ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟน ในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

โดย

นางสาววาสนา ฬาวิน

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมทางการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605562300037DYG

ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟน ในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

โดย

นางสาววาสนา ฬาวิน

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมทางการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605562300037DYG

EYE STRAIN AND LIGHTING LEVELS FOR EARLY ADOLESCENCE SMARTPHONE USERS

BY

MISS WASANA LAVIN

A DISSERATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

PROGRAM IN MEDICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

THAMMASART UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF THAMMASART UNIVERSITY

Ref. code: 25605562300037DYG

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ดุษฎีนิพนธ์

ของ

นางสาววาสนา หาวิน

เรื่อง

ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟน
ในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2561

ประธานกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คีรินท์ เมฆโหรา)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์หลัก _____

(รองศาสตราจารย์ ดร.สสิธร เทพตระการพร)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ร่วม _____

(อาจารย์ ดร.สันทณี เครือขอน)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ร่วม _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.ณวพล กาญจนารัณย์)

กรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ)

คณบดี _____

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีร เจียศิริพงษ์กุล)

หัวข้อดุษฎีนิพนธ์	ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น
ชื่อผู้เขียน	นางสาววาสนา ฬาวิน
ชื่อปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	วิศวกรรมทางการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.สสิธร เทพตระการพร
อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.สันทณี เครือขอน
อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.ณวพล กาญจนารัณย์
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเด็กเติบโตขึ้นมาในโลกของอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น สมาร์ทโฟน ซึ่งปัญหาจากการใช้งานที่พบบ่อย คือ ความเข้มแสงไม่เหมาะสมระหว่างใช้งาน ปัญหาทางสายตาและการมองเห็น เช่น กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัญหาตาล้า และ ความเข้มแสงสว่างสำหรับผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ระยะคือ 1) การศึกษาเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Analytic cross-sectional) เพื่อหาความชุกและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีผลของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟนด้วยแบบประเมินอาการตาล้า และ การวัดสายตา (Visual acuity) ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 485 คน โดยการทดสอบค่าไคส์กำลังสอง (Chi-square test) และ การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว (Multivariate analysis) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการอาการตาล้า และวัดระดับความสัมพันธ์นำเสนอในรูป Adjusted odd ratio (aOR) และ 95% Confident Interval (95% CI) และ 2) การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study) โดยคัดอาสาสมัครจากระยะแรกจำนวน 40 คน ตามเกณฑ์สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบวิลคอกซัน (the Wilcoxon signed - rank test) ผลการศึกษาระยะที่ 1 พบกลุ่มตัวอย่าง 460 คน (ร้อยละ 94.84) มีอาการตาล้าอย่างน้อย 1 อาการจากการใช้อุปกรณ์ดิจิทัล พบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล ได้แก่เพศ (Adjusted odd

Ref. code: 25605562300037DYG

ratio, 3.88; 95% CI; 1.38,10.92) ระยะห่างจากตากับหน้าจอสมาร์ทโฟนน้อยกว่า 34 เซนติเมตร (Adjusted odd ratio, 3.57; 95% CI; 1.28,9.93) และระยะเวลาในการใช้งานตั้งแต่ 2 ชั่วโมง (Adjusted odd ratio, 7.34; 95% CI; 2.99,18.01) และระยะที่ 2 ผลการวิจัยเชิงทดลองพบปัจจัยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำการทดสอบในแสง 3 ระดับได้แก่ ค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลังทดลอง ($p<0.01$) คะแนนความสบายตา ($p<0.01$) ความเร็ว ($p<0.01$) ความถูกต้อง ($p<0.01$) และปัจจัยที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยอาการปวดตา ($p=0.36$)

การศึกษาครั้งนี้เสนอแนะว่าควรมีการจัดการปัญหาและป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับเด็กตั้งแต่ในช่วงวัยเด็ก เพราะเมื่อผู้ใช้งานวัยเด็กเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่จะได้ใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ได้ถูกต้องและลดการเกิดอันตราย ซึ่งจะมีผลต่อค่ารักษาด้านสุขภาพในระยะยาวเพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากการใช้งาน ดังนั้นผู้ปกครองและครูควรมีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำในการความรู้ในการใช้งานให้กับเด็กที่ดูแล

คำสำคัญ: กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล, กลุ่มเด็ก, ความสามารถการเพ่ง, ความเข้มแสงสว่าง

Ref. code: 25605562300037DYG

Dissertation Title	EYE STRAIN AND LIGHTING LEVELS FOR EARLY ADOLESCENCE SMARTPHONE USERS
Author	Miss Wasana Lavin
Degree	Doctor of Philosophy
Major Field/Faculty/University	Medical Engineering Faculty of Engineering Thammasat University
Dissertation Advisor	Associate Professor Sasitorn Taptagaporn, Ph.D.
Dissertation Co-Advisor	Santhanee Khruakhorn, PT, Ph.D.
Dissertation Co-Advisor	Assistant Professor Navapol Kanchanaranya, MD.
Academic Years	2017

ABSTRACT

Nowadays children can easily access digital world by using smartphone. Increase use of smartphone with prolonged use can cause the visual problems as digital eye strain (DES). The purposes of this study were to analyze the risk factors of DES and the appropriate light level for children. The study was separated into 2 phases, 1) the analytic cross-sectional study to find the prevalence of DES and the related factors by using the eye strain questionnaires and visual acuity test among 485 junior students. Chi-square test and multivariate analysis were applied to analyze related factors of eye strain and 2) the experimental study to find related factors of eye strain. Forty students were recruited in the experiment. The applied statistics were percentage, mean, standard deviation, one way ANOVA and the Wilcoxon signed - rank test. The results in phase 1 found 460 students (94.84%) with a symptom of eye strain, the related factors were gender (aOR, 3.88; 95% CI; 1.38,10.92) ,viewing distance from screen <34 cm (aOR,, 3.57; 95% CI; 1.28,9.93) and time to use smartphone ≥ 2 hours in weekend (aOR, 7.34; 95% CI; 2.99,18.01). The results in phase 2 showed that factors that were significantly different between pre-test and post-test among 3 light levels were amplitude of accommodation ($p<0.01$),

Ref. code: 25605562300037DYG

subjective feeling of visual comfort ($p<0.01$), game speed ($p<0.01$), and correct rate of matching pictures ($p<0.01$). Subjective eye strain was found insignificantly different ($p=0.36$).

