดัชนีมวลกายต่อค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียงมีการศึกษาถึงผลของดัชนีมวลกายต่อค่าเวลาปฏิกิริยาในกลุ่มอายุ 18-20 ปีและกลุ่มอายุ 65-75 ปี พบว่าทั้งผู้หญิงและผู้ชายที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงจะได้ค่าเวลาปฏิกิริยาสูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่มีดัชนีมวลกายต่ำก็จะได้เวลาปฏิกิริยาสูงขึ้นเช่นกันและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เฉพาะการตอบสนองต่อแสงเท่านั้น (Lalita and Jayshree. 2012: 94-99) การทดสอบในผู้หญิงกลุ่มอายุ 17-20 ปีพบว่าทั้งกลุ่มดัชนีมวลกายสูงและต่ำกว่าปกติ จะมีค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียงได้ช้ากว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายปกติและแต่มีเพียงการตอบสนองต่อแสงเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Deepmala et al. 2012: 1466-1468) Gunstad และคณะ ศึกษาในผู้ที่มีอายุน้อย วัยผู้ใหญ่ (21-50ปี) และคนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติ รายงานความสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติจะมี cognitive performance ลดลง ซึ่งความสัมพันธ์นี้ไม่เปลี่ยนแปลงตามอายุ (Gunstad et al. 2006: e15-19) คนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติมีความเสี่ยงต่อการรับรู้ (cognitive impairment) ลดลงเนื่องจากเกิดโรคของหลอดเลือด และมีการหลั่งฮอร์โมน cytokines จาก adipose tissue จากการศึกษารายงานว่าฮอร์โมนนี้เกี่ยวข้องกับการอักเสบของสมอง (Guerre-Millo. 2002; Pistell. 2010) นอกจากนี้ระดับฮอร์โมนเพศมีการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของ menstrual cycle ทำให้ร่างกายมีการคั่งของโซเดียมและน้ำ มีผลเพิ่มน้ำหนักตัวในผู้หญิง และมีผลต่อการนำกระแสประสาทช้าลง จึงมีผลต่อการประสานการทำงานของระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลาง (Bruce and Russel. 1962: 267-271) สำหรับค่าดัชนีมวลกายต่ำกว่าปกติพบว่ามีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงมากกว่ากลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติ (Gunstad et al. 2006: e15-19) Gustafson และคณะรายงานว่าค่าดัชนีมวลกายต่ำและ Cognitive function ที่เป็นผลมาจากสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ (Gustafson et al. 2006: 713-720) มีความเกี่ยวข้องกัน นอกจากนี้มีผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายต่ำจะมีผลทำให้สุขภาพแย่ลง (Sabia et al. 2009: 601-607) ฮอร์โมนหลั่งไม่สม่ำเสมอ เบื่ออาหาร การรับรู้ผิดปกติ (cognitive disorder)

จากงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นว่าการศึกษาถึงปัจจัยต่อค่าเวลาปฏิกิริยาในประเทศไทยยังมีน้อย และผลการทดลองที่ผ่านมายังมีข้อขัดแย้งและไม่ชัดเจน โดยเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเพศและดัชนีมวลกาย บางการทดลองพบผู้หญิงมีความสามารถในการประมวลผลได้เร็วกว่า จึงพบว่าผู้หญิงมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้ชาย (Shenvi and Balasubramanian. 1994: 229-231) แต่ก็มีผลแย้งจากการศึกษาอื่นๆโดยพบว่า ในทุกๆอายุผู้ชายจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้หญิง และพบความแตกต่างกันมากระหว่างค่าเวลาปฏิกิริยาในผู้ชายและผู้หญิงคือค่าเฉลี่ยการกดแป้นกดในการตอบสนองต่อแสง 220 มิลลิวินาทีในผู้ชาย และ 260 มิลลิวินาทีในผู้หญิง สำหรับการตอบสนองต่อเสียงในผู้ชาย 190 มิลลิวินาที และ 200 มิลลิวินาที (Bellis. 1933: 801) แต่การศึกษาต่อมาพบว่าความแตกต่างนั้นแคบลงระหว่างผู้ชายและผู้หญิง (Silverman. 2006: 57-69) ส่วนปัจจัยเกี่ยวกับค่าดัชนีมวลกายพบผลการศึกษายังไม่ชัดเจนคือกลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติจะพบค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียงสูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Lalita and Jayshree. 2012: 94-99) แต่อีกการศึกษาหนึ่งพบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะที่ตอบสนองต่อแสงเท่านั้น (Deepmala et al. 2012: 1466-1468) ส่วนในกลุ่มที่มีดัชนีมวลกายต่ำจะพบค่าเวลาปฏิกิริยามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบกลุ่มดัชนีมวลกายปกติเฉพาะการตอบสนองต่อแสงเท่านั้น (Lalita and Jayshree. 2012: 94-99; Deepmala et al. 2012: 1466-1468)

ดังนั้นผู้วิจัยและคณะจึงต้องการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าเวลาปฏิกิริยาในคนไทย โดยคัดเลือกอาสาสมัครจากนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นปีที่ 1 นักศึกษาเภสัชศาสตร์และกายภาพบำบัดชั้นปีที่ 2 และบุคลากรจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ และบุคคลภายนอกโดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาปฏิกิริยากับอายุ ดัชนีมวลกายและเพศ เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาผลการศึกษายังไม่ชัดเจน และมีข้อขัดแย้งอยู่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective)

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงกับอายุในอาสาสมัครคนไทยปกติ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงกับค่าดัชนีมวลกายในอาสาสมัครคนไทยปกติ
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงกับเพศในอาสาสมัครคนไทยปกติ

ขอบเขตของงานวิจัย (Scope of the Research)

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของอายุ เพศและค่าดัชนีมวลกายต่อค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง ในอาสาสมัครคนไทยปกติจากอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปจนถึง 74 ปี โดยสุ่มเลือกจากนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีชั้นปีที่1 จำนวน 26 คน เภสัชศาสตร์และกายภาพบำบัดชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คนบุคลากรมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 30 คน และบุคคลภายนอก 30 คนจำนวน 120 คนเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอายุ เพศ และค่าดัชนีมวลกายกับค่าเวลาปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อตัวกระตุ้นแสงและเสียง งานวิจัยนี้ได้รับการลงนามยินยอมจาก อาสาสมัครทุกท่านในการเข้าร่วมวิจัย ตามหลักการวิจัยและจริยธรรมในมนุษย์ โดยมีแบบฟอร์มการยินยอมระบุในภาคผนวก

นิยามศัพท์เฉพาะ (Definition of Terms)

เวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสง = เวลาปฏิกิริยา หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่ตัวรับของเซลล์ประสาทที่เรตินา (retina) ของตาได้รับสิ่งเร้าแล้วรายงานผลไปตามเส้นประสาทรับความรู้สึก (afferent neuron) เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) แล้วแปลค่าความรู้สึกส่งคำสั่งมาตามประสาทส่งความรู้สึก (efferent neuron) จนกระทั่งถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงาน

เวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียง = เวลาปฏิกิริยา หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่ตัวรับของเซลล์ประสาทที่คอ-เคลีย (cochlea) ของหูได้รับสิ่งเร้าแล้วรายงานผลไปตามเส้นประสาทรับความรู้สึก (afferent neuron) เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) แล้วแปลค่าความรู้สึกส่งคำสั่งมาตามประสาทส่งความรู้สึก (efferent neuron) จนกระทั่งถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงาน

อาสาสมัครคนไทยปกติ = คนไทยที่ไม่มีความผิดปกติของระบบประสาท ไม่มีอาการกล้ามเนื้อแขน ขา ลีบหรืออ่อนแรงและ มีค่าความดันเลือด อยู่ในช่วงที่กำหนดคือ 80 -130/50 – 90 มิลลิเมตรปรอท

ดัชนีมวลกาย = ค่าดัชนีมวลกายคำนวนจาก น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)/ความสูง^2 (เมตร^2) ตามเกณฑ์ของ WHO โดยแบ่งดัชนีมวลกายเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ดัชนีมวลกายปกติมีค่าเท่ากับ 18.5-24.99

กลุ่มที่ 2 ดัชนีมวลกายต่ำมีค่าน้อยกว่า 18.5

กลุ่มที่ 3 ดัชนีมวลกายสูงมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 25

อายุ = อาสาสมัครมีอายุอยู่ระหว่าง 18-74 ปี

สมมุติฐานของการวิจัย (Hypothesis)

1. ค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุและค่าดัชนีมวลกาย
2. ค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงมีความสัมพันธ์กับเพศ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Benefits)

เมื่อทราบค่าปกติของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงและความสัมพันธ์ของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงเสียง กับอายุ เพศ และค่าดัชนีมวลกายแล้ว สามารถนำผลที่ได้ไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการประเมินคุณภาพและความสามารถในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) และส่วนปลาย (peripheral nervous system) ของแต่ละบุคคล

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกายและค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียงของอาสาสมัครคนไทยปกติ” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร วารสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ความหมายของเวลาปฏิกิริยา
2. ความสำคัญของการเกิดเวลาปฏิกิริยา
3. วิถีประสาทการรับภาพ
4. หูและการได้ยิน
5. กลไกการได้ยินเสียง
6. วิถีประสาทของการได้ยินเสียง
7. ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)

เวลาปฏิกิริยา (reaction time) คือเวลาที่ใช้ตั้งแต่ที่มีการกระตุ้นตัวรับ (receptor) ให้ได้รับความรู้สึกจนถึงกล้ามเนื้อมีการหดตัวซึ่งการตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้นเรียกว่าปฏิกิริยาตอบสนองหรือเวลาปฏิกิริยา (reaction time) ปฏิกิริยาตอบสนองนี้ต้องอาศัยการเดินทางที่นำพลังประสาทจากตัวรับขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งกลับมายังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิบัตินี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของเวลาการตอบสนองทั้งหมด (response time) ซึ่งประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาร่วมกับเวลาการเคลื่อนไหว (movement time) ซึ่งเป็นเวลาที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวครั้งแรกจนถึงการสิ้นสุดการเคลื่อนไหว (Garg. 2013: 138-139)

เวลาปฏิกิริยาจะเริ่มขึ้นจากการที่เส้นใยประสาทที่นำความรู้สึกจากตัวรับ (receptor) ผ่านเซลล์ประสาทนำเข้า (afferent neuron) เข้าสู่ไขสันหลัง ทางรากประสาทด้านหลังของเนื้อขาวของไขสันหลังขึ้นไปสู่ที่เมดัลลา (medulla) ในเมดัลลาใยประสาทที่เกิดขึ้นมานี้จะสัมผัสกับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่จะทอดข้ามไปอีกด้านหนึ่งของร่างกาย แล้วทอดขึ้นสู่ทาลามัส (thalamus) ในทาลามัสจะมีเซลล์ประสาทตัว

ที่ 3 ซึ่งนำข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกไปสู่เปลือกสมองรับความรู้สึก (sensory cortex) ซึ่งอยู่ที่ผิวด้านนอกของสมอง เมื่อแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเปลือกสมองส่วนรับความรู้สึก ก็จะส่งผ่านมายังสมองสั่งการ(motorcortex) และผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวในเมดัลลา จนมาถึงไขสันหลังแล้วผ่านเซลล์ประสาทสั่งการ (efferent neuron) มาถึงอวัยวะที่แสดงผล (effector organ) ได้แก่ กล้ามเนื้อบริเวณต่างๆ ของร่างกาย

สรุปได้ว่าเวลาปฏิกิริยา (reaction time) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ (Garg. 2013: 138-139) คือ

1. เวลารับความรู้สึก (sense time, receiving time) คือ เวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึกแล้วเดินทางมาจนกระแสประสาทมาถึงประสาทส่วนกลาง

2. เวลาตัดสินใจ (decision time) คือ เวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการตอบสนอง

3. เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (initiation of movement time) คือ เวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อหดตัวทำงาน

เวลาการเกิดปฏิกิริยาสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท (Luce. 1986; Welford. 1980: 73-128)

1. เวลาการเกิดปฏิกิริยาง่าย (simple reaction time) มีหนึ่งสิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้าเพียง 1 สิ่ง และการตอบสนองเพียงอย่างเดียว

2. เวลาการเกิดปฏิกิริยาการรับรู้ (recognition reaction time) มีสิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้าบางอย่างที่ควรได้รับการตอบสนองและสิ่งเร้าอื่น ๆ บางสิ่งที่ไม่ควรตอบสนอง

3. เวลาการเกิดปฏิกิริยาทางเลือก (choice reaction time) มีสิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้าและการตอบสนองที่หลากหลาย

ความสำคัญของการเกิดเวลาปฏิกิริยา (Reaction time)

เวลาปฏิกิริยา (reaction time) หมายถึง ระยะเวลาที่ระบบประสาทรับรู้การกระตุ้นจากสิ่งเร้าจนถึงกระแสประสาทสั่งการไปถึงอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกลไกการเคลื่อนไหว (effector) ซึ่งเปรียบเทียบได้กับการปล่อยตัวนักกรีฑาในการวิ่งแข่งขัน ช่วงเวลาดังกล่าวจะเริ่มนับจากจุดที่นักกีฬาได้ยินสัญญาณปืนปล่อยตัวจนกระทั่งถึงจุดที่นักกีฬากำลังจะเริ่มต้นออกวิ่ง โดยที่ระยะเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของการกระตุ้น สภาพร่างกาย ระบบประสาทและอิทธิพลของยาบางชนิด อย่างไรก็ตาม นักวิ่งระยะสั้นที่ดีจะต้องสามารถสนองตอบหรือมีปฏิกิริยาตอบโต้ได้รวดเร็ว ซึ่งปฏิกิริยาการตอบสนองนี้ สามารถฝึกให้ดีขึ้นได้ด้วยการจัดระบบขั้นตอนของการฝึกให้สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงในการเคลื่อนไหว นักกีฬาที่มีปฏิกิริยาในการตอบสนองดี จะช่วยให้การ

เคลื่อนไหวเสียเวลาน้อยแต่ได้ระยะทางเพิ่ม (เจริญ กระบวนรัตน์. 2538) อีกทั้งเวลาปฏิกิริยาเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเตรียมพร้อมให้กับนักกีฬาเพื่อให้นักกีฬาคนนั้นสามารถประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) ที่กล่าวว่าความเร็วของเวลาปฏิกิริยามีความสำคัญในการกีฬา ตัวอย่างเช่น ในการวิ่งและว่ายน้ำ ผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาเร็วจะเริ่มออกตัวได้เร็วกว่าเมื่อได้รับสัญญาณปืน ในการแข่งขันที่เป็นทีม เช่น การเล่นบาสเกตบอล การที่มีเวลาปฏิกิริยาเร็วย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ เพราะสามารถส่งลูกบอลและรับลูกบอลได้โดยรวดเร็ว รวมทั้งการนำลูกบอลหนีฝ่ายตรงข้าม หรือในกรณีติดตามฝ่ายตรงข้าม เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าในผู้สูงอายุมีเวลาปฏิกิริยาช้าลงอย่างมากจึงส่งผลในชีวิตประจำวัน เช่น การขับรถที่ต้องดูสัญญาณไฟจราจรที่อาจตอบสนองช้ากว่าปกติ การเหยียบเบรครถยนต์เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกับสิ่งกีดขวาง นอกจากนี้การตอบสนองได้ช้าลงมีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่ายซึ่งเป็นสาเหตุการเจ็บป่วยและการตายที่พบบ่อย 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุ (Jevas and yan. 2001: 48-49; Patten and Craik. 2000; Traci. 2010)

เวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง

ช่วงเวลารับความรู้สึก (sense time, receiving time) ต่อตัวกระตุ้นแสง คือ ช่วงเวลาที่แสงตกกระทบเซลล์รับแสงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงการหลั่งสารสื่อประสาทจากเซลล์รับแสง หลังจากนั้นจะเกิดสัญญาณในรูปของกระแสประสาทออกจากเซลล์แกงเกลียในจอตา ซึ่งส่งแอกซอนออกมาในเส้นประสาทสมองคู่ที่2 (เส้นประสาทออปติก; optic nerve) ไปสิ้นสุดที่กลุ่มเซลล์ประสาทเจนิคูเลตด้านข้าง (lateral geniculate nucleus) จากนี้กระแสประสาทจะถูกส่งไปที่เซลล์ประสาทในซีรีบรัลคอร์เท็กซ์บริเวณรับภาพ (occipital lobe; visual cortex) เพื่อให้เกิดการบูรณาการของกระแสประสาทจากบริเวณต่างๆ บนจอตาให้แปลงเป็นภาพ เปรียบเสมือนกับการถ่ายทอดโทรทัศน์วงจรปิด กล่าวคือกล้องวิดีโอซึ่งเปรียบได้กับลูกตารับภาพจากวัตถุเปลี่ยนพลังงานแสงที่ผ่านเลนส์กล้องให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเปรียบเป็นกระแสประสาทนั่นเอง จากนั้นสัญญาณในรูปของกระแสไฟฟ้าถูกส่งเข้าเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งเปรียบได้กับซีรีบรัลคอร์เท็กซ์พูท้ายทอย สำหรับช่วงเวลารับความรู้สึก (sense time, receiving time) ต่อตัวกระตุ้นเสียง เมื่อมีคลื่นเสียงผ่านหูชั้นนอกมากระทบแก้วหู ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหู ซึ่งจะสั่นกระดูกหูทั้ง 3 ชิ้น (การสั่นของกระดูกหูจะช่วยขยายสัญญาณคลื่นเสียง) กระดูกโกลนจะสั่นเยื่อบริเวณฐานของคอเคลีย ทำให้ของเหลวเอนโดลิมพ์ และเยื่อเทคทอเรียลภายในโพรงสั่นสะเทือน การสั่นไหวของเยื่อเทคทอเรียลจะทำให้สเตอริโอซิเลีย (stereocillia) ซึ่งเป็นขนขนาดเล็กหลายเส้นของเซลล์รับเสียงเบนเข้าหาไคโนซิเลียม (kinocillium) ซึ่งเป็นขนเส้นเดี่ยวขนาดใหญ่ การเคลื่อนไหวของสเตอริโอซิเลียดังกล่าวมีผลให้ช่องไอออนที่ไม่จำเพาะต่อไอออนใดๆ เปิดออก แต่เนื่องจากน้ำเอนโดลิมพ์มีความ