This study recommends that the problem of smartphone use should be solved in childhood. Children will grow up with correct understanding of safe use. This will help reduce health care burden in long term future. Thus all parents and teachers should have awareness and be in co-operation with giving care and advice for health and safety of our children.

Keywords: Digital eye strain, Childhood, Amplitude of accommodation, illumination

Ref. code: 25605562300037DYG

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความเมตตาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สสิธร เทพตระการพร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร. สัณทนี เครือขอน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.ณวพล กาญจนารัณย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม โดยทั้งสามท่านได้ให้คำแนะนำต่างๆ ในการพิจารณาประเด็นปัญหาที่ศึกษาทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ขอขอบคุณ อาจารย์ พญ.สุนทรี ธิติวิเชียรเลิศ ที่สละเวลาให้คำปรึกษาวิจัยตลอดจนแนะนำการสอนวิธีตรวจวัดสายตาให้กับผู้วิจัย และการออกไปฝึกปฏิบัตินอกสถานที่ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร ผู้ให้ความกรุณาในการจุดประกายหัวข้อวิจัย และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิจัย และห้องที่ใช้ทำวิจัย ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง โรงเรียนทีปังกรวิทยาพัฒน์ (มัธยมวัดหัตถสารเกษตร) ในพระราชูปถัมภ์ และโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต ที่กรุณาสนับสนุนให้เข้าไปทำวิจัย และนักเรียนของโรงเรียนทั้ง 3 แห่ง ที่สละเวลาในการเข้าร่วมการวิจัยทุกระยะ

ขอขอบคุณ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดลที่มอบทุนไปนำเสนอผลงานในต่างประเทศ และ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่มอบทุนวิจัยทั่วไปสำหรับบัณฑิตศึกษาเพื่อใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณมาลินี คำผอง คุณภิญญาพัชร์ รอดแก้ว และเพื่อนนักศึกษาปริญญาเอกสาขาวิชาวิศวกรรมทางการแพทย์ปีการศึกษา 2555 ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือกันตลอดระยะการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณศุภกิจ จิตรศิริชล ที่คอยกำลังใจและให้ความช่วยเหลือทุกสิ่งอย่างจนจบการศึกษาตั้งแต่ระดับบัณฑิตศึกษาเป็นต้นมา

สุดท้ายผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัวของผู้เขียน ตลอดจนผู้เขียนหนังสือและบทความต่างๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้เขียน และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นางสาววาสนา ฬาวิน

Ref. code: 25605562300037DYG

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 คำถามการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ	4
1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual frameworks)	5
บทที่ 2 กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain syndrome)	7
2.1 ความเป็นมา	7

Ref. code: 25605562300037DYG

2.2 คำจำกัดความของอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล 7
2.3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล 12
2.4 สถิติการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลในประเทศไทย 18
2.5 การประเมินและการวินิจฉัยอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล 20
2.6 แนวทางการจัดสภาพงาน 23

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย 26

3.1 ระยะที่ 1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ 26
3.1.1 รูปแบบการวิจัย 26
3.1.2 ประชากร 26
3.1.3 กลุ่มตัวอย่าง 27
3.1.4 เกณฑ์คัดเข้าในระยะที่ 1 28
3.1.5 เกณฑ์คัดออกในระยะที่ 1 29
3.1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 29
3.1.7 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 29
3.1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1 30
3.2 ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงทดลอง 31
3.2.1 รูปแบบการวิจัย 31
3.2.2 ประชากร 31
3.2.3 การคำนวณประชากรกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 2 33
3.2.4 เกณฑ์คัดเข้าในระยะที่ 2 33
3.2.5 เกณฑ์คัดออกในระยะที่ 2 34
3.2.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 34
3.2.7 วิธีการทดลอง 35
3.2.8 การประเมินความรู้สึกสบายตา 38
3.2.9 การประเมินอาการตาล้าโดยการสอบถาม 38
3.2.10 การประเมินอาการตาล้าโดยการวัดสายตา 38
3.2.11 การวัดประสิทธิภาพการเล่นเกมส์ 39
3.2.12 เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัยประกอบด้วย 39
3.2.13 การวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 2 46

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 47

4.1 ระยะที่ 1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ 47
4.1.1 ส่วนที่ 1 แสดงการแจกแบบสอบถามไปตามโรงเรียน และเปอร์เซ็นต์การตอบกลับแยกตามโรงเรียน 47
4.1.2 ส่วนที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความชุกใน 1 ปี ของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน 54
4.1.3 ส่วนที่ 3 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์กับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล 58
4.2 ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงทดลอง 59
4.2.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง 59
4.2.2 ขั้นตอนการศึกษาในระยะที่ 2 60
4.2.3 ผลการศึกษาในระยะที่ 2 การวิจัยเชิงทดลอง 61
4.2.4 การแปรผลในขณะการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ 64
4.3 อภิปรายการศึกษาในระยะที่ 1 70
4.3.1 ปัจจัยด้านเพศ 71
4.3.2 ปัจจัยด้านระยะห่างจากตากับหน้าจอสมาร์ทโฟน 71
4.3.3 ปัจจัยด้านระยะเวลาในการใช้งานต่อวัน 72
4.4 อภิปรายการศึกษาในระยะที่ 2 72
4.4.1 ค่าความสามารถในการเพ่ง 72
4.4.2 ความสบายตา 73
4.4.3 ความเร็ว 74
4.4.4 ความถูกต้อง 74
4.4.5 อาการปวดตา 75
4.4.6 ความพึงพอใจ 75
4.5 ข้อจำกัดในงานวิจัยระยะนี้ 76
4.5.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ 76
4.5.2 การศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม 76
4.5.3 การเลือกผู้ร่วมวิจัย 76
4.5.4 การประเมินความสามารถในการเพ่ง 76
4.5.5 ระยะเวลาในการทดสอบ 76