เข้มข้นของไอออนโปแตสเซียมสูง ไอออนโปแตสเซียมสูงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์รับเสียงเกิดดีโพลาไรเซชัน ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ช่องไอออนแคลเซียมเปิดออก ไอออนแคลเซียมแพร่เข้าเซลล์และมีผลให้เกิดการปลดปล่อยสารสื่อประสาทจากเซลล์รับเสียง ซึ่งจะไปกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาทที่ปลายเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 ส่งต่อไปยังพูขมับของซีรีบรัลคอร์เท็กซ์ที่เป็นบริเวณรับเสียง (ชุมพล ผลประมูล และคณะ. 2552)

เวลาตัดสินใจ (decision time) และเวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (initiation of movement time) ของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง

เซลล์ในซีรีบรัลคอร์เท็กซ์บริเวณสั่งการจะทำหน้าที่ออกคำสั่งให้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายเคลื่อนไหว ตามปกติคำสั่งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มเซลล์ในธาลามัสซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่ส่งผ่านมาจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและ/หรือจากกลุ่มเซลล์ในเบซัลแกงเกลียกับซีรีเบลลัม ข้อมูลเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดแบบแผนหรือขั้นตอนการเคลื่อนไหว นอกจากกลุ่มเซลล์ในเบซัลแกงเกลียและซีรีเบลลัมยังอยู่ภายใต้อิทธิพลของกลุ่มเซลล์ใต้ชั้นและในชั้นซีรีบรัลคอร์เท็กซ์ของหลายๆ กลุ่มเซลล์เหล่านี้เกี่ยวข้องกับแรงบันดาลใจและการวางแผนต่างๆ ในการเคลื่อนไหวโดยตั้งใจ ขั้นตอนการทำงานของระบบสั่งการในการเคลื่อนไหวแบบตั้งใจคือ

1. ความคิดที่จะเคลื่อนไหวแบบตั้งใจเริ่มจากพูหน้าผากของสมอง (frontal cortex)
2. การวางแผน/รูปแบบของการเคลื่อนไหวขึ้นกับข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มเซลล์ในธาลามัสซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่ส่งผ่านมาจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและ/หรือจากกลุ่มเซลล์ในเบซัลแกงเกลียกับซีรีเบลลัม
3. เริ่มสั่งการให้เคลื่อนไหวโดยการทำงานของซีรีบรัลคอร์เท็กซ์
4. การเคลื่อนไหวมีการหดตัว-คลายตัวของกล้ามเนื้อซึ่งทุกขั้นตอนหรือระดับสั่งการจะมีการส่งข้อมูลป้อนกลับ

วิถีประสาทการรับภาพ (visual pathway) (Neuroscience online. 2014a: ออนไลน์)

ทางเดินสัญญาณประสาทรับภาพพื้นฐานมี 7 ระดับ ดังนี้

1. Retina
2. Optic nerve
3. Optic chiasm
4. Optic tract
5. Lateral geniculate body

6. Optic radiation

7. Visual cortex

วิถีประสาทรับภาพมีโครงสร้างเริ่มต้นที่ neural epithelium ของ rods cell, cone cell เซลล์ที่รับการถ่ายทอดสัญญาณประสาทครั้งแรกหรือเซลล์ประสาทลำดับที่ 1 คือ bipolar cell จากนั้นสัญญาณประสาทถูกส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทลำดับที่ 2 คือ ganglion cell เพื่อส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทลำดับที่ 3 ที่ lateral geniculate body จากนั้นถูกส่งเข้าไปตาม optic radiation สิ้นสุดยังเซลล์ประสาทใน visual cortex ของสมองใหญ่

เส้นประสาทออพติก (optic nerve)

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 ยาวประมาณ 5 ซ.ม. แต่ละข้างประกอบด้วยเส้นใยประสาทชนิดที่มี myelin sheath หุ้ม ประมาณ 1,000,000 เส้นใย โดยเส้นใยประสาทมาจาก axon ของ ganglion cell มาบรรจบรวมกันที่ optic disk

ส่วนไขว้ประสาทตา (optic chiasm)

เป็นส่วนที่ optic nerve 2 ข้างมาบรรจบกันนอกเบ้าตา จากการพาดข้ามกันของเส้นใยประสาทจากด้านใน เรตินา (nasal retinal region) ไปเป็น optic tract ด้านตรงข้าม และเป็นทางผ่านของเส้นใยประสาทจากด้านนอกเรตินา (temporal retinal region) ไปเป็น optic tract ด้านเดียวกัน ลักษณะเป็นแถบแบนรูปไข่หรือสีเหลี่ยม เส้นผ่าศูนย์กลางแนวขวางประมาณ 12 ม.ม. แนวหน้า-หลังประมาณ 8 ม.ม. หนาประมาณ 3 – 5 ม.ม. แปรผันได้ในแต่ละบุคคล วางอยู่บน diaphragma sellae หุ้มด้วย pia mater ล้อมรอบด้วย CSF ด้านหลังต่อเนื่องไปกับ optic tract

ลำเส้นใยประสาทตา (optic tract)

เป็นแถบรูปทรงกระบอก เริ่มจาก optic chiasm ไปที่ crus cerebri เฉียงออกด้านข้างกลายเป็นแถบแบนพาดด้านบนและยึดติดกับ crus cerebri แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. Medial root มีขนาดเล็กเชื่อมระหว่าง pretectal area และ superior colliculus 2 ข้าง โดยผ่านทาง superior brachium มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับ visual reflexes ต่างๆ เช่น light reflex, accommodation reflex

2. Lateral root มีขนาดใหญ่ สิ้นสุดใน lateral geniculate body เกี่ยวข้องกับการรับภาพ

optic tract เข้าไปสิ้นสุด 3 บริเวณ คือ lateral geniculate body เพื่อถ่ายทอดสัญญาณประสาทไปที่ visual cortex เกี่ยวข้องกับการรับภาพ, pretectal nucleus 2 ข้าง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ pupilloconstrictor pathway, และ superior colliculus เกี่ยวข้องกับ light reflex

แล็ตเทอร์ลัลเจนนิคิวเลทบอดี (lateral geniculate body)

ลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายหมวกนโปเลียนหรือหมวกแก็ป บางตำราว่าคล้ายรูปไข่ อยู่ด้านล่างค่อนไปด้านหลังต่อ dorsal thalamus ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดสัญญาณประสาท (sensory relay nucleus) ของธาลามัส มีเซลล์ประสาทจัดเรียงตัว 6 ชั้น คือชั้น 1, 4, 6 รับสัญญาณประสาทมาจาก nasal retinal region ข้างตรงข้าม ชั้น 2, 3, 5 รับสัญญาณประสาทมาจาก temporal retinal region ข้างเดียวกัน ดังนั้นสัญญาณการมองเห็นจากตาทั้ง 2 ข้างจะเข้ามาติดต่อในทุกชั้นของ lateral geniculate body โดยชั้นที่ 1, 2 รับภาพขาว-ดำ ส่วนชั้นที่ 3 – 6 รับภาพสี การเปลี่ยนแปลงความต่างศักดิ์เกิดขึ้นเมื่อมีภาพมากระทบ เรตินาหรือเมื่อมีการกระตุ้น optic nerve นอกจากนั้นยังได้รับสัญญาณประสาทมาจาก area 17, 18, 19, occulomotor center, reticular formation ด้วย สัญญาณประสาทออกไปตาม geniculocalcarine tract หรือ optic radiation

ออพติกเรดิเอชั่น (optic radiation) หรือ geniculocalcarine tract

เป็นกลุ่มเส้นใยประสาทที่นำสัญญาณประสาทจาก lateral geniculate body ไปยัง occipital lobe เริ่มโดยทอดขวางเข้าไปยัง retrolentricular part ซึ่งเป็นส่วนหลังของ posterior limb ของ internal capsule ขณะออกจาก internal capsule มีลักษณะกระจายออกด้านข้างของ lateral ventricle โดยแผ่ออกเป็นรูปพัดกลายเป็น medullary optic lamina โดยกลุ่มเส้นใยที่อยู่ด้านบนกว่าจะไปยัง occipital lobe กลุ่มเส้นใยด้านล่างกว่าจะเข้าไปยัง temporal lobe ก่อนย้อนกลับเป็น Meyer’s loop เข้ามาสิ้นสุดใน primary visual cortex

สมองส่วนรับภาพ (visual cortex)

อยู่ตามขอบบนและขอบล่างของ calcarine sulcus บริเวณนี้มักถูกเรียกว่า striate cortex เพราะมีแถบเข้มของ geniculocalcarine fibers สมองส่วนนี้ถูกกาหนดให้เป็น Brodman area 17 ประกอบด้วยเซลล์ต่างๆ จัดตัวเป็น 6 ชั้นจากด้านนอกเข้ามาด้านใน คือ

ชั้นที่ 1 : Plexiform lamina

ชั้นที่ 2 : External granular lamina

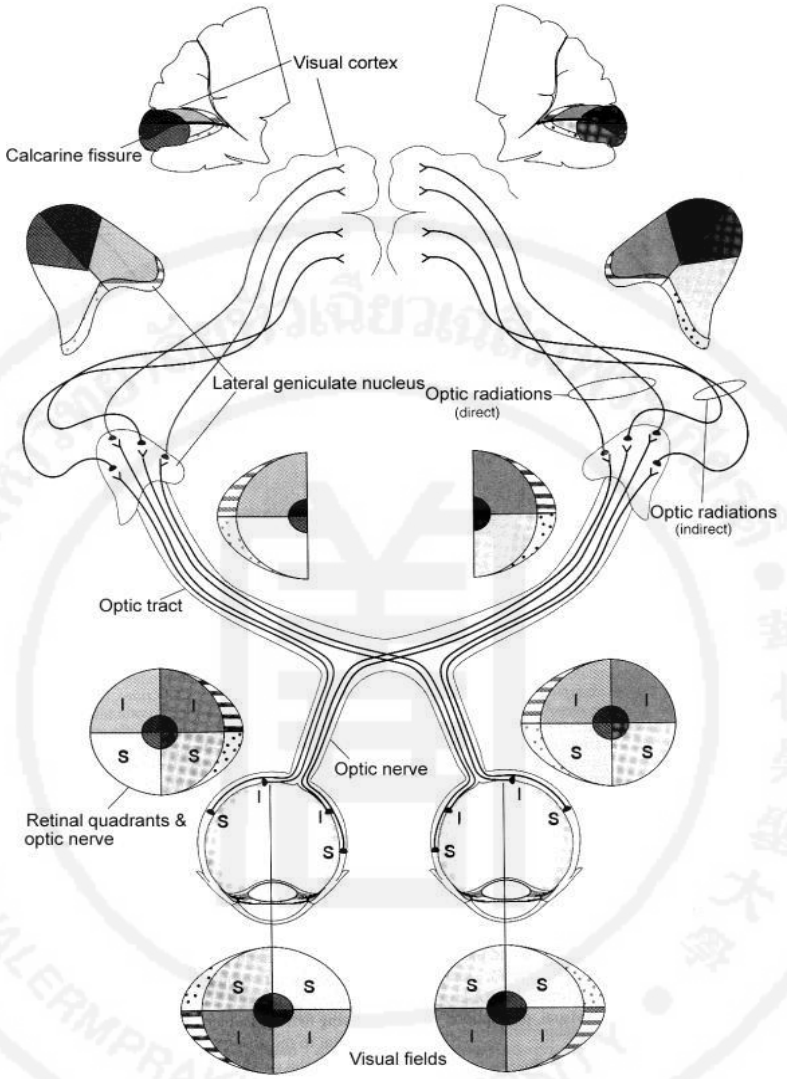
ชั้นที่ 3 : Pyramidal lamina

ชั้นที่ 4 : Internal granular lamina

ชั้นที่ 5 : Ganglionic lamina

ชั้นที่ 6 : Multiform lamina

หน้าที่ของสมองบริเวณนี้ คือบอกขนาดและรูปร่างของวัตถุที่มองเห็น เมื่อข้อมูลผ่านมาที่คอร์เท็กซ์นี้แล้วจะถูกส่งผ่านต่อไปยัง secondary visual area ซึ่งตรงกับ Brodmann area 18, 19 เพื่อบอกความสัมพันธ์ของขนาด รูปร่าง และการเคลื่อนไหว แปลผลสิ่งที่เห็นว่า คืออะไร และทาให้เกิดการมองตามวัตถุ นอกจากนั้นการติดต่อกันระหว่างบริเวณที่ 17 กับบริเวณที่ 18, 19 มีลักษณะเป็นการเชื่อมโยงแบบไป-กลับ (reciprocal connection) และส่งไปยังทั้ง 2 ซีกของบริเวณที่ 18, 19 ด้วยใยประสาทนำเข้าที่มายังบริเวณที่ 18, 19 ส่วนใหญ่มาจากบริเวณที่ 17 แต่มีบางส่วนมาจาก lateral geniculate body, pulvinar nucleus ซึ่งส่งผ่านมาทาง thalamus ส่วนใยประสาทนำออกจากบริเวณที่ 18, 19 เข้าไปที่ posterior parietal cortex หรือบริเวณที่ 7 ซึ่งทำหน้าที่รับรู้ถึงความตื้นลึก และเข้าไปที่ inferotemporal cortex หรือบริเวณที่ 20, 21 ทำหน้าที่วิเคราะห์รูปร่าง และสี แล้วส่งเข้าไปที่ frontal eye field ใน frontal lobe หรือบริเวณที่ 8 ทำหน้าที่ voluntary conjugate eye movement และยังติดต่อกับ angular gyrus หรือบริเวณที่ 39 ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการจดจำสิ่งที่มองเห็น



รูปที่ 2.1 ภาพลายเส้นแสดงทางเดินเส้นใยประสาทของระบบรับภาพ (Kingsley. 1996)

หูและการได้ยิน

หูเป็นอวัยวะที่ช่วยให้คนเราได้ยินเสียงต่างๆ และเป็นอวัยวะที่ทำงานเกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกายขณะร่างกายเคลื่อนไหว

ส่วนประกอบของหู

หูของคนเราแต่ละข้างแบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน

1.หูชั้นนอก ประกอบไปด้วย

1.1 ใบหู เป็นกระดูกอ่อนที่หุ้มด้วยผิวหนังบางๆ ทำหน้าที่ดักและรับเสียงเข้าสู่รูหู

1.2 รูหู เป็นท่อคดเคี้ยวเล็กน้อย ลึกประมาณ 2.5 ซม. ผนังของรูหูบุด้วยเยื่อบาง และใต้เยื่ออ่อนนี้เต็มไปด้วยต่อมน้ำมัน ทำหน้าที่ขับไขมันเหนียวและเหลว มาหล่อเลี้ยงรูหู ไขมันเหล่านี้เมื่อรวมกับสิ่งสกปรกต่างๆก็จะกลายเป็น ขี้หู ซึ่งจะช่วยป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาทางรูหูไม่ให้เข้าถึงเยื่อแก้วหูได้ง่าย

1.3 เยื่อแก้วหู เป็นเยื่อบางๆ อยู่ลึกเข้าไปในส่วนของรูหู กั้นอยู่ระหว่างหูชั้นนอกและหูชั้นกลาง ทำหน้าที่รับแรงสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงที่เดินทางเข้ามาทางรูหู

2.หูชั้นกลาง อยู่ถัดจากเยื่อแก้วหู มีลักษณะเป็นโพรงอากาศบรรจุกระดูกเล็กๆ 3 ชิ้นติดต่อกันคือกระดูกค้อน อยู่ติดกับเยื่อแก้วหู กระดูกทั่ง อยู่ตรงกลาง และกระดูกโกลน อยู่ติดกับหูชั้นใน ส่วนล่างของโพรงอากาศตอนปลายของหูชั้นกลางจะมีท่อยูสเตเชี่ยน (Eustachian tube) ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องอากาศแคบๆ และยาวต่อไปถึงคอ ทำหน้าที่ปรับความกดอากาศ ข้างในและข้างนอกหูให้มีความสมดุลกัน ทำให้เราไม่ปวดหูเวลาอากาศเข้าไปกระทบ แก้วหูขณะที่มีการหายใจ หรือกลืนอาหาร

กล้ามเนื้อของหูชั้นกลาง (middle ear muscles) มี 2 มัด คือ

2.1 กล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาไน (tensor tympani muscle) เลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 มีหน้าที่ทำให้แก้วหูตึงโดยถูกดึงเข้าข้างใน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความถี่ให้กับเสียงสะท้อน (resonant frequency) ของระบบการนำเสียง ทำให้รับเสียงที่มีความถี่ต่ำได้ดีขึ้น

2.2 กล้ามเนื้อสเตปิเดียส (stapedius muscle) เลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 ยึดเกาะที่ด้านหลังของกระดูกโกลน (stapes) มีหน้าที่ดึงกระดูกโกลนมาทางด้านหลัง เพื่อช่วยป้องกันหูชั้นในจากเสียงที่ดังมากๆจะเห็นได้ว่าการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสองมัดจะช่วยปรับและป้องกันการกระเทือนต่อหูชั้นกลางและหูชั้นในที่มีสาเหตุจากเสียงที่ดังมากๆ โดยเฉพาะเสียงที่มากระทบเยื่อแก้วหูซึ่งมีความดังเกิน 85 เดซิเบล