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 77

5.1 สรุปผลการวิจัย 77
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป 78
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้งานสมาร์ทโฟน 79

รายการอ้างอิง 80

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ใบอนุมัติจริยธรรมการวิจัยในคน 93
ภาคผนวก ข ข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในปีการศึกษา 2558 96
ภาคผนวก ค แบบสอบถามสำหรับการวิจัย 98
ภาคผนวก ง การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม 104
ภาคผนวก จ แบบการประเมินในการทดลองระยะที่ 2 115
ภาคผนวก ฉ การวัดความสามารถในการมองเห็น และการแปรผลการวัดระดับสายตา 117
ภาคผนวก ช ใบรับรองเครื่องมือวัดแสงและผลการทดสอบเครื่องมือวัดแสง 119
ภาคผนวก ซ ตารางแสดงผลการทดลองในระยะที่ 2 121
ภาคผนวก ฌ วิธีการวัดแสงและขนาดพื้นที่ห้องทดลอง 130
ภาคผนวก ญ สมาร์ทโฟนที่ใช้ในการทดลอง 133
ภาคผนวก ฎ ภาพการทดลอง 134

ประวัติผู้เขียน 138

Ref. code: 25605562300037DYG

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงวิธีการวัดความสามารถในการเพ่ง (Accommodative amplitude)	22
4.1	แสดงการแจกแบบสอบถามไปตามโรงเรียน และเปอร์เซ็นต์การตอบกลับแยกตามโรงเรียน	48
4.2	แสดงปัจจัยส่วนบุคคลในการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)	48
4.3	แสดงการใช้งานและสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)	50
4.4	แสดงกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลจากการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)	53
4.5	แสดงการวิเคราะห์ตัวเดี่ยว (Univariate analysis) เพื่อหาความชุกใน 1 ปี ของกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)	54
4.6	แสดงการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ปัจจัยเสี่ยงของอาการตาล้า จากการใช้งานสมาร์ทโฟนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (จำนวน=485)	58
4.7	แสดงปัจจัยส่วนบุคคล (จำนวน = 33 คน)	61
4.8	แสดงกลุ่มอาการตาล้าขณะทำการทดลองในแต่ละความเข้มแสง (จำนวน=33)	62
4.9	แสดงกลุ่มอาการตาล้าขณะทดลองในแต่ละความเข้มแสง (จำนวน=33 คน)	63
4.10	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามในการทดลอง	64
4.11	แสดงค่าเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลัง การทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ (จำนวน=33 คน)	66
4.12	แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลัง การใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ (จำนวน=33 คน)	66

Ref. code: 25605562300037DYG

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยระยะที่ 1	5
1.2	แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยระยะที่ 2	6
2.1	แสดงลักษณะทางกายวิภาคและสรีระวิทยาของตา (40)	8
2.2	แสดงมุมแนวสายตา (Line of sight angle, LOSA) ในการมองวัตถุหนึ่งโดยเทียบกับแนวระนาบแฟรงค์เฟิร์ต หรือ Eye-ear plane (44)	10
2.3	แสดงร้อยละของประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และโทรศัพท์มือถือ พ.ศ. 2548-2554 (9)	18
2.4	แสดงร้อยละของประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และโทรศัพท์มือถือ พ.ศ. 2552-2556 (9)	19
2.5	แสดงร้อยละของประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต โทรศัพท์มือถือทุกประเภท และโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน พ.ศ. 2555-2559 (10)	19
3.1	แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 1	27
3.2	แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2	32
3.3	แสดงแบบประเมินความรู้สึกสบายตา	38
3.4	แสดงเครื่องมือที่ใช้วัดแสง	40
3.5	แสดงสมาร์ทโฟนสำหรับใช้ในการทดลอง	40
3.6	แสดงแผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน	41
3.7	แสดงเก้าอี้ 5 ขามีพนักพิงปรับความสูง-ต่ำได้	41
3.8	แสดงโต๊ะสำหรับใช้ในการทดลอง	42
3.9	แสดงแท่นสำหรับวางสมาร์ทโฟนสำหรับใช้ในการทดลอง	42
3.10	แสดงนาฬิกาจับเวลาสำหรับใช้ในการทดลอง	43
3.11	แสดงเกมส์สำหรับใช้ในการทดลอง	43
3.12	แสดงกรอบเฟรมสำหรับใส่เลนส์วัดสายตาสำหรับใช้ในการทดลอง	44
3.13	แสดงเลนส์วัดสายตาแว่นสำหรับใช้ในการทดลอง	44
3.14	แสดงแผ่นทดสอบสายตา Pocket vision screener	45
3.15	แสดงตัวอย่างภาพที่เบลอ	46

Ref. code: 25605562300037DYG

4.1	แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2	60
4.2	กราฟแสดงผู้ทดลองที่มีอาการและไม่มีอาการตาล้า ขณะใช้งานสมาร์ทโฟนในแต่ละความเข้มแสง (จำนวน=33 คน)	63
4.3	กราฟแสดงค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลัง การใช้งานสมาร์ทโฟนในความเข้มแสง 3 ระดับ	65
4.4	กราฟแสดงคะแนนความสบายตาขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ	67
4.5	กราฟแสดงระดับความเร็วขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ	68
4.6	กราฟแสดงคะแนนความถูกต้องขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ	69
4.7	กราฟแสดงคะแนนอาการปวดตาขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ	70

Ref. code: 25605562300037DYG

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
AA	Amplitude of accommodation
aOR	Adjusted odd ratio
CFF	Critical flicker fusion frequency
Crude OR	Crude odds ratio
D	Diopter
DES	Digital eye strain
HD	High-definition
VA	Visual acuity
95% CI	95% Confidence Interval

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเด็กเติบโตขึ้นมาในโลกของอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ซึ่งเด็กต้องเผชิญความเสี่ยงจากการใช้งานอุปกรณ์เหล่านั้น เช่นอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain) เด็กบางคนใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้มากกว่าชั่วโมง ไม่ยอมไปทำกิจกรรมอื่นแตกต่างจากสมัยก่อนที่เด็กจะทำกิจกรรมข้างนอกบ้าน (1, 2) จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่าเด็กอายุ 10–15 ปี ที่ใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลมีปัญหาสายตาสั้นเพิ่มขึ้นจากการใช้งานระยะใกล้ (1, 3) (4) ในประเทศไทยเด็กอายุน้อยกว่า 15 ปี เกิดปัญหาทางสายตาเช่นเดียวกับต่างประเทศ โดยปัญหาเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ไม่ถูกวิธี และ ใช้งานในระยะเวลาที่นานโดยไม่มีการหยุดพักสายตา (5, 6) ข้อมูลจากสถิติในแผนกตาสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินีปีพ.ศ. 2554 พบเด็กที่เข้ารับการรักษาในแผนกตาปีละประมาณ 30,000 คน ร้อยละ 20-30 มีปัญหาทางสายตาจากการเพ่งสายตาเล่นเกมส์ (7) และข้อมูลจากการสำรวจการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พบแนวโน้มการใช้คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต และโทรศัพท์มือถือของประชาชนไทยอายุ 6 ปี ขึ้นไป ในระหว่างปีพ.ศ. 2552 - พ.ศ. 2556 พบผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 56.8 (34.8 ล้านคน) เป็นร้อยละ 73.3 (46.4 ล้านคน) และกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมากที่สุด คือ กลุ่มเด็กอายุ 6-14 ปี นับว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงที่ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง (8, 9) และข้อมูลระหว่างปี 2555-2559 มีผู้ใช้โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นจากจำนวน 5 ล้านคน เพิ่มเป็น 31.7 ล้านคน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 49.4) โดยในกลุ่มอายุ 6-14 ปี ใช้งานสูงถึงร้อยละ 61.4 (10) การใช้งานคอมพิวเตอร์ในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดพักสายตาขณะใช้งาน และใช้งานในระยะใกล้มากเกินจะทำให้สายตาสั้นเร็วกว่าปกติซึ่งมีทั้งสั้นเทียมหรือสั้นชั่วคราว และสั้นถาวร โดยพบปัญหาสายตาสั้นเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าจากร้อยละ 8 ของจำนวนประชากร เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 (5, 6) ทำให้เกิดปัญหาการเรียนจากมองตัวหนังสือบนกระดานไม่ชัด ส่งผลให้เรียนไม่ทันเพื่อน เกิดปัญหาเด็กเบื่อหน่ายการเรียน (11) นอกจากนี้จะทำให้เกิดอาการปวดตาจากการเพ่งสายตา อาการปวดศีรษะโดยไม่ทราบสาเหตุ(12) และอาจส่งผลต่อการทำงานในบางอาชีพที่ต้องใช้สายตาในอนาคต เช่น นักบิน ตำรวจ ทหาร (6)

ถึงแม้ว่าการใช้งานสมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กจะเพิ่มขึ้นทุกปี แต่การศึกษาในประเทศไทยเกี่ยวกับอันตรายจากการใช้งานยังมีจำนวนน้อย การศึกษาของวาสนา ฯาวิน และคณะ พ.ศ. 2556

Ref. code: 25605562300037DYG

(13) ได้ศึกษาและทบทวนประวัติในแผนกจักษุผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลของรัฐบาล ในระดับตติยภูมิขั้นสูงเขตกรุงเทพมหานครแห่งหนึ่งในกลุ่มเด็กอายุ 12-15 ปี ที่มาพบแพทย์ด้วยอาการตาแห้งและภาวะสายตาสั้น พบ 2 ราย ที่แพทย์ลงสาเหตุจากการใช้งานสมาร์ทโฟน ผลการศึกษายังพบว่าเด็กใช้งานนานและไม่คำนึงสภาพสิ่งแวดล้อมที่ใช้งาน

กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลประกอบด้วยอาการตาแห้ง ตาแดง ระคายเคืองตา ตาล้า รวมทั้งอาการปวดศรีษะ หลัง คอและไหล่ ที่เกิดจากการใช้งานนาน (14-16) การมองจอภาพที่อยู่ห่างประมาณครึ่งฟุตหรือน้อยกว่า กระตุ้นให้กล้ามเนื้อรอบดวงตาและประสาทตาต้องเพ่งตลอดเวลา ทำให้อัตราการกระพริบตาลดลง (17, 18) เกิดภาวะตึงเครียด ตาแดง แสบตา มองภาพไม่ชัดเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (19, 20) มีการศึกษาเปรียบเทียบการอ่านเอกสารสิ่งพิมพ์กับการอ่านจากจอคอมพิวเตอร์ พบว่าการอ่านหนังสือจากเอกสารสิ่งพิมพ์เกิดอาการทางสายตาจากการใช้คอมพิวเตอร์น้อยกว่าแบบอื่น (14, 21-23)

นอกจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ปัจจัยที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อคนทำงานคือแสงสว่าง เมื่อใช้งานในบริเวณที่มีแสงสว่างน้อยเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากขึ้น มีผลทำให้รู้ม่านตาเปิดมากขึ้นเนื่องจากมองเห็นภาพไม่ชัดเจน จึงต้องเพ่งมองเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดอาการปวดตา มึนศีรษะ ในขณะที่แสงสว่างมากเกิน จะทำให้ผู้ทำงานไม่สบายตา ปวดตา มึนศีรษะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุก ประสิทธิภาพการมองเห็นแย่ลง และอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้ (24, 25) ส่งผลต่อผลผลิตและประสิทธิภาพในการทำงาน (26, 27)

โดยทั่วไปแล้วธรรมชาติของสายตาของเด็กมีความแตกต่างจากสายตาผู้ใหญ่ และการป้องกันดูแลรักษาตนเองของเด็กยังมีข้อจำกัด และคำแนะนำการใช้งานในกฎหมายที่ระบุไว้เป็นคำแนะนำที่ใช้ในผู้ใหญ่วัยทำงานซึ่งอาจมีข้อไม่เหมาะสมกับความต้องการทางสรีรวิทยาของเด็ก ในการศึกษาเกี่ยวกับอันตรายจากการใช้งานสมาร์ทโฟน ส่วนใหญ่ให้ความสนใจในกลุ่มผู้ใหญ่และกลุ่มวัยทำงาน แต่ในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น ยังมีการศึกษาน้อย จากการสำรวจของสมาคมจักษุแพทย์ของสหรัฐอเมริกา (American Optometric Association, AOA) พบเด็กอายุ 10-17 ปี ร้อยละ 80 เกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล เช่นเดียวกับกลุ่มผู้ใหญ่ (28)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการทราบขนาดความชุกของกลุ่มอาการตาล้า และความเข้มแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานสมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น เพื่อหาแนวทางในการใช้งานที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาจากการใช้งาน เช่น ปัญหาทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างจากการใช้งาน ปัญหาทางด้านสายตา และ การมองเห็น เมื่อเราทราบความชุกและปัจจัยที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าแล้ว เราจะสามารถหาวิธีแก้ไข และป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับกลุ่มผู้ใช้งานตั้งแต่ในช่วงวัยเด็กได้ เมื่อผู้ใช้งานในวัยเด็กเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่จะได้ใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ได้ถูกต้อง เหมาะสม และ ลดการเกิดอันตรายที่จะมีผลต่อค่ารักษาด้านสุขภาพในระยะยาว

Ref. code: 25605562300037DYG

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

1.2.1.1 เพื่อหาความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมที่ใช้งานสมาร์ทโฟนสำหรับเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.2.1.2 เพื่อสร้างแนวทางในการใช้สมาร์ทโฟนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาสายตาในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1.2.2.1 ระยะที่ 1

(1). เพื่อหาความชุกของกลุ่มอาการตาล้า จากการใช้งานสมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

(2). เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีผล กับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

12.2.2 ระยะที่ 2

(1). เพื่อหาความเข้มของแสงสว่าง ที่เหมาะสมที่ใช้งานสมาร์ทโฟนสำหรับเด็กวัยรุ่นตอนต้น

(2). เพื่อให้สร้างแนวทางในการใช้สมาร์ทโฟน ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาสายตาในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 ความชุกของกลุ่มอาการตาล้า จากการใช้งานสมาร์ทโฟนเป็นอย่างไร ในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.3.2 มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลทำให้เกิดกลุ่มอาการตาล้า จากการใช้งานสมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.3.3 ความเข้มของแสงสว่างเท่าไรที่เหมาะสม ในการใช้งานสมาร์ทโฟน ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพดีที่สุด และรู้สึกสบายตาที่สุดในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

Ref. code: 25605562300037DYG

1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบความชุกของกลุ่มอาการตาล้า จากการใช้งานสมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.4.2 ทราบปัจจัยที่มีผลกับการเกิดอาการตาล้า จากการใช้งานสมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.4.3 ทราบแนวทางการใช้แสงที่เหมาะสมกับสมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็ก เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาทางสายตาจากการใช้สมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Analytic cross-sectional) และระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study) โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.5.1 ระยะที่ 1 เพื่อหาความชุกและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีผลของกลุ่มอาการตาล้า จากการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.5.2 ระยะที่ 2 เพื่อศึกษาผลของระดับแสงกับกลุ่มอาการตาล้า จากการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กเด็กวัยรุ่นตอนต้น

1.6 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

1.6.1 ความสว่าง (Illuminance) หมายถึง ปริมาณแสงของแหล่งกำเนิดแสงที่ตกกระทบลงพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์ (Lux, lx)

1.6.2 ความเข้มแสง ในงานวิจัยนี้ใช้ความเข้มแสงน้อยเท่ากับ 50 ลักซ์ ความเข้มแสงปานกลางเท่ากับ 300 ลักซ์ และ ความเข้มแสงมากเท่ากับ 600 ลักซ์

1.6.3 อาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับดวงตา และการมองเห็นที่มีความสัมพันธ์กับการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วยอาการ ตาแดง เคืองตา ตาแห้ง มองภาพเบลอ ตาล้า และมีอาการปวดคอ ไหล่ หลังร่วมด้วย (15, 29, 30)

1.6.4 อุปกรณ์ดิจิทัล ในการศึกษานี้หมายถึงโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

1.6.5 สมาร์ทโฟน หมายถึงโทรศัพท์มือถือที่มีคุณสมบัติขั้นสูงกว่าโทรศัพท์ทั่วไป มีฟังก์ชั่นคล้ายกับที่พบในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สามารถรับ-ส่งข้อมูล อีเมล์และเข้าถึงเว็บไซต์ทาง