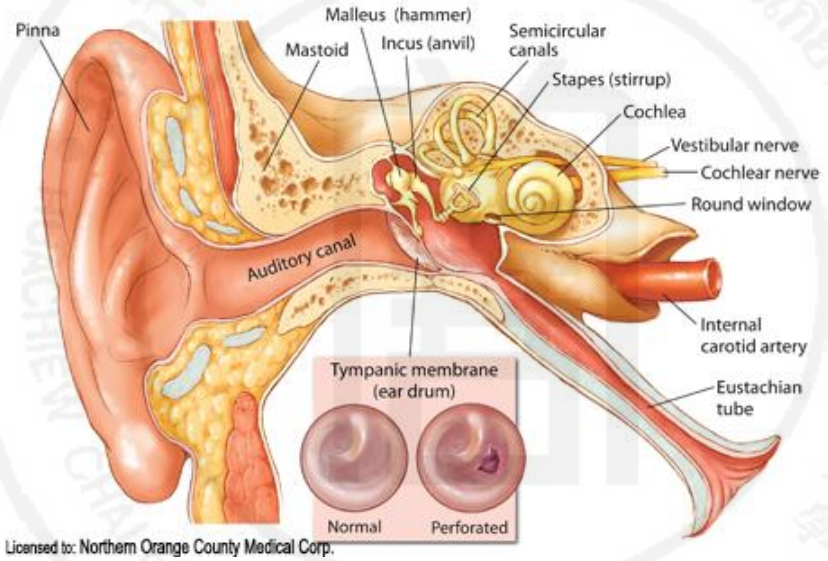
เส้นประสาทที่ผ่านหูชั้นกลางได้แก่ แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 (chordatympani nerve) แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 9 (glossopharyngeal nerve) และแขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 (trigeminal nerve)

3. หูชั้นใน อยู่ถัดจากกระดูกโกลนเข้ามา หูชั้นนี้ประกอบด้วยอวัยวะที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

3.1 ส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง มีลักษณะเป็นท่อเล็กๆ ที่ขดเป็นวงซ้อนกันอยู่หลายชั้นคล้ายหอยโข่ง ภายในมีท่อของเหลวบรรจุอยู่ ตามผนังด้านในของท่อมีอวัยวะรับเสียงอยู่ทั่วไป

3.2 ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทรงตัว มีลักษณะเป็นรูปท่อโค้งครึ่งวงกลมเล็กๆ 3 วง วางเรียงติดต่อกันตั้งฉากกับผนังภายใน ปลายของครึ่งวงกลมทั้ง 3 นั้น อยู่ติดกัน ท่อครึ่งวงกลมทั้ง 3 นี้บุด้วย

เนื้อเยื่อบางๆ ที่มีประสาทรับความรู้สึกเกี่ยวกับการทรงตัวกระจายอยู่ ส่วนที่เป็น ส่วนที่เป็นช่องว่าง ภายในท่อครึ่งวงกลมนี้ บรรจุด้วยของเหลว เมื่อเราเคลื่อนไหว ศีรษะ หูย่อมเอนเอียงไปด้วย ของเหลวที่บรรจุภายในท่อทั้ง 3 นี้ ก็จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเอียงของศีรษะ ซึ่งจะไปกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกเกี่ยวกับการทรงตัวแล้วส่งความรู้สึกไปยังสมองจึงทำให้เรา ทราบว่าร่างกายของเราทรงตัวอยู่ในลักษณะใด ของเหลวที่บรรจุในท่อครึ่งวงกลมนี้จะปรับไปตามความกดดันของอากาศ ถ้าความกดดันอากาศเปลี่ยนแปลงกะทันหันของเหลวปรับตัวไม่ทันก็จะทำให้เรามีอาการวิงเวียน ศีรษะเมื่อขึ้นไปอยู่ที่สูงๆอย่างรวดเร็วเป็นต้น

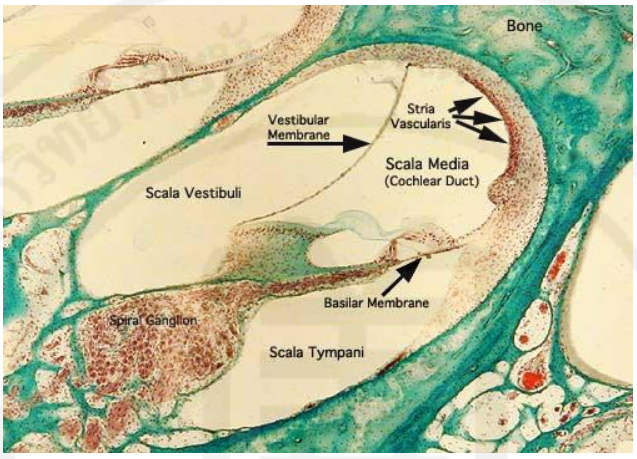


รูปที่ 2.2 แสดงกายวิภาคของหู 3 ชั้น (Rayer. 2012: ออนไลน์)

กลไกการได้ยินเสียง

คลื่นเสียงที่อยู่ในอากาศที่ผ่านเข้าไปในรูหู (external auditory canal) จะไปกระทบเยื่อแก้วหู (external auditory canal) จะไปกระทบเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) ของหูชั้นนอก ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน จากนั้นกระดูกหูชั้นกลางซึ่งได้แก่ กระดูกค้อน (malleus) , กระดูกทั่ง (incus) และกระดูกโกลน (stapes) จะทำหน้าที่เป็นคานถ่ายทอดการสั่นสะเทือนนั้นต่อไป ซึ่งการถ่ายทอดดังกล่าวจะทำให้เสียงมีความดังเพิ่มขึ้น เมื่อคลื่นเสียงกระทบผ่าน oval window จะทำให้ perilymph ใน scala vestibuli สั่นสะเทือนเกิดเป็นคลื่นแล้วถ่ายทอดต่อไปให้ endolymp ใน scala media หรือ

cochlear duct เกิดเป็นคลื่นด้วย ทำให้ basilar membrane สั่น ส่งผลให้ tectorial membrane กระทบขนของ hair cells ของ Organ of Corti เกิดเป็น impulse ผ่านไปตาม cochlear division ของประสาทสมองเส้นที่แปด ไปที่ศูนย์ของการได้ยินที่ temporal lobe ของ auditory cortex นอกจากนี้ การสั่นสะเทือนจะไปกระทบกับ perilymph ใน scala tympani และออกไปทาง round window ไปสู่หูชั้นกลางและอาศัย eustachian tube ช่วยปรับความดันภายในช่องหู



รูปที่ 2.3 แสดงภาพตัดขวางของหูส่วนชั้นในส่วน cochlea
(Histology Lab IX. 2010: ออนไลน์)

วิถีประสาทของการได้ยินเสียง (auditory pathway) (Neuroscience online. 2014b: online)

Cochlea nerve

ในเวลาที่ไม่มีเสียงมากระตุ้น เส้นใยประสาท cochlea จะมีการปล่อยกระแสประสาทแบบ random time sequence หรือที่เรียกว่า spontaneous activity เส้นใยประสาทที่มีการปล่อยสัญญาณประสาทแบบเกิดขึ้นเองในอัตราที่ช้า ความถี่ของเสียงที่ใช้พลังงานน้อยที่สุดในการกระตุ้นให้เกิดสัญญาณประสาทในเส้นใยประสาทเรียกว่า characteristic frequence

เมื่อเกิดสัญญาณประสาทเกิดขึ้นใน bipolar cell ที่บริเวณ spiral ganglion จะมีการถ่ายทอดสัญญาณไปตาม cochlea nerve ไปที่ cochlea nucleus ซึ่งอยู่บริเวณ brainstem โดยอัตรากาส่งกระแสประสาทจะขึ้นอยู่กับความดังและความถี่ของเสียงที่มากระตุ้น

Cochlea nucleus

แบ่งได้ 3 กลุ่มคือ anteroventral, posteroventral และ dorsal ส่วน anteroventral จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณประสาทที่ได้รับจาก cochlea nerve ต่อไปยัง superior olivary complex ซึ่งอยู่ที่

บริเวณ pons ทั้ง 2 ด้าน ส่วน posteroventral และ dorsal จะส่งสัญญาณต่อไปที่ lateral lemniscus และ inferior colliculus ของด้านตรงกันข้าม

Superior olivary complex

เป็นจุดแรกของ auditory pathway ที่ได้รับสัญญาณจาก cochlea nucleus ทั้งสองด้าน ทำให้เราสามารถเปรียบเทียบข้อมูลจากการได้ยินของหูทั้งสองด้านทำให้รับรู้ทิศทางของเสียง โดย lateral nucleus ของ superior olivary complex จะทำหน้าที่เปรียบเทียบความดังที่แตกต่างกันของสัญญาณเสียงที่ได้รับ เชื่อว่า superior olivary complex เป็นที่แรกที่มีสัญญาณกลับไปที่ nucleus ของ facial nerve เพื่อควบคุมกล้ามเนื้อ tensor tympani และ stapedius ให้มีการหดตัวเมื่อได้ยินเสียงดัง (acoustic reflex)

Lateral lemniscus

สัญญาณประสาทของ superior olivary complex ทั้งสองด้าน cochlea nucleus, lateral lemniscus และ inferior colliculus ของด้านตรงข้ามจะถูกส่งมาที่ lateral lemniscus หน้าที่ที่สำคัญของ lateral lemniscus เชื่อว่าเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณยับยั้งต่อ inferior colliculus ของด้านตรงข้ามในเวลาที่หูทั้งสองได้รับการกระตุ้นด้วยสัญญาณเสียงพร้อมกัน

Inferior colliculus

จะอยู่ที่ dorsal surface ของ midbrain เป็นบริเวณที่ได้รับสัญญาณประสาทจาก cochlea nucleus, superior olivary complex, lateral lemniscus และ inferior colliculus โดย central nucleus จะรับสัญญาณประสาทจาก auditory fiber ส่วน pericentral nucleus จะรับสัญญาณประสาทจาก somatosensory และ auditory fiber สัญญาณประสาทจาก inferior colliculus จะถูกส่งต่อไปที่ medial geniculate ganglion หน้าที่ของ inferior colliculus ในระบบการได้ยินเกี่ยวข้องกับการจำแนกความถี่ของเสียงและการรับรู้ทิศทางของเสียง นอกจากนี้ยังมีบางส่วนที่ส่งไป superior colliculus ซึ่งเป็น nucleus ที่รับข้อมูลจากระบบการมองเห็นเป็นส่วนใหญ่และรับข้อมูล จากระบบการได้ยินและ somatosensory ร่วมด้วย จึงเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของศีรษะและ กล้ามเนื้อตาที่ตอบสนองอัตโนมัติต่อการกระตุ้นด้วยเสียง

Medial geniculate ganglion

อยู่ที่บริเวณ inferior dorsolateral surface ของ thalamus, nucleus แบ่งได้ 3 กลุ่มได้แก่ ventral, dorsal และ medial ส่วน vental nucleus จะรับสัญญาณประสาทจาก inferior colliculus และส่งต่อไปที่ auditory cortex ส่วน dorsal และ medial nucleus จะรับสัญญาณประสาทจาก auditory และsomatosensory fiber สัญญาณประสาทจาก dorsal nucleus จะถูกส่งต่อไปที่

auditory cortex ทำให้เราสามารถรักษาความสนใจต่อการรับรู้การได้ยินสัญญาณประสาทจาก medial nucleus จะถูกส่งไปที่ส่วนอื่นของสมองทำให้เราตอบสนองต่อเสียงในรูปแบบอื่นๆ ได้

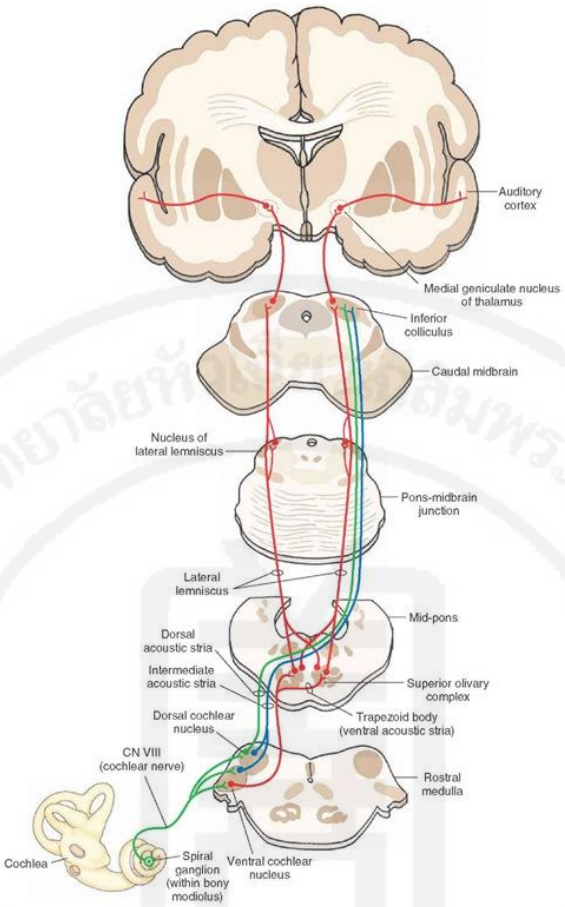
สรุปได้ว่า เมื่อมีการกระตุ้น organ of corti และให้พลังงานประสาท (nerve impulse) ไปตามเส้นประสาท cochlea (cochlear nerve) ซึ่งเป็นแขนงของ auditory nerve (vestibulocochlear nerve; cranial neve VIII) แล้วเข้าสู่ medial geniculate body ใน thalamus ไปสิ้นสุดที่ auditory cortex ของ temporal lobe

Auditory cortex แบ่งได้เป็น 2 area (ดังรูปที่ 2.4) คือ

1. Primary auditory cortex (Brodman area 41, 42) ซึ่งรับเส้นประสาทโดยตรงมาจาก medial geniculate body

2. Auditory association area (Brodman area 22) ซึ่งถูกกระตุ้นโดยกระแสประสาทจาก primary auditory cortex และ projection มาจาก thalamic association areas

ในคนที่มีการทำลายของ auditory association area (Brodman area 22) แต่ primary auditory cortex (Brodman area 41, 42) ยังดีอยู่ ผู้ป่วยยังสามารถได้ยินและแยกความสูงต่ำของเสียงได้ และสามารถแปลเสียงที่ง่ายและแยกเสียงในขั้นต้นได้แต่ไม่สามารถแปลความหมายของเสียงที่ได้ยิน



รูปที่ 2.4 แสดงภาพวิถีประสาทของการได้ยินเสียง (auditory pathway)
(What-When-How Indepth Tutorials and Information. 2012: ออนไลน์)

ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา

มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อกับค่าเวลาปฏิกิริยาได้แก่

1. อายุ ความสำคัญของอายุที่มีต่อเวลาปฏิกิริยามีข้อมูลในเด็กมีเวลาปฏิกิริยาช้าและเวลาที่ใช้สั้นลงเรื่อยๆเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เวลาสั้นที่สุดพบในนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย และเวลาปฏิกิริยาสามารถทำให้ลดลงได้จนถึงอายุ 30 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆยาวขึ้นเมื่ออายุ 60 ปีเวลาปฏิกิริยายังคงเร็วกว่าเมื่ออายุ 10 ปี สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอายุได้มีการศึกษาในอาสาสมัครชาวแคนาดา (Hultsch. 2002) และชาวอินเดีย (Chandak and Makwana. 2012; Lalita and Jayshree. 2012)

2. เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศ มีรายงานการศึกษาในอาสาสมัครชาวอังกฤษ มีความเห็นว่าผู้ชายมีค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองสั้นกว่าผู้หญิง (Bellis. 1933: 801) และการศึกษาใน

อาสาสมัครชาวอินเดีย พบว่าผู้ชายมีความไวในการตอบสนองให้ถึงเป้าหมายเร็วกว่าความแตกต่างนี้อาจเนื่องจากในการดำเนินชีวิตประจำวัน ผู้ชายต้องปฏิบัติกิจกรรมที่ใช้ความเร็วมากกว่าผู้หญิง ถึงแม้ผู้หญิงถึงเป้าหมายช้ากว่าเล็กน้อยแต่มีความแม่นยำมากกว่า (Barral and Debu. 2004: 299-312)

3. ผลของความเมื่อยล้า (fatigue) มีผลการศึกษาในอาสาสมัครชาวสวีเดน พบว่าภาวะเมื่อยล้า เช่น การอดนอน จะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป (Van Den Berg and Neely. 2006: 589-599) แต่การอดนอนมีผลน้อยตราบเท่าที่ผู้ทดสอบสามารถเพ่งความสนใจอยู่ที่ตัวกระตุ้น (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสัมพันธ์ของเวลาปฏิกิริยากับอายุ

การศึกษาของฮอดก์คินส์ (1963: 335-344) ที่ได้ศึกษาถึงเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของการเคลื่อนไหวระหว่างเพศชายและหญิงในอาสาสมัคร จำนวน 900 คน อายุในช่วง 6-54 ปี ทดสอบความแตกต่างของความเร็วของเวลาปฏิกิริยาและการเคลื่อนไหวระหว่างหญิงและชายในแต่ละระดับอายุ พบว่าความเร็วของเวลาปฏิกิริยา อายุระหว่าง 12-54 ปี ชายจะเร็วกว่าหญิง ความเร็วสูงสุดของเวลาปฏิกิริยาทั้งชายและหญิงจะอยู่ในช่วงระหว่างอายุ 18-21 ปีและความเร็วของเวลาปฏิกิริยาและความเร็วในการเคลื่อนไหวจะเพิ่มขึ้นจนถึงเข้าวัยรุ่นตอนต้นและจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ในช่วงต้น อีกทั้งการศึกษาของแบทราและคณะ (2014: 25–29) ที่ได้ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อแสงและเสียงโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือวัยรุ่นจนถึงผู้ใหญ่ในช่วงอายุ 18-28 ปีและผู้ใหญ่ตอนปลายคือช่วงอายุ 45-55 ปี ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มผู้สูงอายุมีค่าเวลาปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อทั้งแสงและเสียงมากกว่ากลุ่มที่อายุน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

เมื่อวัดค่าเวลาปฏิกิริยาโดยใช้สิ่งกระตุ้นที่ไม่มีเงื่อนไขซับซ้อนจะพบว่าค่าเวลาปฏิกิริยามีค่าน้อยในช่วงอายุ ≥ 20 ปี จากนั้นจะเพิ่มขึ้นช้าๆ เมื่ออายุ 50-60 ปี และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออายุ ≥ 70 ปี การที่ค่าเวลาปฏิกิริยาจะมีค่ามากขึ้นเมื่อบุคคลมีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากการทำงานของระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการไปยังกล้ามเนื้อเสื่อมลงไป (Ostrow. 1989; Patten and Craik. 2000; Salthouse. 1985; Sirear. 2001) นอกจากนี้ยังมีเหตุผลที่ทราบกันโดยแพร่หลายคือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยารวมทั้งค่าการชักนำกระแสประสาทจะลดลง (Awang et al. 2006: 19–23) ขนาดของเส้นประสาทจะลดลง เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปจากเดิมทำให้การผ่านเข้าออกของไอออนต่าง ๆ ผิดปกติและส่งผลทำให้การนำส่งกระแสประสาทในบริเวณแอกซอนลดลง ซึ่งผลทำให้สูญเสียการทำงานที่สัมพันธ์กันของกล้ามเนื้อ agonist และ antagonist ในขณะที่มีการ

เคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว (Huang et al. 2009: 242–249; Jevas and Yan. 2001: 48-49) และเมื่ออายุมากขึ้นมีการเพิ่มการติดต่อกันมากขึ้นระหว่างสมองซีกซ้ายและขวาโดยผ่านสมองส่วน corpus callosum ซึ่งเปรียบเหมือนเขื่อน เมื่อต้องการให้มีการเคลื่อนไหวของร่างกายข้างหนึ่งข้างใด คำสั่งจะถูกส่งมาจากสมองซีกนั้นโดยจะมี corpus collosum กั้นไม่ให้ข้อมูลรั่วไหลไปสมองซีกตรงข้าม แต่พออายุมากขึ้นสมองส่วน corpus collosum เสื่อมลงทำให้หน้าที่กั้นข้อมูลไปด้านตรงข้ามดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้ข้อมูลรั่วไหลไปด้านตรงข้ามได้เกิดการเคลื่อนไหวที่เรียกว่า mirror movement คือต้องการสั่งให้ข้างหนึ่งเคลื่อนไหวแต่ขณะเดียวอีกข้างจะเคลื่อนไหวตาม ทำให้เกิดความสับสนและมีการตอบสนองช้าลง รวมทั้งผู้สูงอายุมีความสามารถในการแบ่งแยกความสนใจระหว่างงานหรือสิ่งของสองอย่างในทันทีทันใดลดลง สมาธิสั้น ถูกรบกวนได้ง่าย จึงทำให้การบันทึกหรือสนใจรับข้อมูลลดลง การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ต้องใช้เวลามากขึ้น ความสามารถที่จะตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นอาจจะช้าลงไป Ebersole และคณะ (2005) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่ทำให้เกิดความชราเช่น ทฤษฎีอนูมูลอิสระ (Free radical theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเสื่อมสลายของเซลล์ภายในร่างกาย เกิดจากการสะสมของสารประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางเคมีขั้นสุดท้ายของออกซิเจนภายในเซลล์ จึงเกิดการทำลายผนังเซลล์ได้ง่าย ทำให้มีคอลลาเจนและอิลาสติน (elastin) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จนเนื้อเยื่อเสียความยืดหยุ่นไป และทฤษฎีความเสื่อมถอย (Wear and tear theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าความสูงอายุเป็นกระบวนการที่มีลักษณะกลไกคล้ายเครื่องยนต์ เมื่อเซลล์ทำงานเป็นเวลานานย่อมต้องหย่อนสมรรถภาพ โดยมีความเครียดเป็นตัวกำหนดความแตกต่างของความเสื่อมและการถดถอยทำให้การปฏิบัติต่างๆในชีวิตประจำวันเป็นไปด้วยความไม่ปลอดภัยหรือไม่สามารถพึ่งพาตัวเองได้ ผู้สูงอายุจะมีระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพลดลง จะมีการเคลื่อนไหวช้า ไม่คล่องแคล่ว กล้ามเนื้อฝ่อลีบ ความตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง เส้นใยกล้ามเนื้อบาง ปลายประสาทที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อเสื่อมสภาพทำให้ไขมันเข้าไปแทนที่ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง การทรงตัวและรูปร่างผิดไปจากเดิม จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับความไวในการตอบสนองต่อตัวกระตุ้น ซึ่งเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ความไวในการตอบสนองต่อตัวกระตุ้นจะช้าลง เนื่องจากความสามารถในการสร้างแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการหกล้มได้ง่ายในผู้สูงอายุ ส่วนทางด้านระบบประสาท ผู้สูงอายุมีความเสื่อมทางระบบประสาท โดยทำให้มีการหลั่งสารเคมีในสมองเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน เช่น ซีโรโทนิน (serotonin) และนอร์เอปิเนฟริน (norepinephrine) ลดต่ำลง และอาจมีความผิดปกติของเซลล์รับสารสื่อประสาท รวมทั้งมีการฝ่อลีบของร่องสมองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ร่องสมองกว้างขึ้นและลึกลง ปริมาณสารภายในสมองลดลง มีการขยายตัวของโพรงสมอง (ventricle) ที่เก็บน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (CSF; cerebrospinal fluid) นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ในระบบประสาท เช่น ใช้

เวลาของการตอบสนองมากขึ้น จากการเสื่อมสภาพของระบบการจัดระเบียบภายในสมอง การทรงตัวของร่างกายไม่ดี สูญเสียกลไกในการรับความรู้สึก ความสามารถในการได้ยิน ความสามารถในการมองเห็น การเคลื่อนไหวของลูกตา การรับแสงและการรับรู้ทางสายตาเสื่อมลง เลนส์ตาไม่สามารถปรับขนาดเพื่อมองวัตถุที่อยู่ใกล้ได้เป็นผลทำให้สายตายาว ความสามารถในการรับรู้ของข้อต่อ กระดูกและกล้ามเนื้อเกี่ยวกับตำแหน่งของร่างกาย (proprioception) ลดลง ประสิทธิภาพของระบบประสาทที่ใช้ในการประมวลข้อมูลจากระบบต่างๆ ลดลง ทำให้มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการกระตุ้น (reaction time) ที่ถูกต้องลดลง การทำงานของส่วนต่างๆ ในร่างกายไม่ประสานสัมพันธ์กันทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้อง มีทิศทางและความเร็วที่ไม่เหมาะสม และผู้สูงอายุเป็นผู้ที่ทำกิจกรรมต่างๆ ค่อนข้างเชื่องช้า ความจำและสติปัญญาเสื่อมถอยลง เช่น ลืมง่าย เรียกความจำกลับมาได้ยาก ความคิดและการเคลื่อนไหวช้าลง ความไวต่อการตอบสนองช้าลง (Ebersole et al. 2005; Ferrini. 2000)

ความสัมพันธ์ของเวลาปฏิกิริยากับเพศ

เพศก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าเวลาปฏิกิริยา ผู้หญิงมีความสามารถในการประมวลผลได้เร็วกว่าเมื่อพบว่าผู้หญิงมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้ชาย Skandhan และคณะ รายงานว่าเด็กผู้หญิงอายุ 8 ปีขึ้นไปมีความตื่นตัวดีกว่าเด็กผู้ชายที่อายุเท่ากันและเด็กผู้หญิงจะมีความสามารถทางสติปัญญาล้ำหน้าเด็กผู้ชายประมาณ 2 ปี (Shenvi and Balasubramanian. 1994: 229-231; Skandhan et al. 1980; 275-278) แต่ผลการศึกษาอื่นได้ผลขัดแย้งกัน โดยพบว่าในทุกๆช่วงอายุผู้ชายจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้หญิงจากรายงานการศึกษา ทดสอบในอาสาสมัคร 7400 คน (Bellis. 1933: 801) รายงานค่าเฉลี่ยการกดแป้นกดในการตอบสนองต่อแสง 220 มิลลิวินาทีในผู้ชาย และ 260 มิลลิวินาทีในผู้หญิง สำหรับการตอบสนองต่อเสียงในผู้ชาย 190 มิลลิวินาทีและ 200 มิลลิวินาทีในผู้หญิง Engel และคณะรายงานค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงในผู้ชายคือ 227 มิลลิวินาทีและผู้หญิง 242 มิลลิวินาที (Engel et al. 1972: 456-460) ต่อมา Silverman พบว่าค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงไม่แตกต่างกันมากระหว่างผู้ชายและผู้หญิง อาจเป็นเพราะผู้หญิงจำนวนมากที่เข้าร่วมทดสอบนั้นขับรถและเล่นกีฬาทำให้เกิดการฝึกฝนทำให้การทำงานของสมองและกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กัน (Silverman. 2006: 57-69) และ Spierer และคณะ (2010: 957-964) รายงานว่าเมื่อทดสอบค่าเวลาปฏิกิริยาในผู้ชายที่เล่นฟุตบอลเปรียบเทียบกับผู้หญิงที่เล่นลาครอส (lacrosse) ซึ่งเป็นกีฬาที่เล่นกันในสหรัฐอเมริกาพบว่าผู้ชายสามารถตอบสนองได้เร็วกว่าทั้งตัวกระตุ้นแสงและเสียง โดยเฉพาะตัวกระตุ้นแสงผู้ชายจะตอบสนองได้เร็วกว่าอย่างชัดเจน สำหรับความแตกต่างของค่าเวลาปฏิกิริยาในผู้หญิงและผู้ชาย จะมีความแตกต่างกันในช่วงที่ได้รับสิ่งกระตุ้นแล้วมีการประมวลผลที่สมองแล้วส่งคำสั่งไปทำให้กล้ามเนื้อเริ่มหดตัว แต่เวลาที่กล้ามเนื้อ

ใช้ในการหดตัว (muscle contraction times) ในผู้ชายและผู้หญิงมีค่าเท่าๆกัน (Botwinick and Thomoson. 1966: 175-183) และในภาวะที่ขาดน้ำประมาณ 2.6% ของน้ำหนักตัวเป็นเวลามากกว่า 7 วันจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้หญิงมีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลงแต่ผู้ชายกลับมีการตอบสนองเร็วขึ้น (Szinnai et al. 2005: 275-280) และผู้ชายจะมียุทธศาสตร์ในการตอบสนองไปถึงเป้าหมายได้เร็วกว่าแต่ผู้หญิงมีความแม่นยำมากกว่า (Barral and Debu. 2004: 299-312) อย่างไรเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การตอบสนองช้าลงทั้งในผู้หญิงและชาย (Jevas and yan. 2001: 48-49) ส่วนการศึกษาในประเทศไทยของเพ็ญจันทร์ และเอนก (2546: 57–72) ที่ได้ศึกษาเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างโดยการกระโดดให้เท้าทั้งสองลอยพ้นจากแผ่นสวิทช์ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเห็นแสงไฟ และทดสอบปฏิกิริยาอย่างง่ายเมื่อเห็นแสงและได้ยินเสียงจากเครื่องให้สัญญาณ พบว่าเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างและเวลาปฏิกิริยาอย่างง่ายที่กระตุ้นด้วยเสียงทั้งเพศชายและหญิงจะพัฒนาเร็วขึ้นเมื่ออายุมากกว่า 10 ปีและในเพศชายจะเร็วที่สุดเมื่อมีอายุ 26–30 ปี ส่วนเพศหญิงจะเร็วที่สุดเมื่ออายุ 21-25 ปี หลังจากนั้นเวลาปฏิกิริยาจะค่อยๆ ลดลง และเวลาปฏิกิริยาตลอดร่างของเพศชายเร็วกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ

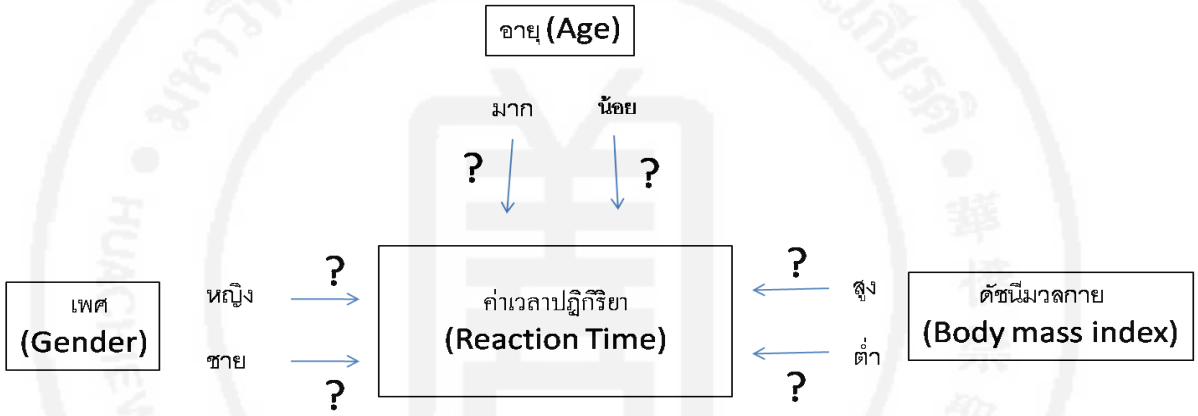
ความสัมพันธ์ของเวลาปฏิกิริยากับดัชนีมวลกาย

ค่าดัชนีมวลกายคำนวณจาก น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)/ความสูง^2 (เมตร^2) ตามเกณฑ์ของ WHO โดยแบ่งดัชนีมวลกายเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ดัชนีมวลกายปกติมีค่าเท่ากับ 18.5-24.99 กลุ่มที่ 2 ดัชนีมวลกายต่ำมีค่าน้อยกว่า 18.5 กลุ่มที่ 3 ดัชนีมวลกายสูงมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 25 ความอ้วนอาจนำไปสู่สาเหตุการตาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับโรคต่างๆเช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวานชนิดที่ 2 รวมทั้งเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมอง ด้านสติปัญญา การเรียนรู้ (cognitive outcome) ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคอัลไซเมอร์ จากการที่มีการฝ่อลีบของ temporal lobe ทั้งสองข้าง สำหรับผลค่าดัชนีมวลกายต่อค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียง มีผู้ทำการศึกษาถึงผลของดัชนีมวลกายต่อค่าเวลาปฏิกิริยาในกลุ่มอายุ 18-20 ปีและกลุ่มอายุ 65-75 ปี พบว่าทั้งผู้หญิงและผู้ชายที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงจะได้ค่าเวลาปฏิกิริยาสูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่มีดัชนีมวลกายต่ำก็จะได้เวลาปฏิกิริยาสูงขึ้นเช่นกันและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เฉพาะการตอบสนองต่อแสงเท่านั้น และพบว่าเพศหญิงที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาสูงกว่าเพศชายที่มีดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติ เหตุผลเนื่องจากฮอร์โมนเพศหญิงจะส่งผลให้มีการคั่งของเกลือและน้ำไว้ในร่างกายมากกว่าปกติมีผลเพิ่มน้ำหนักตัวในผู้หญิง และมีผลต่อการนำกระแสประสาทช้าลง ซึ่งจะทำให้การรับสัมผัสและการสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว (Lalita and Jayshree. 2012: 94-99) ส่วนการศึกษาที่ทำการทดสอบในผู้หญิงกลุ่มอายุ

17-20 ปีพบว่าทั้งกลุ่มดัชนีมวลกายสูงและต่ำกว่าปกติ จะมีค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียงได้ช้ากว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายปกติ และแต่มีเพียงการตอบสนองต่อแสงเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Deepmala. 2012: 1466-1468) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nene และคณะ (2011) ที่ได้ศึกษาในสตรี 60 คน พบว่าค่าเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มดัชนีมวลกายสูงและต่ำกว่าปกติ จะมีค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียงได้ช้ากว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายปกติ และค่าเวลาปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อแสงในกลุ่มดัชนีมวลกายต่ำกว่าปกติเท่านั้นจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่การศึกษาในเพศชายพบว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาสูงกว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายต่ำกว่าปกติและปกติ (Skurvydas et al. 2009: 77-85) ในขณะที่การศึกษาของ Gunstad และคณะ ศึกษาในผู้ที่มีอายุน้อย วัยผู้ใหญ่ อายุระหว่าง 21-50 ปี และคนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติ รายงานความสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติจะมี cognitive performance ลดลง ซึ่งความสัมพันธ์นี้ไม่เปลี่ยนแปลงตามอายุ (Gunstad et al. 2006: 15-19) คนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติมีความเสี่ยงต่อการรับรู้ (cognitive impairment) ลดลง เนื่องจากเกิดโรคของหลอดเลือด และมีการหลั่งฮอร์โมน cytokines จาก adipose tissue จากการศึกษารายงานว่าฮอร์โมนนี้เกี่ยวข้องกับการอักเสบของสมอง (Guerre-Millo. 2002; Pistell. 2010) นอกจากนี้ Bruce และ Russel รายงานว่าระดับฮอร์โมนเพศมีการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของ menstrual cycle ทำให้ร่างกายมีการคั่งของโซเดียมและน้ำ มีผลเพิ่มน้ำหนักตัวในผู้หญิง และมีผลต่อการนำกระแสประสาทช้าลง จึงมีผลต่อการประสานการทำงานของระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลาง (Bruce and Russel. 1962: 267-271) สำหรับค่าดัชนีมวลกายต่ำกว่าปกติพบว่ามีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงมากกว่ากลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติ (Gunstad et al. 2006: 15-19; 2007: 57-61) Gustafson รายงานว่าค่าดัชนีมวลกายต่ำและ Cognitive function ที่เป็นผลมาจากสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ (Gustafson. 2006: 713-720) มีความเกี่ยวข้องกัน นอกจากนี้มีผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายต่ำจะมีผลทำให้สุขภาพแย่ลง (Sabia et al. 2009: 601-607) ฮอร์โมนหลั่งไม่สม่ำเสมอ เบื่ออาหาร การรับรู้ผิดปกติ (cognitive disorder) ส่วนการศึกษาในเด็กที่ได้วัดค่าเวลาปฏิกิริยาในเด็กผู้ชายในช่วงอายุ 7–11 ปี จำนวน 533 คน ทำการวัดค่า BMI ค่ารอบเอว และค่าสัดส่วนของรอบเอวกับความสูง ผลการศึกษาพบว่าค่าเวลาปฏิกิริยาที่ทดสอบแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Esmaeilzadeh. 2014: 171–178)

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาปัจจัยทางด้านอายุ เพศ และค่าดัชนีมวลกาย ในอาสาสมัครคนไทยปกติว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรต่อค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง โดยการหาความสัมพันธ์ของค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง ระหว่างกลุ่มที่อายุมากกับกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่าเพื่อศึกษาว่าเมื่ออายุมากขึ้นจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการเปลี่ยนแปลงของอายุ ค่าดัชนีมวลกายระหว่างคนอ้วน (ค่าดัชนีมวลกายมาก) และคนผอม (ค่าดัชนีมวลกายน้อย) ว่าค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงเป็นอย่างไรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ รวมทั้งเพศหญิงจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงมากกว่าเพศชายหรือไม่ (รูปที่2.5)