Ref. code: 25605562300037DYG

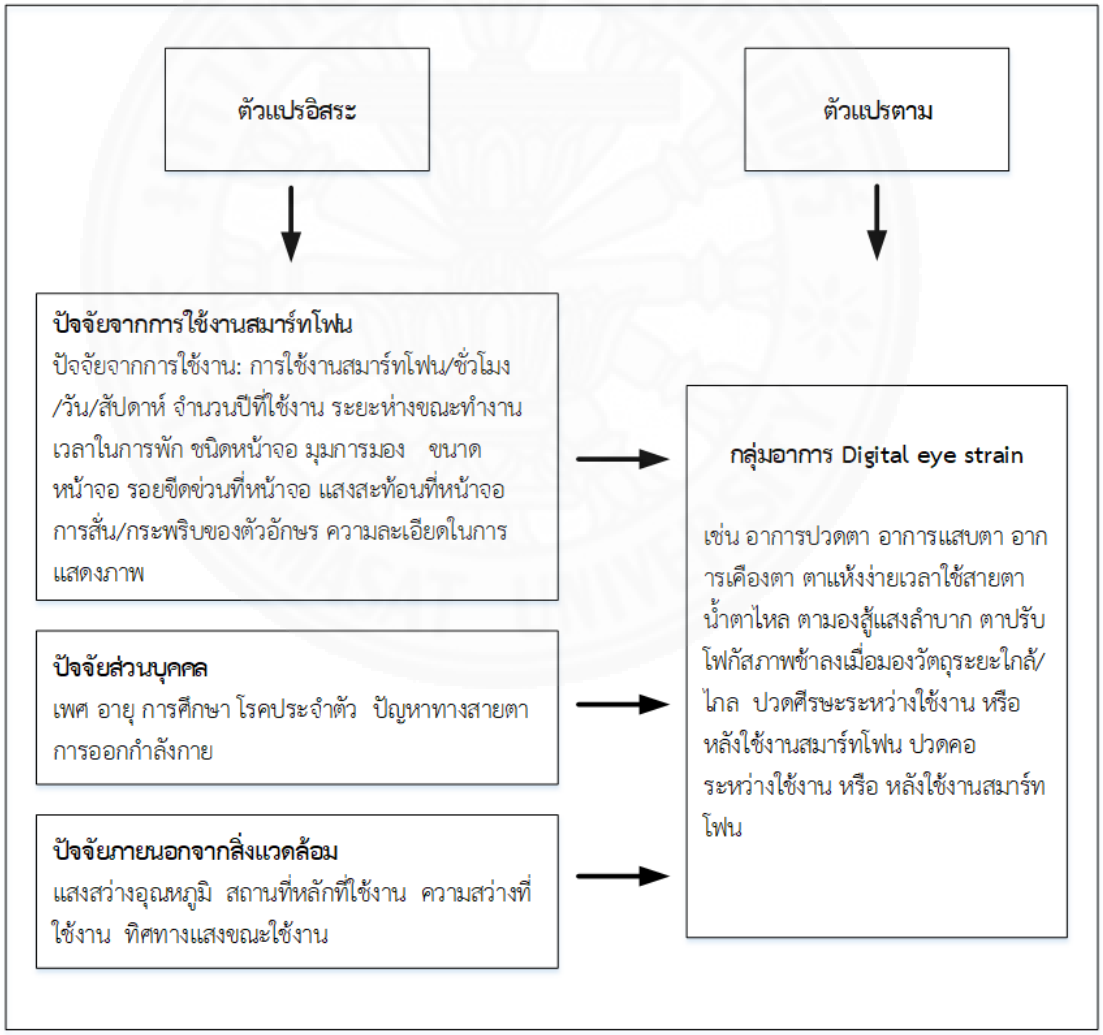
อินเทอร์เน็ตได้ ใช้การเชื่อมต่อไร้สายโดยไม่ต้องใช้สายเคเบิ้ล หรือสายสัญญาณ มีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ (31)

1.6.6 เด็กวัยรุ่นตอนต้น หมายถึงเด็กที่มีอายุ 12-15 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual frameworks)