รูปที่ 2.5 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

การวิจัยนี้ต้องการศึกษาการวัดค่าเวลาปฏิกิริยา โดยให้ผู้รับการทดสอบตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น แสง เสียง และ แสงสลับสี โดยมีการดำเนินตามขั้นตอนต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้

หลักการวิจัยและจริยธรรมในมนุษย์

การวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจริยธรรมโดยคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ วันที่ 20 สิงหาคม 56 เลขที่รับรอง อ. 166/2556 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะต้องลงนามในใบยินยอมก่อนเริ่มทำการวิจัย (แบบฟอร์มการลงนามแสดงไว้ในส่วนภาคผนวก)

กลุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษาในอาสาสมัครคละเพศที่มีสุขภาพดี อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปจนถึง 74 ปี โดยสุ่มเลือกจากนักศึกษาอายุระหว่าง 18-22 ปี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นปีที่1 จำนวน 30 คน เภสัชศาสตร์และกายภาพบำบัดชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน บุคลากรมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ อายุระหว่าง 25-55 ปี จำนวน 30 คน และบุคคลภายนอกอายุระหว่าง 55-74 ปีจำนวน 30 คนเนื่องจากช่วงอายุนี้บุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ รวมอาสาสมัครทั้งหมดจำนวน 116 คนโดยการสุ่มขนาดตัวอย่างแบบ stratified random sampling ใช้สูตร sample size for correlation คือ

$$n = \frac{(Z_{\alpha}+Z_{1-\beta})^2}{1/4[\log_e(1+\rho/1-\rho)]^2} + 3$$

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีความผิดปกติของระบบประสาท ไม่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการมองเห็น เช่น ตาบอดสี และการได้ยิน เช่น หูอื้อ หูตึง เป็นต้น ไม่มีอาการชาหรืออ่อนแรงของมือและขา ไม่มีอาการกล้ามเนื้อแขน ขา ลีบและมีสัญญาณชีพปกติ ไม่มีประวัติเป็นโรคเบาหวาน โรคไตวายเรื้อรัง โรคพิษสุราเรื้อรัง และโรคของต่อมไธรอยด์ ไม่เคยมีประวัติ

ได้รับอุบัติเหตุหรือการผ่าตัดที่คอ มือ แขน หลัง โดยหาข้อมูลจากการซักประวัติ ตรวจร่างกายเบื้องต้น และข้อมูลในแบบสอบถาม ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะต้องลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มทำการวิจัย

2. เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยจะนัดหมายกลุ่มตัวอย่างเพื่อมาวัดค่าเวลาปฏิกิริยาแสง และเสียงวันละ 3-5 คนในช่วงเวลา 09.00 –11.00 น. โดยใช้เวลาในการวัดแต่ละคนประมาณ 10 –15 นาที ทั้งนี้จะต้องชั่งน้ำหนัก ส่วนสูง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการหาค่าดัชนีมวลกายของผู้รับการทดสอบแต่ละคน

3. วัดค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงโดยใช้เครื่อง reaction time measurement apparatus โดยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

3.1. เมื่อผู้ถูกทดสอบมาถึงที่ห้องปฏิบัติการให้นั่งพักประมาณ 10-15 นาที เมื่อครบตามเวลาแล้วจึงวัดสัญญาณชีพเพื่อประเมินสุขภาพโดยรวมของร่างกายและประเมินว่าร่างกายอยู่ในสภาวะพักจริงหรือไม่ โดยความดันเลือดต้องมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้ความดันเลือด 80-130/50–90 มิลลิเมตรปรอท

3.2. ให้ผู้รับการทดสอบอยู่ในท่าทางที่สบายควรให้นั่งเก้าอี้ทดสอบ

3.3. ก่อนวัดต้องทำความเข้าใจกับผู้รับการทดสอบ โดยอธิบายถึงวิธีการทดสอบค่าเวลาปฏิกิริยาให้เข้าใจก่อน

หลักการวัดค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง

การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องทดสอบค่าเวลาปฏิกิริยา (reaction time) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ตัวเครื่องมีสิ่งกระตุ้น 2 ชนิด คือแสงและเสียง ให้กดเลือก เมื่อต้องการให้สิ่งกระตุ้นแสงหรือเสียงไปปรากฏที่ผู้รับการทดสอบ กด start จากนั้นตัวเลขที่เป็นค่าเวลาจะเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนเมื่อผู้รับการทดสอบเห็นแสงหรือได้ยินเสียงดังขึ้นจึงกดแป้นกด หรือกระดกปลายเท้าลงบนแป้นเหยียบ ขณะนั้นตัวเลขบนหน้าปัดก็จะหยุด ตัวเลขนั้นก็คือค่าเวลาปฏิกิริยาของผู้รับการทดสอบให้บันทึกค่าเวลาปฏิกิริยานี้ไว้ในตารางบันทึกแล้วจึงกด reset เพื่อลบค่าเดิมออกแล้วเริ่มให้สิ่งกระตุ้นใหม่ แต่ละคนให้ทดสอบซ้ำทั้งหมด 5 ครั้งแล้วนำมาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าเวลาปฏิกิริยาที่เที่ยงตรงขึ้น ค่าเวลาปฏิกริยามีค่าประมาณ 0.14-0.30 วินาที
2. แป้นกด ให้ผู้รับการทดสอบวางมือไว้ที่ตำแหน่งฐานของแป้นกด พร้อมกดให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้เมื่อได้รับสิ่งกระตุ้น
3. แป้นเหยียบ ให้ผู้รับการทดสอบวางเท้าไว้บนแป้นเหยียบ ให้กระดกปลายเท้าลงให้เร็วที่สุดเท่าที่จะที่ได้เมื่อได้รับสิ่งกระตุ้น

ขั้นตอนการวัดค่าเวลาปฏิกิริยา

1. เมื่อผู้ถูกทดสอบมาถึงที่ห้องปฏิบัติการให้นั่งพักประมาณ 10-15 นาที เมื่อครบตามเวลาแล้วจึงวัดสัญญาณชีพเพื่อประเมินสุขภาพโดยรวมของร่างกายและประเมินว่าร่างกายอยู่ในสภาวะพักจริงหรือไม่โดยความดันเลือดต้องมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้ ความดันเลือด 80 -130/50 – 90 มิลลิเมตรปรอท

2. ให้ผู้รับการทดสอบอยู่ในท่าทางที่สบายควรให้นั่งเก้าอี้ทดสอบ

3. ก่อนวัดต้องทำความเข้าใจกับผู้รับการทดสอบ โดยอธิบายถึงวิธีการทดสอบค่าเวลาปฏิกิริยาให้เข้าใจก่อน โดยให้วางมือในตำแหน่งฐานของแป้นกด เมื่อเห็นแสงปรากฏขึ้นหรือได้ยินเสียงให้ใช้นิ้วชี้กดทันทีหรือถ้าเป็นการทดลองที่เท้าให้กระดกปลายเท้าลงให้เร็วที่สุด แล้วให้ลองทำดู 2-3 ครั้งก่อน

4. เริ่มวัดโดยใช้เงื่อนไขอย่างง่ายให้สิ่งกระตุ้นแสงสีเดียวกันทุกครั้ง เช่น เลือกให้แสงสีแดง เมื่อแสงสีแดงปรากฏให้ใช้นิ้วชี้กดหรือกระดกปลายเท้าให้เร็วที่สุด แต่ละการทดลองทำทั้งหมด 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยโดยจดบันทึกไว้ (ดังตารางที่1 ของภาคผนวก)

5. เลือกสิ่งกระตุ้นเป็นเสียง เมื่อเสียงดังขึ้นให้กดปุ่มสีแดงหรือกระดกปลายเท้าให้เร็วที่สุด ทำทั้งหมด 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยจดบันทึกไว้

6. สำหรับการทดลองที่มีการเพิ่มเงื่อนไข ให้เลือกกดปุ่มสีที่มีไฟปรากฏขึ้นอาจจะสีใดสีหนึ่งใน 3 สี จะไม่ใช่สีแดงทุกครั้ง ทำทั้งหมด 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยจดบันทึกไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

แสดงผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย ความดันเลือดเฉลี่ยและเวลาปฏิกิริยาในรูป mean $\pm$ SD วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพศกับเวลาปฏิกิริยาด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation coefficient) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง อายุ และค่าดัชนีมวลกายกับเวลาปฏิกิริยาโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544)

1. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 (ประมาณ 0.70-0.90) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง

2. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0.50 (ประมาณ 0.30-0.70) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง

3. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0.00 (ประมาณ 0.30 และต่ำกว่า) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับต่ำ

4. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เป็น 0.00 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ลักษณะที่สำคัญของสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ คือ

1. ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ค่า -1.00 และ +1.00 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสูงที่สุดแต่สัมพันธ์กันในทิศทางที่ต่างกัน ส่วนค่า 0.00 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

2. ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางบวก หรือข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน หมายความว่าเหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนสูงในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนสูงในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย หรือกล่าวในทางกลับกันว่าเหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนต่ำในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนต่ำในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย

3. ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางลบ หรือข้อมูลมีความสัมพันธ์ตรงกันข้าม หมายความว่าเหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนต่ำในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนสูงในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย หรือกล่าวในทางกลับกันว่า เหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนสูงในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนต่ำในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกายและค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียงของอาสาสมัครคนไทยปกติในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางด้านกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปทางด้านกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง นำเสนอในรูปแบบของค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ย$\pm$ SD

ตอนที่ 3 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศ

ตอนที่ 4 แสดงข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยแบ่งเป็น

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของแขนข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของขาข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางด้านกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

แสดงข้อมูลทางด้านกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย ความถนัด และค่าเวลาปฏิกิริยาต่อตัวกระตุ้น แสง เสียง และแสงสลับสี ของมือและเท้า ทั้งข้างขวาและข้างซ้ายของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 116 คน

4.1 ข้อมูลทางด้านกายภาพและค่าเวลาปฏิกิริยาต่อตัวกระตุ้น แสง เสียง และแสงสลับสี

ลำดับ	เพศ	นน.	สูง	BMI	อายุ	ถนัด	มือ						เท้า			
							เสียง		แสง		แสงสลับสี		เสียง		แสง	
							ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1	หญิง	49	157	19.87	19	ขวา	0.24	0.30	0.40	0.40	0.38	0.45	0.30	0.29	0.34	0.33
2	ชาย	59.8	169	20.94	19	ขวา	0.32	0.45	0.31	0.39	0.43	0.42	0.38	0.34	0.36	0.34
3	หญิง	46.2	156	18.98	19	ขวา	0.27	0.32	0.34	0.29	0.39	0.38	0.25	0.26	0.28	0.28
4	หญิง	47.7	150	21.20	19	ขวา	0.25	0.36	0.28	0.36	0.39	0.42	0.27	0.28	0.29	0.27
5	หญิง	52.4	152	22.68	19	ขวา	0.35	0.27	0.30	0.31	0.39	0.42	0.26	0.26	0.31	0.28
6	หญิง	42	155	17.48	19	ซ้าย	0.31	0.27	0.30	0.30	0.41	0.37	0.27	0.23	0.27	0.28
7	หญิง	55	160	21.48	18	ขวา	0.27	0.25	0.36	0.29	0.32	0.27	0.30	0.29	0.36	0.30
8	ชาย	54	170	18.69	19	ขวา	0.19	0.26	0.24	0.29	0.36	0.34	0.33	0.38	0.27	0.27
9	ชาย	82.8	182	25.00	19	ขวา	0.25	0.32	0.33	0.40	0.41	0.58	0.31	0.30	0.31	0.30
10	ชาย	45	166	16.33	19	ขวา	0.30	0.28	0.31	0.28	0.36	0.34	0.26	0.30	0.29	0.33
11	หญิง	65	155	27.06	18	ขวา	0.21	0.24	0.22	0.39	0.38	0.50	0.31	0.29	0.29	0.30
12	หญิง	56.5	170	19.55	18	ขวา	0.28	0.30	0.32	0.32	0.38	0.33	0.29	0.29	0.32	0.32
13	ชาย	72	187	20.59	19	ขวา	0.26	0.25	0.27	0.27	0.31	0.30	0.24	0.20	0.23	0.23
14	ชาย	50	177	15.96	18	ซ้าย	0.25	0.25	0.27	0.29	0.30	0.30	0.24	0.23	0.26	0.28
15	หญิง	40	153	17.09	18	ขวา	0.28	0.34	0.33	0.40	0.41	0.47	0.35	0.36	0.36	0.38
16	หญิง	51	167	18.29	19	ขวา	0.33	0.33	0.29	0.32	0.39	0.37	0.31	0.32	0.34	0.31
17	หญิง	55	160	21.48	18	ขวา	0.29	0.33	0.39	0.44	0.57	0.55	0.32	0.29	0.37	0.41
18	หญิง	48	155	19.98	18	ขวา	0.26	0.29	0.28	0.34	0.40	0.35	0.30	0.27	0.31	0.30

ลำดับ	เพศ	นน.	สูง	BMI	อายุ	ถนัด	มือ						เท้า			
							เสียง		แสง		แสงสลับสี		เสียง		แสง	
							ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
19	ชาย	65	180	20.06	19	ขวา	0.28	0.31	0.31	0.37	0.39	0.37	0.31	0.30	0.32	0.31
20	ชาย	83	177	26.49	19	ขวา	0.22	0.24	0.28	0.31	0.32	0.33	0.24	0.24	0.31	0.29
21	ชาย	63	165	23.14	19	ขวา	0.25	0.26	0.29	0.30	0.31	0.31	0.29	0.26	0.32	0.31
22	หญิง	53	164	19.71	19	ขวา	0.31	0.32	0.30	0.29	0.37	0.39	0.37	0.35	0.37	0.33
23	หญิง	60	151	26.31	18	ขวา	0.25	0.33	0.30	0.41	0.47	0.52	0.23	0.21	0.26	0.26
24	หญิง	56	162	21.34	19	ขวา	0.30	0.34	0.34	0.34	0.39	0.39	0.25	0.24	0.27	0.27
25	หญิง	41	157	16.63	19	ขวา	0.28	0.29	0.30	0.32	0.39	0.38	0.19	0.20	0.26	0.26
26	หญิง	50	157	20.28	19	ขวา	0.25	0.28	0.27	0.30	0.31	0.33	0.27	0.26	0.29	0.30
27	หญิง	70	156	28.76	19	ขวา	0.31	0.33	0.39	0.40	0.52	0.61	0.36	0.32	0.39	0.38
28	หญิง	48	167	17.21	20	ขวา	0.32	0.30	0.32	0.37	0.41	0.34	0.28	0.32	0.31	0.37
29	หญิง	49	160	19.14	20	ขวา	0.30	0.28	0.28	0.29	0.36	0.41	0.33	0.29	0.31	0.30
30	หญิง	63	154	26.56	20	ขวา	0.25	0.25	0.36	0.37	0.39	0.39	0.31	0.35	0.38	0.34
31	หญิง	43	157	17.44	20	ขวา	0.37	0.34	0.33	0.36	0.38	0.39	0.30	0.26	0.30	0.32
32	หญิง	60	153	25.63	20	ขวา	0.32	0.32	0.31	0.34	0.39	0.36	0.30	0.27	0.33	0.31
33	หญิง	59	166.5	21.28	19	ขวา	0.36	0.31	0.33	0.33	0.44	0.51	0.30	0.25	0.33	0.40
34	หญิง	67	156	27.53	19	ขวา	0.30	0.29	0.32	0.34	0.39	0.38	0.39	0.35	0.37	0.36
35	หญิง	52	159	20.57	19	ขวา	0.34	0.35	0.32	0.33	0.55	0.62	0.34	0.31	0.31	0.30
36	หญิง	48	163	18.07	19	ขวา	0.31	0.28	0.31	0.33	0.41	0.38	0.32	0.30	0.35	0.33
37	หญิง	70	172	23.66	20	ขวา	0.30	0.30	0.34	0.33	0.41	0.38	0.29	0.29	0.35	0.35
38	หญิง	45	155	18.73	18	ขวา	0.30	0.33	0.35	0.37	0.48	0.46	0.38	0.39	0.46	0.43
39	หญิง	41	155	17.07	19	ขวา	0.24	0.27	0.31	0.31	0.47	0.39	0.30	0.30	0.30	0.31

ลำดับ	เพศ	นน.	สูง	BMI	อายุ	ถนัด	มือ						เท้า			
							เสียง		แสง		แสงสลับสี		เสียง		แสง	
							ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
40	หญิง	52	162	19.81	20	ขวา	0.24	0.23	0.34	0.37	0.41	0.41	0.26	0.24	0.29	0.35
41	หญิง	45	165	16.53	20	ขวา	0.29	0.32	0.30	0.37	0.46	0.45	0.29	0.27	0.33	0.30
42	ชาย	48	165	17.63	19	ขวา	0.30	0.31	0.35	0.38	0.39	0.35	0.26	0.27	0.32	0.26
43	หญิง	79	160	30.86	21	ขวา	0.28	0.31	0.29	0.34	0.37	0.40	0.28	0.28	0.33	0.31
44	หญิง	56	164	20.82	20	ขวา	0.26	0.27	0.28	0.28	0.34	0.30	0.27	0.28	0.28	0.30
45	หญิง	63	163	23.71	21	ขวา	0.29	0.29	0.27	0.29	0.33	0.44	0.24	0.25	0.26	0.28
46	หญิง	47	154	19.82	20	ขวา	0.29	0.28	0.36	0.31	0.37	0.36	0.24	0.30	0.30	0.30
47	หญิง	52	164	19.33	21	ขวา	0.31	0.37	0.29	0.36	0.41	0.43	0.34	0.28	0.32	0.34
48	หญิง	59	168	20.90	21	ขวา	0.27	0.37	0.30	0.25	0.48	0.42	0.27	0.29	0.30	0.30
49	หญิง	52	157	21.10	20	ขวา	0.29	0.30	0.34	0.32	0.45	0.52	0.30	0.29	0.32	0.29
50	ชาย	85	175	27.76	20	ขวา	0.28	0.35	0.34	0.45	0.43	0.45	0.27	0.26	0.28	0.26
51	ชาย	57	170	19.72	20	ซ้าย	0.31	0.35	0.32	0.34	0.37	0.35	0.29	0.31	0.33	0.32
52	หญิง	52	154	21.93	19	ขวา	0.27	0.28	0.30	0.29	0.36	0.46	0.25	0.29	0.27	0.29
53	หญิง	43	150	19.11	19	ขวา	0.29	0.32	0.35	0.37	0.38	0.44	0.40	0.36	0.39	0.37
54	หญิง	51	163	19.20	21	ขวา	0.31	0.35	0.27	0.35	0.42	0.55	0.32	0.32	0.34	0.32
55	หญิง	51	158	20.43	20	ขวา	0.25	0.39	0.29	0.34	0.37	0.46	0.26	0.26	0.32	0.28
56	ชาย	68	179	21.22	20	ขวา	0.25	0.24	0.25	0.35	0.34	0.32	0.23	0.22	0.25	0.31
57	หญิง	45	155	18.73	29	ขวา	0.36	0.35	0.49	0.51	0.49	0.47	0.31	0.26	0.31	0.31
58	หญิง	62	162	23.62	44	ขวา	0.28	0.34	0.40	0.40	0.39	0.38	0.32	0.34	0.36	0.39
59	หญิง	68	160	26.56	43	ขวา	0.27	0.40	0.35	0.62	0.77	0.63	0.42	0.53	0.61	0.47
60	หญิง	77	158	30.84	47	ขวา	0.44	0.61	0.64	0.71	0.80	0.69	0.40	0.41	0.46	0.46