แบ่งได้เป็น 2 ระยะของการทดลอง

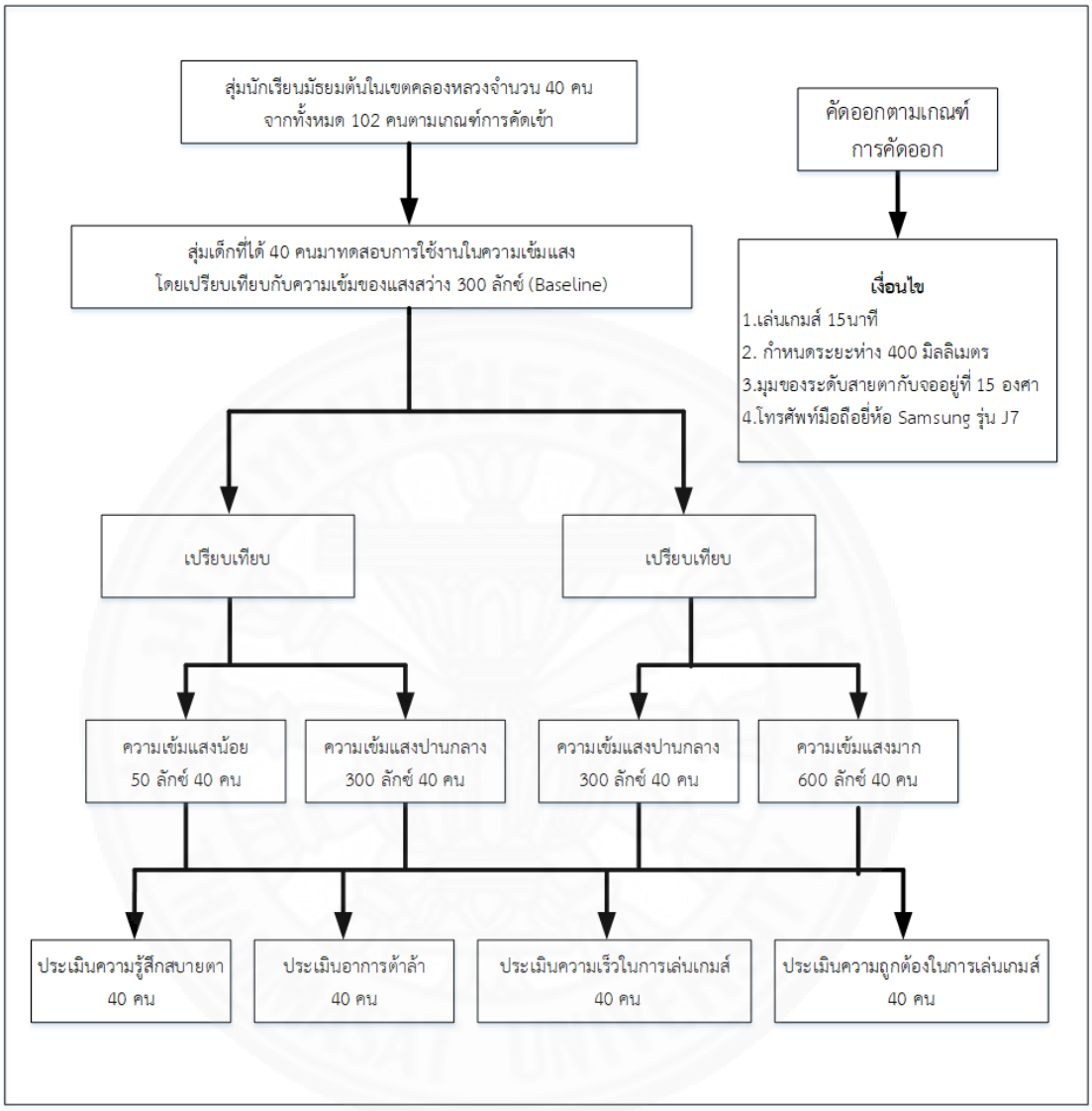
1.7.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 1



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยระยะที่ 1

Ref. code: 25605562300037DYG

1.7.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย ระยะที่ 2



ภาพที่ 1.2 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยระยะที่ 2

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 2
กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain)

2.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันเด็กเติบโตขึ้นมาในโลกที่เต็มไปด้วยอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค สมาร์ทโฟน และเครื่องอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-readers) เด็กต้องเผชิญกับความเสี่ยงจากกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (28) จากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล ซึ่งเด็กบางคนใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้มากกว่าชั่วโมง ไม่ยอมละสายตาหรือวางมือไปทำกิจกรรมอื่น ซึ่งแตกต่างจากสมัยก่อนที่เด็กจะทำกิจกรรมข้างนอกบ้าน (28, 32) และยังพบว่าในหลายประเทศ เด็กวัย 10–15 ปี ที่ใช้คอมพิวเตอร์เริ่มมีปัญหาสายตาสั้นเพิ่มขึ้น โดยมีสาเหตุมาจากการก้มดูหน้าจออุปกรณ์ดิจิทัลในระยะใกล้ (28, 33, 34) ในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความหมาย และ คำจำกัดความของกลุ่มตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

ส่วนที่ 3 การประเมินและการวินิจฉัยอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

ส่วนที่ 4 แนวทางจัดสภาพงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งาน และแนวทางการจัดสภาพงาน ในส่วนที่เกี่ยวกับสถานที่ปฏิบัติงาน

2.2 คำจำกัดความของอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

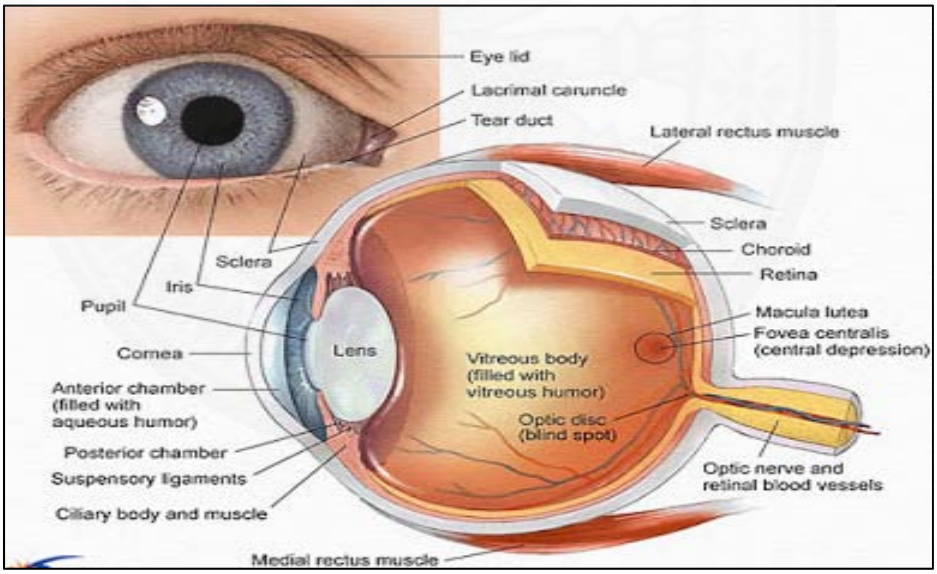
กลุ่มอาการคอมพิวเตอร์ซินโดรม (Computer syndrome) ได้เริ่มคำจำกัดความโดยสมาคมจักษุแพทย์ของสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1995 (35) และได้รับการศึกษาเพิ่มมากขึ้นในช่วงปี ค.ศ.1980 ในกลุ่มนักการยศาสตร์ด้านการมองเห็น (Visual ergonomics) และการยศาสตร์ด้านคอมพิวเตอร์ (Computer ergonomics) (35)