ลำดับ	เพศ	นน.	สูง	BMI	อายุ	ถนัด	มือ						เท้า			
							เสียง		แสง		แสงสลับสี		เสียง		แสง	
							ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
61	หญิง	69	165	25.34	34	ขวา	0.58	0.52	0.60	0.54	0.59	0.67	0.44	0.48	0.42	0.39
62	หญิง	38	150	16.89	44	ขวา	0.39	0.33	0.51	0.40	0.46	0.48	0.28	0.25	0.30	0.29
63	หญิง	45	150	20.00	34	ขวา	0.29	0.36	0.43	0.38	0.42	0.36	0.29	0.27	0.29	0.31
64	ชาย	65	170	22.49	32	ขวา	0.23	0.30	0.37	0.38	0.35	0.39	0.24	0.28	0.28	0.30
65	ชาย	67	160	26.17	51	ซ้าย	0.31	0.34	0.43	0.50	0.38	0.44	0.27	0.29	0.41	0.52
66	หญิง	54	160	21.09	27	ซ้าย	0.35	0.37	0.41	0.40	0.49	0.48	0.28	0.23	0.30	0.24
67	หญิง	52	165	19.10	26	ขวา	0.30	0.32	0.30	0.38	0.39	0.35	0.23	0.22	0.32	0.28
68	หญิง	61	153	26.06	42	ขวา	0.60	0.66	0.51	0.57	0.62	0.55	0.62	0.44	0.47	0.43
69	หญิง	59	166	21.41	42	ขวา	0.40	0.49	0.42	0.48	0.53	0.49	0.29	0.25	0.31	0.30
70	หญิง	65	158	26.04	41	ขวา	0.49	0.57	0.55	0.57	0.56	0.49	0.31	0.28	0.31	0.26
71	หญิง	51	156	20.96	27	ขวา	0.47	0.49	0.46	0.48	0.49	0.44	0.23	0.22	0.31	0.34
72	หญิง	63	155	26.22	40	ขวา	0.34	0.37	0.38	0.40	0.51	0.54	0.28	0.30	0.32	0.29
73	หญิง	58	156	23.83	45	ขวา	0.51	0.46	0.54	0.51	0.55	0.54	0.39	0.36	0.42	0.38
74	หญิง	71	165	26.08	44	ซ้าย	0.55	0.54	0.56	0.59	0.58	0.57	0.57	0.74	0.55	0.59
75	ชาย	54	167	19.36	27	ขวา	0.45	0.45	0.52	0.46	0.55	0.47	0.40	0.45	0.47	0.38
76	หญิง	49	158	19.63	27	ขวา	0.52	0.52	0.52	0.49	0.59	0.59	0.39	0.37	0.44	0.44
77	หญิง	64	163	24.09	47	ขวา	0.28	0.28	0.31	0.29	0.41	0.43	0.23	0.28	0.30	0.31
78	ชาย	63	170	21.80	35	ขวา	0.44	0.47	0.42	0.43	0.52	0.49	0.35	0.36	0.31	0.40
79	หญิง	55	155	22.89	31	ขวา	0.30	0.53	0.39	0.53	0.46	0.52	0.37	0.29	0.34	0.35
80	หญิง	47	147	21.75	35	ขวา	0.35	0.36	0.36	0.37	0.46	0.43	0.25	0.22	0.27	0.33
81	ชาย	117	187	33.46	38	ขวา	0.27	0.30	0.38	0.35	0.45	0.39	0.29	0.25	0.30	0.32

ลำดับ	เพศ	นน.	สูง	BMI	อายุ	ถนัด	มือ						เท้า			
							เสียง		แสง		แสงสลับสี		เสียง		แสง	
							ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
82	หญิง	45	150	20.00	42	ขวา	0.39	0.45	0.44	0.60	0.58	0.57	0.24	0.26	0.25	0.26
83	หญิง	110	165	40.40	40	ขวา	0.30	0.31	0.34	0.41	0.40	0.41	0.36	0.32	0.46	0.44
84	หญิง	47	154	19.82	33	ขวา	0.43	0.45	0.48	0.49	0.74	0.49	0.22	0.27	0.37	0.29
85	หญิง	54	156	22.19	27	ซ้าย	0.31	0.39	0.42	0.47	0.45	0.42	0.28	0.27	0.41	0.33
86	หญิง	45	152	19.48	32	ขวา	0.37	0.39	0.36	0.40	0.43	0.42	0.33	0.28	0.36	0.28
87	หญิง	53	152	22.94	79	ขวา	0.63	0.77	0.42	0.61	0.89	0.76	0.64	0.59	0.49	0.49
88	หญิง	64	155	26.64	65	ขวา	0.88	0.74	0.80	0.84	1.06	1.09	0.83	0.44	0.49	0.54
89	หญิง	74	151	32.45	68	ขวา	1.17	0.77	0.82	0.91	1.03	0.84	0.39	0.38	0.52	0.58
90	หญิง	57	165	20.94	52	ขวา	0.34	0.34	0.39	0.47	0.54	0.56	0.27	0.25	0.34	0.32
91	หญิง	55	150	24.44	47	ขวา	0.33	0.38	0.52	0.47	0.46	0.51	0.50	0.54	0.42	0.40
92	หญิง	70	157	28.40	44	ขวา	0.36	0.43	0.39	0.37	0.46	0.47	0.27	0.31	0.31	0.32
93	หญิง	55.5	140	28.32	57	ขวา	0.49	0.50	0.58	0.46	0.59	0.60	0.34	0.30	0.38	0.45
94	หญิง	63	156	25.89	60	ขวา	0.40	0.36	0.45	0.47	0.53	0.47	0.30	0.31	0.40	0.37
95	หญิง	75	158	30.04	64	ขวา	0.41	0.48	0.43	0.54	0.63	0.60	0.53	0.42	0.57	0.55
96	หญิง	83	159	32.83	60	ขวา	0.38	0.44	0.38	0.45	0.55	0.49	0.36	0.39	0.35	0.46
97	ชาย	64	167	22.95	60	ขวา	0.34	0.34	0.36	0.45	0.41	0.39	0.29	0.26	0.34	0.32
98	หญิง	60	158	24.03	63	ขวา	0.31	0.31	0.33	0.33	0.50	0.53	0.29	0.26	0.33	0.30
99	หญิง	47	151	20.61	61	ขวา	0.53	0.70	0.74	0.80	0.68	0.66	0.33	0.30	0.42	0.42
100	หญิง	95	162	36.20	63	ขวา	0.45	0.52	0.42	0.60	0.83	0.66	0.64	0.49	0.53	0.50
101	ชาย	61	166	22.14	67	ซ้าย	0.71	0.64	0.58	0.56	0.54	0.67	0.51	0.34	0.60	0.46
102	หญิง	53	147	24.53	60	ขวา	0.60	0.62	0.65	0.51	0.61	0.66	0.43	0.41	0.62	0.56

ลำดับ	เพศ	นน.	สูง	BMI	อายุ	ถนัด	มือ						เท้า			
							เสียง		แสง		แสงสลับสี		เสียง		แสง	
							ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
103	ชาย	55	159	21.76	63	ขวา	0.51	0.45	0.63	0.67	0.59	0.67	0.43	0.41	0.53	0.51
104	หญิง	48	153	20.50	49	ขวา	0.44	0.47	0.43	0.53	0.61	0.53	0.28	0.27	0.39	0.29
105	หญิง	60.5	158	24.23	67	ขวา	0.99	0.81	0.75	0.89	0.88	0.93	0.41	0.49	0.45	0.48
106	ชาย	70	176	22.60	69	ขวา	0.51	0.43	0.53	0.42	0.59	0.48	0.33	0.39	0.40	0.40
107	ชาย	52	160	20.31	84	ขวา	1.91	1.26	1.39	0.93	1.12	0.98	0.45	0.68	0.71	0.57
108	หญิง	76	165	27.92	58	ขวา	0.89	0.66	0.61	0.69	0.84	0.64	0.43	0.38	0.44	0.42
109	หญิง	63	165	23.14	55	ขวา	0.52	0.62	0.47	0.60	0.60	0.75	0.66	0.46	0.54	0.39
110	ชาย	74	165	27.18	57	ขวา	0.41	0.38	0.53	0.55	0.61	0.68	0.46	0.37	0.43	0.46
111	หญิง	57	150	25.33	75	ขวา	0.50	0.54	0.66	0.66	0.82	0.71	0.38	0.34	0.50	0.78
112	หญิง	48	148	21.91	61	ขวา	0.59	0.54	0.43	0.50	0.51	0.51	0.54	0.37	0.51	0.53
113	หญิง	70	153	29.90	52	ขวา	0.60	0.56	0.59	0.62	0.56	0.58	0.39	0.50	0.42	0.43
114	หญิง	51	148	23.28	53	ขวา	0.64	0.48	0.49	0.80	0.61	0.80	0.64	0.47	0.53	0.50
115	หญิง	66	150	29.33	62	ขวา	0.68	0.62	0.59	0.72	0.72	0.68	0.41	0.36	0.41	0.41
116	หญิง	47	140	23.98	60	ขวา	1.25	1.19	0.87	0.79	0.84	0.69	0.72	0.74	0.81	0.73

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างนำเสนอในรูปแบบของค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ย± SD

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างแยกตามเพศ

ตัวแปรอิสระ	ชาย	หญิง
จำนวน (คน)	24	92
อายุ (ปี)		
ช่วง	18 – 84	18 - 79
ค่าเฉลี่ย	34.67 ± 20.93	34.66 ± 17.6
น้ำหนัก (กิโลกรัม)		
ช่วง	45 – 117	38 - 110
ค่าเฉลี่ย	65.61 ± 15.39	56.85 ± 11.97
ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)		
ช่วง	159 – 187	140 - 172
ค่าเฉลี่ย	171.21 ± 8.01	157.19 ± 6.23
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)		
ช่วง	15.96 – 33.46	16.53 – 40.40
ค่าเฉลี่ย	22.24 ± 3.96	22.99 ± 4.51
ความดันเลือดเฉลี่ย (มิลลิเมตรปรอท)		
ช่วง	76.67 – 106.67	70 – 113.33
ค่าเฉลี่ย	88.50 ± 8.13	86.78 ± 9.65
สูบบุหรี่ (ร้อยละ)	8.33	0
ดื่มกาแฟ (ร้อยละ)	45.83	33.70
ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	8.33	3.26

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีทั้งชายและหญิงจำนวน 116 คนโดยในจำนวนนี้แบ่งเป็นเพศชาย 24 คน เพศหญิง 92 คน ข้อมูลทางด้านอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกายและความดันเลือดเฉลี่ยเรียงตามลำดับตามเพศชายและหญิงดังนี้ อายุอยู่ในช่วง 18 – 84 และ 18 – 79 ปี โดยมีค่าเฉลี่ย 34.67 ± 20.93 และ 34.66 ± 17.6 ปี น้ำหนัก 45 – 117, 38 –

110 กิโลกรัมโดยมีค่าเฉลี่ย 65.61 $\pm$ 15.39 และ 56.85 $\pm$ 11.97 กิโลกรัม ส่วนสูง 159 – 187 และ 140 – 172 เซ็นติเมตร มีค่าเฉลี่ย 171.21 $\pm$ 8.01 และ 157.19 $\pm$ 6.23 เซ็นติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย 15.96 – 33.46 กิโลกรัม/เมตร^2 และ 16.53 – 40.40 กิโลกรัม/เมตร^2 โดยมีค่าเฉลี่ย 22.24 $\pm$ 3.96 และ 22.99 $\pm$ 4.51 กิโลกรัม/เมตร^2 ส่วนความดันเลือดเฉลี่ยมีค่า 76.67 – 106.67 และ 70 – 113.33 มิลลิเมตรปรอท มีค่าเฉลี่ย 88.50 $\pm$ 8.13 และ 86.78 $\pm$ 9.65 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างเพศชายสูบบุหรี่คิดเป็นร้อยละ 8.33 ดื่มกาแฟร้อยละ 45.83 ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 8.33 ส่วนกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงสูบบุหรี่คิดเป็นร้อยละ 0 ดื่มกาแฟร้อยละ 33.70 ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 3.26

ตอนที่ 3 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศ

เวลาปฏิกิริยาของกลุ่มตัวอย่างชาย-หญิงและคละเพศจำนวน 116 คนนำเสนอในรูปของค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ย ± SD

ตารางที่ 4.3 เวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองของมือในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศและคละเพศ (ค่าสูงสุด-ต่ำสุดและค่าเฉลี่ย ของมือแต่ละข้าง)

เงื่อนไข	ช่วง (Rang) เมตร/วินาที		ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD)		จำนวน (N) คน
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	
เสียง					
ชาย	0.19 – 1.91	0.24 – 1.26	0.41 ± 0.35	0.39 ± 0.21	24
หญิง	0.21 – 1.25	0.23 – 1.19	0.40 ± 0.19	0.41 ± 0.16	92
รวม	0.19 – 1.91	0.23 – 1.26	0.40 ± 0.23	0.41 ± 0.17	116
แสง					
ชาย	0.24 – 1.39	0.27 – 0.93	0.42 ± 0.24	0.43 ± 0.15	24
หญิง	0.22 – 0.87	0.25 - 0.91	0.41 ± 0.14	0.45 ± 0.51	92
รวม	0.22 – 1.39	0.29 – 0.93	0.41 ± 0.16	0.44 ± 0.15	116
แสงสลับสี					
ชาย	0.30 – 1.12	0.30 – 0.98	0.46 ± 0.17	0.46 ± 0.16	24
หญิง	0.31 – 1.06	0.27 - 1.09	0.51 ± 0.16	0.50 ± 0.14	92
รวม	0.31 – 1.12	0.27 – 1.09	0.50 ± 0.16	0.49 ± 0.15	116

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 116 คนแยกเป็นเพศชาย 24 คน หญิง 92 คน ค่าเวลาปฏิกิริยาของมือข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อเสียงของเพศชายอยู่ในช่วง 0.19 – 1.91 วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 0.41 ± 0.35 วินาที และ 0.24 – 1.26 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.39 ± 0.21 วินาที การตอบสนองต่อแสงข้างขวาอยู่ในช่วง 0.24 – 1.39 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.42 ± 0.24 วินาที ข้างซ้าย 0.27 – 0.93 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.43 ± 0.15 วินาที การตอบสนองต่อแสงสลับสี ข้างขวาอยู่ในช่วง 0.30 – 1.12 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.46 ± 0.17 วินาที ข้างซ้าย 0.30 – 0.98 วินาทีค่าเฉลี่ย 0.46 ± 0.16 วินาที

ค่าเวลาปฏิกิริยาของมือข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อเสียงของเพศหญิงอยู่ในช่วง 0.21 – 1.25 วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 0.40 ± 0.19 วินาที และ 0.23 – 1.19 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.41 ± 0.16 วินาที

การตอบสนองต่อแสงข้างขวาอยู่ในช่วง 0.22 – 0.87 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.41 $\pm$ 0.14 วินาที ข้างซ้าย 0.25 - 0.91 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.45 $\pm$ 0.51 วินาที การตอบสนองต่อแสงสลับสี ข้างขวาอยู่ในช่วง 0.31 – 1.06 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.51 $\pm$ 0.16 วินาที ข้างซ้าย 0.27 - 1.09 วินาทีค่าเฉลี่ย 0.50 $\pm$ 0.14 วินาที

ค่าเวลาปฏิกิริยาของมือข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อเสียงกรณีคละเพศอยู่ในช่วง 0.19 – 1.91 วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 0.40 $\pm$ 0.23 วินาที และ 0.23 – 1.26 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.41 $\pm$ 0.17 วินาที การตอบสนองต่อแสงข้างขวาอยู่ในช่วง 0.22 – 1.39 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.41 $\pm$ 0.16 วินาที ข้างซ้าย 0.29 – 0.93 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.44 $\pm$ 0.15 วินาที การตอบสนองต่อแสงสลับสี ข้างขวาอยู่ในช่วง 0.31 – 1.12 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.50 $\pm$ 0.16 วินาที ข้างซ้าย 0.27 – 1.09 วินาทีค่า เฉลี่ย 0.49 $\pm$ 0.15 วินาที

ตารางที่ 4.4 เวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองของเท้าในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศและคละเพศ (ค่าสูงสุด-ต่ำสุดและค่าเฉลี่ย ของเท้าแต่ละข้าง)

เงื่อนไข	ช่วง (Rang) เมตร/วินาที		ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD)		จำนวน (N) คน
	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	
เสียง					
ชาย	0.23 – 0.51	0.20 – 0.68	0.32 ± 0.08	0.33 ± 0.10	24
หญิง	0.19 – 0.83	0.20 – 0.74	0.35 ± 0.12	0.33 ± 0.10	92
รวม	0.19 – 0.88	0.20 – 0.74	0.34 ± 0.11	0.33 ± 0.10	116
แสง					
ชาย	0.23 – 0.71	0.23 – 0.57	0.37 ± 0.12	0.36 ± 0.09	24
หญิง	0.25 – 0.81	0.24 – 0.78	0.37 ± 0.10	0.37 ± 0.10	92
รวม	0.23 – 0.81	0.23 – 0.78	0.37 ± 0.10	0.36 ± 0.10	116

ค่าเวลาปฏิกิริยาของเท้าข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อเสียงของเพศชายอยู่ในช่วง 0.23 – 0.51 วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 0.32 ± 0.08 วินาที และ 0.20 – 0.68 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.33 ± 0.10 วินาที การตอบสนองต่อแสงข้างขวาอยู่ในช่วง 0.23 – 0.71 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.37 ± 0.12 วินาที ข้างซ้าย 0.23 – 0.57 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.36 ± 0.09 วินาที

ค่าเวลาปฏิกิริยาของเท้าข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อเสียงของเพศหญิงอยู่ในช่วง 0.19 – 0.83 วินาทีโดยมีค่าเฉลี่ย 0.35 ± 0.12 วินาที และ 0.20 – 0.74 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.33 ± 0.10 วินาที การตอบสนองต่อแสงข้างขวาอยู่ในช่วง 0.25 – 0.81 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.37 ± 0.10 วินาที ข้างซ้าย 0.24 – 0.78 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.37 ± 0.10 วินาที

ค่าเวลาปฏิกิริยาของเท้าข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อเสียงในกรณีคละเพศอยู่ในช่วง 0.19 – 0.88 วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 0.34 ± 0.11 วินาที และ 0.20 – 0.74 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.33 ± 0.10 วินาที การตอบสนองต่อแสงข้างขวาอยู่ในช่วง 0.23 – 0.81 วินาที มีค่าเฉลี่ย 0.37 ± 0.10 วินาที ข้างซ้าย 0.23 – 0.78 วินาที ค่าเฉลี่ย 0.36 ± 0.10 วินาที

ตอนที่ 4 แสดงข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

จากสมมุติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ว่า เวลาปฏิกิริยามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุและค่าดัชนีมวลกาย และมีความสัมพันธ์กับเพศนั้น ผู้วิจัยจึทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับอายุและค่าดัชนีมวลกายโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชนิด และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับเพศด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล ถ้ามีค่า significant
(2-tailed) น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ตัวแปรทั้งสองมีค่าความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของมือข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกายแสดงผลตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของมือข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย

ตัวแปรอิสระ	เสียง				แสง				แสงสลับสี			
	ขวา		ซ้าย		ขวา		ซ้าย		ขวา		ซ้าย	
	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.
เพศ	0.0000	0.9920	-0.0700	0.4854	0.0100	0.9047	-0.0700	0.4608	-0.1500	0.1124	-0.1500	0.1192
อายุ (ปี)	0.6807****	<0.0001	0.7216****	<0.0001	0.7353****	<0.0001	0.7769****	<0.0001	0.7672****	<0.0001	0.7292****	<0.0001
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	0.1944*	0.0365	0.2419**	0.0089	0.2380*	0.0101	0.3662****	<0.0001	0.3570****	<0.0001	0.3524***	0.0001

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$, *** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$, **** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.0001$

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเวลาปฏิกิริยาของมือทั้งสองข้างโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่าเพศไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียง แสง และแสงสลับสีและทั้งมือขวาและซ้าย โดยมีค่าความสัมพันธ์เรียงตามลำดับ ดังนี้ r = 0.0000, -0.0700, 0.0100, -0.0700, -0.1500, -0.1500 ส่วนอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมือขวามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (r =0.6807) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) มือซ้ายมีความสัมพันธ์ในระดับสูง (r= 0.7216) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) ในการตอบสนองต่อแสงอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมือขวามีความสัมพันธ์ระดับสูง (r = 0.7353) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) และมือซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับสูง (r = 0.7769) เช่นเดียวกัน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) ส่วนการตอบสนองต่อแสงสลับสีอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมือขวามีความสัมพันธ์ระดับสูง (r = 0.7672) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) มือซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับสูง (r = 0.7292) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) นั่นคือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมือทั้งสองข้างจะเพิ่มขึ้นด้วยหรือการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะช้าลงนั่นเอง

ส่วนค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมือขวามีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ (r = 0.1944) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0365 (p < 0.05) มือซ้ายมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ (r= 0.2419) เช่นเดียวกัน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0089 (p< 0.01) ในการตอบสนองต่อแสงค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมือขวามีความสัมพันธ์ระดับต่ำ (r = 0.2380) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0101 (p<0.05) และมือซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ (r = 0.3662) เช่นเดียวกัน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) ในส่วนของการตอบสนองต่อแสงสลับสีค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมือขวามีความสัมพันธ์ระดับต่ำ (r = 0.3570) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 (p<0.0001) มือซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ (r = 0.3524) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0001 (p < 0.001) นั่นคือคนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมือทั้งสองข้างสูงตามไปด้วยหรือการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะช้าลงนั่นเอง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของขาข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกายแสดงผลตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาของเท้าข้างขวาและซ้ายในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดต่าง ๆ กับเพศ อายุ และค่าดัชนีมวลกาย

ตัวแปรอิสระ	เสียง				แสง			
	ขวา		ซ้าย		ขวา		ซ้าย	
	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.
เพศ	-0.1000	0.2651	-0.0400	0.6973	-0.0500	0.5834	-0.0600	0.5365
อายุ (ปี)	0.5773****	<0.0001	0.5488****	<0.0001	0.6814****	<0.0001	0.7037****	<0.0001
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	0.3312**	0.0030	0.2843**	0.0020	0.3388***	0.0002	0.3974****	<0.0001

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$, *** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$, ****มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.0001$

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเวลาปฏิกิริยาของเท้าทั้งสองข้างโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่าเพศไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียง แสง ทั้งเท้าขวาและซ้าย โดยมีค่าความสัมพันธ์เรียงตามลำดับ ดังนี้ r = -0.1000, -0.0400, -0.0500 และ -0.0600

ส่วนอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตอบสนองของเท้าขวามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (r = 0.5773) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 ($p < 0.0001$) เท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (r= 0.5488) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 ($p<0.0001$) ในการตอบสนองต่อแสง อายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เท้าขวามีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (r = 0.6814) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 ($p<0.0001$) เท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับสูง (r = 0.7037) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 ($p<0.0001$) นั่นคือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของเท้าทั้งสองข้างจะเพิ่มขึ้นด้วยหรือการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะช้าลงนั่นเอง

ส่วนค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการตอบสนองของเท้าขวามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (r = 0.3312) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.003 ($p < 0.01$) ที่เท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ (r= 0.2843) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0020 ($p< 0.01$) ในการตอบสนองต่อแสงค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์

เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เท้าขวามีความสัมพันธ์ระดับต่ำ (r = 0.3388) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0002 ($p<0.001$) และเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ (r = 0.3974) เช่นเดียวกัน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ <0.0001 ($p<0.0001$) นั่นคือคนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของเท้าทั้งสองข้างสูงตามไปด้วยหรือการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะช้าลงนั่นเอง

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกายและค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียงของอาสาสมัครปกติโดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุและค่าดัชนีมวลกาย และค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียงมีความสัมพันธ์กับเพศ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีทั้งชายและหญิง จำนวน 116 คนโดยในจำนวนนี้แบ่งเป็นเพศชาย 24 คน เพศหญิง 92 คน ประโยชน์จากการศึกษาครั้งนี้หวังว่าสามารถนำผลการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทยไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการประเมินคุณภาพและความสามารถในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลายของบุคคล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับอายุและค่าดัชนีมวลกายโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชนิด และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับเพศด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกายและค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียง สามารถสรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. อายุ

จากผลการวิจัยพบว่าอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียง และแสง แสงสลับสีและกรณีเพิ่มเงื่อนไข ของมือและเท้าข้างขวาและซ้าย นั่นคือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมือและเท้าทั้งสองข้างจะเพิ่มขึ้นด้วยหรือการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะช้าลงนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเมื่อวัดค่าเวลาปฏิกิริยาโดยใช้สิ่งกระตุ้นที่ไม่มีเงื่อนไขซับซ้อนจะพบว่าค่าเวลาปฏิกิริยามีค่าน้อยในช่วงอายุ ≥ 20 ปี จากนั้นจะเพิ่มขึ้นช้าๆ เมื่ออายุ 50-60 ปี และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออายุ ≥ 70 ปี การที่ค่าเวลาปฏิกิริยาจะมีค่ามากขึ้นเมื่อบุคคลมีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากการทำงานของระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการไปยังกล้ามเนื้อเสื่อมลงไป (Patten and Craik. 2000; Salthouse. 1985; Ostrow. 1989; Lalita. 2012: 94-99; Sirear. 2001) นอกจากนี้ยังมีเหตุผลที่ทราบกันโดยแพร่หลายคือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยารวมทั้งค่าการชักนำกระแสประสาทจะลดลง (Awang et al. 2006: 19-23) ขนาดของ

เส้นประสาทจะลดลง เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปจากเดิมทำให้การผ่านเข้าออกของไอออนต่าง ๆ ผิดปกติ (Huang et al. 2009: 242 – 249) และเมื่ออายุมากขึ้นมีการเพิ่มการติดต่อกันมากขึ้นระหว่างสมองซีกซ้ายและขวาโดยผ่านสมองส่วน corpus callosum ซึ่งเปรียบเหมือนเขื่อน เมื่อต้องการให้มีการเคลื่อนไหวของร่างกายข้างหนึ่งข้างใดคำสั่งจะถูกส่งมาจากสมองซึ่งหนึ่งโดยจะมี corpus collosum กั้นไม่ให้ข้อมูลรั่วไหลไปสมองซีกตรงข้าม แต่พออายุมากขึ้นสมองส่วน corpus collosum เสื่อมลงทำให้หน้าที่กั้นข้อมูลไปด้านตรงข้ามดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้ข้อมูลรั่วไหลไปด้านตรงข้ามได้เกิดการเคลื่อนไหวที่เรียกว่า mirror movement คือต้องการสั่งให้ข้างหนึ่งเคลื่อนไหวแต่ขณะเดียวอีกข้างจะเคลื่อนไหวตาม ทำให้เกิดความสับสนและมีการตอบสนองช้าลง รวมทั้งผู้สูงอายุมีความสามารถในการแบ่งแยกความสนใจระหว่างงานหรือสิ่งของสองอย่างในทันทีทันใดลดลง สมาธิสั้นถูกรบกวนได้ง่าย จึงทำให้การบันทึกหรือสนใจรับข้อมูลลดลง การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ต้องใช้เวลามากขึ้น ความสามารถที่จะตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นอาจจะช้าลงไป ทำให้การปฏิบัติต่างๆในชีวิตประจำวันเป็นไปด้วยความไม่ปลอดภัยหรือไม่สามารถพึ่งพาตัวเองได้เช่น การเหยียบเบรครถยนต์เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกับสิ่งกีดขวาง นอกจากนี้การตอบสนองได้ช้าลงมีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่ายซึ่งเป็นสาเหตุการเจ็บป่วยและการตายที่พบบ่อย 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุ (Patten and Craik. 2000; Traci. 2010; Jevas and yan. 2001: 48-49)

การทำงานของอวัยวะต่างๆ ในผู้สูงอายุเสื่อมลง เช่น

อวัยวะรับสัมผัสโดยเฉพาะการเห็นและการได้ยิน การมองเห็นที่เปลี่ยนแปลงมากคือเลนส์และจอตา เลนส์ขุ่นหนาและแข็งขึ้นเกิดต้อกระจก (senile cataract) และมีการสูญเสียการปรับตัวเลนส์ตา (accommodation) โดยเฉพาะการเห็นในระยะใกล้ทำให้เกิดภาวะสายตายาวในผู้สูงอายุ (presbyopia) นอกยังพบมีการเสื่อมสลายของตัวรับแสง (photoreceptors) ทำให้เกิดปัญหาในการมองเห็นสำหรับการสูญเสียความสามารถของการได้ยินในผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุมากกว่า 65 ปี มักพบมีอาการหูตึง (prebycusis) เนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของ receptors มีการสูญเสีย hair cells ใน cochlea และ ในผู้สูงอายุพบว่าร่างกายไม่มีสมดุลที่ดี เนื่องจากการรับรู้การทรงตัวเสื่อมลงไป ทำให้การทรงตัวไม่มั่นคง มีอาการวิงเวียนศีรษะ การเสียสมดุลในผู้สูงอายุไม่ได้เกิดจากการเสื่อมของอวัยวะและเส้นประสาทในหูชั้นในที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวอย่างเดียวแต่อาจเกิดจากการเสื่อมจากเซลล์ประสาทในสมองส่วนซีรีเบลลัม การเสื่อมจากระบบอื่นๆร่วมด้วย เช่น การมองเห็น ความสามารถในการรับรู้ของข้อต่อกระดูกและกล้ามเนื้อเกี่ยวกับตำแหน่งของร่างกาย (proprioceptive systems) ลดลง ประสิทธิภาพของระบบประสาทที่ใช้ในการประมวลข้อมูลจากระบบต่างๆ (central processing) ลดลง (Saladin. 2012)

ระบบประสาทยนต์และกล้ามเนื้อ ระบบประสาทมีการสูญเสียเซลล์ประสาทไป ภาวะสูงอายุทำให้จำนวนของเดนไดร์ตและไซแนปส์ลดน้อยลง และอัตราการนำพลังประสาทของเส้นประสาทในผู้สูงอายุจะลดลง 10-15 % ซึ่งนำไปสู่การติดต่อสื่อสารของเซลล์ประสาทบกพร่องไป ความบกพร่องของสรีรวิทยาของระบบประสาทไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการที่การหลั่งสารสื่อประสาทลดลงอย่างเดียวแต่ยังเกี่ยวข้องกับ ความไวของตัวรับลดลง มีการสูญเสีย cholinergic receptors, dopamine receptors, beta-adrenergic receptors และยังมีการฝ่อลีบของสมองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ร่องสมองกว้างขึ้นและลึกลง ปริมาณสารภายในสมองลดลง มีการขยายตัวของช่องว่างระหว่างสมองและเยื่อหุ้มสมอง ช่องว่างของโพรงสมอง (ventricle) ที่เก็บน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (CSF; cerebrospinal fluid) สำหรับการเคลื่อนไหวช้าไม่คล่องแคล่วเนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อลดลง กระดูกมีความหนาแน่นน้อยลง ทำให้กระดูกไม่แข็งแรงเกิดภาวะกระดูกหักได้ง่าย กล้ามเนื้อฝ่อลีบเนื่องจากจำนวน motor units ลดน้อยลง โดยเฉพาะหลังวัยกลางคนไปแล้ว เนื่องจากการเสื่อมสลายของเซลล์ประสาทรอบนอก ทำให้มีการฝ่อลีบของใยกล้ามเนื้อจากการขาดเส้นประสาทมาเลี้ยง เช่น กล้ามเนื้อที่บริเวณขาท่อนบน น่อง กล้ามเนื้อของมือ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน เกี่ยวข้องกับใยกล้ามเนื้อลดลง และยังทำให้แรงที่ได้จากการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง (Saladin. 2012) รวมทั้ง tendon reflexes มีการตอบสนองลดลง และระยะเวลาการตอบสนองนานขึ้น เนื่องจากเส้นประสาทมีการทำงานลดลง ร่วมกับตัวรับในกล้ามเนื้อ (muscle spindles) มีความไวลดลง เนื่องจาก capsule หนาตัวขึ้น จากการที่มีการเปลี่ยนแปลงของ elastic connective tissue และข้อต่อของผู้สูงอายุไม่ค่อยยืดหยุ่นหรือข้อแข็ง จึงตอบสนองลดลงและช้าลง

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในผู้สูงอายุ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทมอเตอร์ ผู้ป่วยจะเดินช้าลง ก้าวสั้นๆ หลังจะค่อม พวก postural reflexes ต่างๆ ช้าลงทำให้เสียการทรงตัว ล้มง่าย สูญเสียความรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่งของข้อ (position sense) สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ความสามารถในการจำข้อมูลใหม่ๆยาวๆลดลงไปตามอายุ ลืมง่าย เรียกความจำกลับมาได้ยาก สติปัญญาทั่วๆไปเสื่อมถอยหลังอายุ 60 ปี การเรียนรู้ลดลง และแบบแผนการหลับเปลี่ยนแปลง อาจเกิดภาวะนอนไม่พอเพราะตื่นบ่อยหลังจากหลับ เนื่องจาก stage 1 ของ NREM เพิ่มขึ้น แต่ stage 3 และ 4 ลดลง และ REM sleep ลดลง (ราตรี สุดทรวง และ วีระชัย สิงหนิยม. 2545)

2. เพศ

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เพศก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าเวลาปฏิกิริยา โดยพบว่าในทุกๆอายุผู้ชายจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าผู้หญิงๆจากรายงานการศึกษา ทดสอบในอาสาสมัคร 7400 คน (Bellis. 1933: 801) รายงานค่าเฉลี่ยการกดแป้นกดในการตอบสนองต่อแสง 220 มิลลิวินาทีในผู้ชาย และ 260

มิลลิวินาทีในผู้หญิง สำหรับการตอบสนองต่อเสียงในผู้ชาย 190 มิลลิวินาทีและ 200 มิลลิวินาทีในผู้หญิง Engel และคณะรายงานค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงในผู้ชายคือ 227 มิลลิวินาทีและผู้หญิง 242 มิลลิวินาที (Engel et al.1972: 456-460) ต่อมา Silverman พบว่าค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงไม่แตกต่างกันมากระหว่างผู้ชายและผู้หญิง อาจเป็นเพราะผู้หญิงจำนวนมากที่เข้าร่วมทดสอบนั้นขับรถและเล่นกีฬาทำให้เกิดการฝึกฝนทำให้การทำงานของสมองและกล้ามเนื้อ (Silverman. 2006: 57-69) สำหรับผลการศึกษานี้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเวลาปฏิกิริยาพบว่าเพศไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียง แสง และแสงสลับสี ของมือและเท้าข้างขวาและซ้าย ทั้งนี้อาจเกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษามีเพศชายน้อยเกินไปคือ 24 คน ส่วนเพศหญิง 92 คน

3. ค่าดัชนีมวลกาย

ผลจากการศึกษานี้คือ ค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้นค่าเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อเสียง แสง และแสงสลับสี ของมือและเท้าข้างขวาและซ้ายจะเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Asmita และคณะ ที่ศึกษาค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงและเสียงในกลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติ ในเพศหญิง อายุประมาณ 17-20 พบว่าในกลุ่มที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงจะพบค่าเวลาปฏิกิริยาสูงกว่ากลุ่มที่มีดัชนีมวลกายปกติ นั่นคือตอบสนองช้ากว่า ถึงแม้ว่าผลการศึกษานี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผู้วิจัยอธิบายว่ามีแนวโน้มจะมีความแตกต่างทางสถิติถ้ามีกลุ่มตัวอย่างที่มีดัชนีมวลกายสูงขึ้นไปอีก (Asmita et al. 2011) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Grewal และคณะ โดยทำการศึกษา ค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียงในคนอ้วนที่มีสุขภาพดี 100 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 50 คน คือกลุ่มที่มี BMI มากกว่า 30 Kg/m^2 กับกลุ่มควบคุมที่มี BMI อยู่ในเกณฑ์ปกติ พบว่า คนอ้วนจะมีค่าเวลาปฏิกิริยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (แสง $P<0.001$)(เสียง<0.05) ในคนที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าปกติจะมีการทำงานของการรับสัมผัส การสั่งการและการประมวลผลในสมองช้าลง บ่งชี้ได้จากค่าเวลาปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้น อาจมีการตระหนักรู้ การรับรู้เสื่อมลง เช่น ความตั้งใจ ความสนใจ ต่อสิ่งต่างๆลดลง นอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดทำให้เกิดการอักเสบทั่วร่างกาย การควบคุมอินซูลินเสียไป (Grewal et al. 2013: 32-36) มีการศึกษาให้หนูรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบการตอบสนองของตัวรับอินซูลินในระบบประสาทกลางจะไม่สามารถทำงานตามปกติได้ หรืออาจเรียกได้ว่าเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินในเซลล์สมองขึ้น ซึ่งพบได้ชัดเจนในบริเวณสมองส่วนฮิปโปแคมบัสของหนูที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และความจำ นอกจากนี้ยังพบว่าการรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงยังทำให้เกิดภาวะเครียดในสมอง เนื่องจากมีระดับฮอร์โมนคอร์ติคอสเตอรอยด์หลั่งออกมาสูงมากขึ้นในสมอง ซึ่งฮอร์โมนนี้เป็นตัวบ่งบอกถึงภาวะเครียดที่เกิดขึ้น (สิริพร ฉัตรทิพากร. 2556: 53) และในคนอ้วนมีฮอร์โมนที่หลั่งจาก adipose tissue เช่น

cytokines, chemokines และ tissue necrosis factor ซึ่งสามารถผ่าน blood-brain barrier ไปเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองได้ นอกจากนี้ถ้าระดับสาร adipokines ที่หลั่งจาก adipose tissue ผิดปกติจะมีผลทำให้เยื่อมัยอิลินที่หุ้มใยประสาทถูกทำลาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการนำกระแสประสาทส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาช้าลง (Grewal et al. 2013: 32-36) ส่วน Bruce และ Russel รายงานว่าระดับฮอร์โมนเพศมีการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของ menstrual cycle ทำให้ร่างกายมีการคั่งของโซเดียมและน้ำ มีผลเพิ่มน้ำหนักตัวในผู้หญิง และมีผลต่อการนำกระแสประสาทช้าลง ทำให้การประสานการทำงานของระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการประมวลผลของระบบประสาทส่วนกลางช้าลงด้วย (Bruce and Russel. 1962: 267-271)

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับค่าเวลาปฏิกิริยาต่อแสงและเสียง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยหัวข้อนี้ยังมีความหลากหลายไม่พอเนื่องเพศชายมีจำนวนน้อยกว่าเพศหญิง

บรรณานุกรม

เจริญ กระบวนรัตน์. (2538) **เทคนิคการฝึกความเร็ว**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. (2536) **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรมกมลการพิมพ์.

ชุมพล ผลประมูล และคณะ (2552) **สรีรวิทยา**. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : เท็กแอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

เพ็ญจันทร์ ศรีสุขสวัสดิ์ และอเนก สูตรมงคล. (2546) “เวลาปฏิกิริยาของบุคคลในแต่ละช่วงอายุทั้งชายและหญิง” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา** 15(1) หน้า 57–72.

ราตรี สุดทรวง และ วีระชัย สิงหนิยม (2545) **ประสาทสรีรวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Asmita, S.N., Pushpa, A.P. and Karun, D.S. (2011) “A study of relation between body mass index and simple reaction time in healthy young females” **Indian J Physiol Pharmacol.** 55(3) page 288-291.

Awang, M.S. et al. (2006) “Nerve conduction study among healthy Malays. The influence of age, height and body mass index on median, ulnar, common peroneal and sural nerves” **Malaysian journal of medical sciences**. 13(2) page 19–23.

Barral, J. and Debu, B. (2004) “Aiming in adults: Sex and laterality effects” **Laterality: Assymmetries of Body, Brain and Cognition**. 9(3) page 299-312.

Batra, A. et al. (2014) “A comparative study between young and elderly indian males on audio-visual reaction time” **Indian Journal of Scientific Research and Technology**. 2 page 25–29.

Bellis, C.J. (1933) “Reaction time and chronological age” **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. 30 page 801.

Botwinick, J. and Thompson, L.W. (1966) “Components of reaction time in relation to age and sex” **Journal of Genetic Psychology**. 108 page 175-183.

Bruce, J. and Russell, G.F. (1962) “Premenstrual tension: a study of weight changes and balance of sodium, water and potassium” **Lancet**. 11 page 267-271.

Chandak, P.R. and Makwana, J. (2012) “Aging and reaction time in Indian population” **People’s Journal of Scientific Research.** 5(1) page 1-8.

Deepmala, N.D. et al. (2012) "A Cross Sectional Study on the Relationship Between the Body Mass Index (BMI) and the Audiovisual Reaction Time (ART)" **Journal of Clinical and Diagnostic Research**. 11(6) page 1466-14.

Ear Pain : Definition, Types of Otitis Media, Test, and Treatment. (2012) **"Anatomy of ear"** [Online] Available : http://www.rayur.com/ear-pain-definition-types-of-otitis-media-test-and- treatment.html (25 september 2014)

Ebersole, P. et al. (2005) **Gerontological nursing & healthy aging**. Philadelphia: Elsevier & Mosby.

Engel, BT. et al. (1972) "On the relationship among sex, age, response mode, cardiac cycle phase, breathing cycle phase, and simple reaction time" **Journal of Gerontology.** 27 page 456-460.

Esmaeilzadeh S. (2014) "Reaction time: Does it relate to weight status in children?" **Journal of Comparative Human Biology** . 65 page 171–178.

Ferrini, A. and Ferrini, R. (2000) **Health in the Later Years**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Garg, M. et al. (2013) "Effect of aerobic exercise on auditory and visual reaction times : a prospective study" **J Physiol Pharmacol**. 57(2) page 138-145.

Grewal, s. et al. (2013) "Assessment of auditory and visual reaction time in healthy obese individuals"**Journal of Advance Researches in Biological Sciences.** 5(1) page 32-36.

Guerre-Millo, M. (2002) "Adipose tissue hormones" **Journal of Endocrinological Investigation.** 25(10) page 855-861.

Gunstad, J. et al. (2006) "Obesity is associated with memory deficits in young and middle-aged adults" **Eating and Weight Disorders: EWD**. 11(1) page 15-19.

Gunstad, J. et al. (2007) "An elevated Body Mass Index is associated with an executive dysfunction in otherwise healthy adults" **Comprehensive Psychiatry**. 48(1) page 57-61.

Gustafson, D. (2006) "The adiposity indices and dementia" **The Lancet Neurology**. 5 page 713-720.

Guyton, A.C. and Hall, J.E. (2006) **Textbook of Medical Physiology**. 11th ed. London: Saunders.

Histology Lab IX . (2010) **"The eye"** [Online] Available : http://faculty.une.edu/com/abell/histo/histolab3b.htm(30 (September 2014)

Hodgkins, J. (1963) "Reaction Time and Speed of Movement in Male and Female of Various Age" **The Research Quartery**. 34 page 335-344.

Huang, C.R. et al. (2009) "Effects of age, gender, height, and weight on late responses and nerve conduction study parameters" **Acta neurologica taiwanica.** 18 (4) page 242–249.

Hultsch, D.F. MacDonald, S.W. and Dixon, R.A. (2002) "Variability in reaction time performance of younger and older adults" **Journals of Gerontology. Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**. 57(2) page 101-15.

Jevas, S. and Yan, J.H. (2001) "The effect of aging on cognitive function: a preliminary quantitative review" **Research Quarterly for Exercise and Sport.** 72 page 48-49.

Kingsley, R.E. (1996) **Concise text of neuroscience.** Baltimore : Williams & Wilkins.

Lalita, H.N. and Jayshree, V.G. (2012) "Effect of age, gender and body mass index on visual and auditory reaction times in Indian population" **Journal of physiology and pharmacology.** 56(1) page 94-99.

Luce, R.D. (1986) In: **Response times: their role in inferring elementary mental organization**. Oxford Psychology series 8. Oxford University Press: New York. page 562.

Nene, A.S. et al. (2011) "A study of relation between body mass index and simple reaction time in healthy young females" **Indian J Physiol Pharmacol**. Jul-Sep 55(3) page 288-291.

Neuroscience online. (2014a) **"Visual Processing: Cortical Pathways"** [Online] Available: http://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s2/chapter15.html. (6 Jan 2015)

Neuroscience online. (2014b) **"Auditory System: Pathways and Reflexes"** [Online] Available: http://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s2/chapter13.html. (6 Jan 2015)

Ostrow, A.C. (1989) **Aging and motor behavior**. ostrow AC ed. Indianapolis: Benchmark Press.

Patten, C. and Craik, R.L. (2000) **Geriatric physical therapy**. 2nd ed. St. Louis: Mosby.

Pistell, P.J. (2010) "Cognitive impairment following high fat diet consumption is associated with brain inflammation" **Journal of Neuroimmunology**. 219 page 25–32.

Sabia, S. et al (2009) "The Body Mass Index over the adult life course and the cognition in late midlife: the Whitehall II Cohort Study" **The American Journal of Clinical Nutrition.** 89 page 601-607.

Saladin, K.S. (2012) **Anatomy and physiology**. 6th ed. Boston: McGraw-Hill international edition.

Salthouse, T.A. (1985) **Handbook of Pychology of aging.** 2nd ed. Newyork: Vn Nostrand Reinhole.

Shenvi, D. and Balasubramanian, P. (1994) "A comparative study of visual and auditory reaction time in males and females" **Journal of physiology and pharmacology.** 38 page 229-231.

Shier, D. et al. (2004) **Human anatomy and Physiology.** 10th ed. Boston: McGraw-Hill international edition.

Silverman, I.W. (2006) "Sex differences in simple visual reaction time: a historical meta-analysis (sports events)" **Sex Roles: A Journal of Research.** 54 (1-2) page 57-69.

Sirear, S. (2001) **Medical physiology.** Sircar S ed. New Delhi: CBS publication.

Skandhan, K.P. et al. (1980) "Visuo motor coordination time in normal Children" **Indian Pediatr.** 17(3) page 275-278.

Skurvydas, A. et al. (2009) "Relationship between simple reaction time and BMI" **Journal of Comparative Human Biology.** 60 page 77-85.

Spierer, D.K. et al. (2010) "Gender influence on response time to sensory stimuli" **Journal of Strength and Conditioning Research**. 24(4) page 957-964.

Szinnai, G.H. et al. (2005) "Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women" **The American Journal of Physiology**. 289(1) page R275-280.

Traci, P. (2010) **"As we age, Loss of brain connections slows our reaction time"** [Online] Available: http://www.ns.umich.edu/htdocs/releases/story.php?id=7927. (29 June 2014)

Welford, A.T. (1980) In: **Choice reaction time: Basic concepts**. Reaction times, Academic Press, New York. page 73-128.

What-When-How Indepth Tutorials and Information. (2012) **"Central auditory pathways"** [Online] Available : http://what-when-how.com/neuroscience/auditory-and-vestibular-systems-sensory-system-part-2/ (25 september 2014)

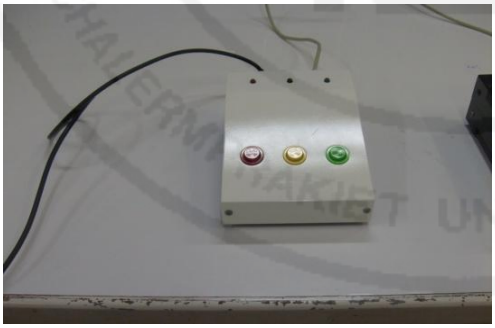
ภาคผนวก

การวัดค่าเวลาปฏิกิริยาแสงและเสียง

ในการศึกษาครั้งนี้เครื่องมือวัดค่าเวลาปฏิกิริยา (reaction time measurement apparatus) ประกอบด้วย

1. ตัวเครื่องวัดค่าเวลาปฏิกิริยา มีปุ่มกดให้เลือกสิ่งกระตุ้น เสียงหรือแสง
2. แป้นกด มีปุ่มให้เลือกกด 3 สี สีแดง สีเขียว สีเหลือง ถ้าการทดลองที่ใช้ตัวกระตุ้นเสียงให้กดสีแดง แต่ถ้าเป็นการทดลองที่ใช้ตัวกระตุ้นแสงให้กดสีที่มีไฟปรากฏขึ้นอาจเป็น สีแดง สีเขียว หรือสีเหลืองก็ได้
3. แป้นเหยียบ เมื่อได้รับสิ่งกระตุ้นแสงหรือเสียงให้กระดกปลายเท้าลงบนแป้นเหยียบ

(A)



(B) (C)

รูปที่ 1 (A) แสดงตัวเครื่องวัดค่าเวลาปฏิกิริยา (B) แสดงส่วนแป้นกดของเครื่องวัดค่าเวลาปฏิกิริยา (C) แสดงส่วนแป้นเหยียบของเครื่องวัดค่าเวลาปฏิกิริยา

ตารางที่ 1 การบันทึกค่าเวลาปฏิกิริยา แนวนอนคือจำนวนครั้งที่บันทึกค่าเวลาปฏิกิริยาแล้วหาค่าเฉลี่ย ส่วนแนวตั้งคือผู้รับการทดสอบ

ลำดับผู้รับการทดสอบ	ค่าเวลาปฏิกิริยาเสียง (sec)						ค่าเวลาปฏิกิริยาแสง (sec)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

INFORMED CONSENT FORM

ข้าพเจ้า.....ขอให้ความยินยอมของตนเอง ที่จะเข้าเกี่ยวข้องในการวิจัย/ค้นคว้าเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ และค่าดัชนีมวลกายกับค่าเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองต่อแสงและเสียงของอาสาสมัครปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้แก่ นางสาวเมตตา โพธิ์กลิ่น นางสาวจันเพ็ญ บางสำรวจ นางอัญชลี ชุ่มบัวทอง นางสาวภาสินี สงวนสิทธิ์ และนางสาวอมรรัตน์ โตทองหล่อ ได้อธิบายต่อข้าพเจ้าเกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้แล้วผู้วิจัยมีความยินดีจะให้คำตอบต่อคำถามประการใดที่ข้าพเจ้าอาจจะมีได้ ตลอดระยะเวลาการเข้าร่วมการวิจัยนี้ ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับและจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย และผู้วิจัยจะปฏิบัติในสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายหรือจิตใจของข้าพเจ้า ข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมวิจัยโดยสมัครใจ และสามารถที่จะถอนตัวจากการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้และในกรณีที่เกิดข้อข้องใจหรือปัญหาที่ข้าพเจ้าต้องการปรึกษากับผู้วิจัย ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับผู้วิจัยคือ นางสาวเมตตา โพธิ์กลิ่น นางสาวจันเพ็ญ บางสำรวจ นางอัญชลี ชุ่มบัวทอง นางสาวภาสินี สงวนสิทธิ์ และนางสาวอมรรัตน์ โตทองหล่อ ได้ที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มวิชาสรีรวิทยา มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 02-3126360 ต่อ 1508

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

ลงนาม.....ผู้วิจัย

ลงนาม.....พยาน

วันที่.....

ประวัติย่อผู้วิจัย

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวเมตตา โพธิ์กลิ่น (Maitta Phoglin)

คุณวุฒิ (Education) วท.ม. (สรีรวิทยา)

ตำแหน่ง (Position) อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน (คณะและสาขาวิชา) (Working Place)

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1508

ผู้ร่วมวิจัย

นางสาวจันเพ็ญ บางสำรวจ (Janpen Bangsumruaj)

คุณวุฒิ (Education) วท.ม. (สรีรวิทยา)

ตำแหน่ง (Position) อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน (คณะและสาขาวิชา)(Working Place)

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1508

นางอัญชลี ชุ่มบัวทอง (Anchalee Choombuathong)

คุณวุฒิ (Education) วท.ม. (สรีรวิทยา)

ตำแหน่ง (Position) อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน (คณะและสาขาวิชา)(Working Place)

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1508

นางสาวภาสินี สงวนสิทธิ์ (Pasinee Sanguansit)

คุณวุฒิ (Education) วท.ม. (กายวิภาคศาสตร์)

ตำแหน่ง (Position) อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน (คณะและสาขาวิชา)(Working Place)

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1230

นางสาวอมรรัตน์ โตทองหล่อ (Amornrat Tothonglor)

คุณวุฒิ (Education) วท.ม. (กายวิภาคศาสตร์)

ตำแหน่ง (Position) อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน (คณะและสาขาวิชา)(Working Place)

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1230