อาการผิดปกติทางกายที่เกิดหลังการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์ซินโดรม ได้แก่ อาการผิดปกติทางกายต่างๆ ซึ่งมีหลายอาการพร้อมกันจึงเรียกรวมว่า กลุ่มอาการ (Syndrome) ได้แก่ ปวดศีรษะ ปวดหลัง ปวดไหล่ ปวดต้นคอ ปวดแขน รวมทั้งอาการผิดปกติทางสายตา แต่เมื่อแยกออกมาเฉพาะอาการทางสายตาเรียกกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิเชินซินโดรม (29, 36, 37) และปัจจุบันมีการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลเพิ่มขึ้น เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สมาร์ทโฟนและเครื่องอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงเรียกรวมกันว่าอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (30, 38)

Ref. code: 25605562300037DYG

ในประเทศไทย พ.ศ. 2549 กระทรวงแรงงานได้ออกกฎกระทรวงกำหนดแสงสว่างในห้องคอมพิวเตอร์ให้ผู้ทำงานกับคอมพิวเตอร์ หรือผู้ใช้คอมพิวเตอร์ต้องอยู่ภายใต้ความสว่างไม่ต่ำกว่า 600 ลักซ์ แต่ในทางกลับกันทางด้านสรีรวิทยาของเด็กและผู้ใหญ่ต่างกัน (39) กฎหมายนี้เป็นการใช้งานคอมพิวเตอร์ แต่ ในเด็กส่วนใหญ่มีการใช้งานสมาร์ทโฟนเพิ่มมากขึ้นเมื่อพิจารณาแนวโน้มการใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือของประชาชนอายุ 6 ปี ขึ้นไปในระหว่างปี 2548 - 2554 จากข้อมูลจากการสำรวจการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พบว่าผู้ใช้คอมพิวเตอร์มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 24.5 เป็นร้อยละ 32 ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 12 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 23.7 (20) ในประเทศไทยยังขาดการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การใช้งานโทรศัพท์มือถือ เช่น ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้งาน ระยะห่างจากจอมอนิเตอร์ แสงสว่างที่ใช้ เพื่อป้องกันการเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงหวังว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์กับกลุ่มเด็กวัยเรียนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้งานสมาร์ทโฟนที่ถูกต้องและเหมาะสม

2.2.1 โครงสร้างของลูกตา (Structure of the eye)



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะทางกายวิภาคและสรีระวิทยาของตา (40)

ตา เป็นอวัยวะที่ช่วยให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ มีเซลล์ทำหน้าที่รับแสงสว่างโดยเฉพาะ มีส่วนประกอบต่างๆ ช่วยป้องกันอันตราย เช่น คิ้วและขนตา ป้องกันฝุ่นละออง มีท่อน้ำตาเพื่อหล่อเลี้ยงลูกตาให้ชุ่มชื้น ลูกตามีลักษณะกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ด้านนอกเป็นเยื่อชั้นนอกสุด หนาและเหนียว เรียกกระบอกตา (Sclera) ทำให้ลูกตาคงรูป มีส่วนประกอบสำคัญ

Ref. code: 25605562300037DYG

ได้แก่ ส่วนตาขาวและ กระจกตา บริเวณด้านหน้าลูกตามีลักษณะเป็นเลนส์นูนเรียกกระจกตา (Cornea) ทำหน้าที่รับและให้แสงผ่านเข้าสู่ภายใน มีส่วนประกอบเป็นเส้นใยคอลลาเจน เรียงกันลักษณะใสและผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อสีดำคล้ายตาข่ายของหลอดเลือดเรียก คอรอยด์ (Choroid) และด้านหน้าของคอรอยด์ เปลี่ยนรูปร่างเป็นม่านตา (Iris) ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นสีของนัยน์ตา ซึ่งอาจมีสีดำ สีน้ำตาล หรือ สีฟ้าตามเชื้อชาติ การควบคุมการหดตัวของม่านตาประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ 2 ชนิดคือ กล้ามเนื้อไอริส สฟิงคเตอร์ (Iris sphincter muscle) เป็นกล้ามเนื้ออยู่รอบดวงตาและทำหน้าที่คล้ายหูรูดในการหดหรี่ม่านตาควบคุมโดย ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกและกล้ามเนื้อไอริส ไดเลเตอร์ (Iris dilator muscle) เป็นกล้ามเนื้อเรียบของตาเลี้ยงระบบประสาทซิมพาเทติก เมื่อได้รับสิ่งกระตุ้นการตอบสนองแบบต่อสู้หรือหนี (Fight-or-flight) ระบบประสาทซิมพาเทติกจะกระตุ้นกล้ามเนื้อมัดนี้ให้ทำหน้าที่ขยายรูม่านตา เพื่อให้แสงตกเข้าสู่เรตินามากขึ้น (41) และพบว่าคนอายุมากขึ้นเมื่อนอนหลับม่านตา (Pupil) จะมีขนาดเล็กลง ขนาดของรูม่านตาถูกควบคุมด้วยระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ดังนั้นการกระตุ้นต่างๆ ที่มีผลต่อขนาดของม่านตา จะกระตุ้นผ่านระบบประสาททั้ง 2 นี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับขนาดของม่านตา ได้แก่ อายุ ระดับของการตื่นตัว (Alertness) แสงที่ตกกระทบจอประสาทตา (Retinal illumination) กระบวนการปรับโฟกัสของตาที่จอประสาทตา (Accommodation) และยาบางชนิด (42, 43)

2.2.2 การเคลื่อนไหวของลูกตา

ในดวงตาแต่ละข้าง มีกล้ามเนื้อนอกลูกตา (Extraocular muscle; EOM) อยู่ในเบ้าตาและทำหน้าที่ช่วยกลอกลูกตาเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น กล้ามเนื้อนอกลูกตามี 6 มัด ที่ช่วยกลอกลูกตาประกอบด้วย กล้ามเนื้อในแนวนอน ช่วยกลอกลูกตาในแนวราบ ซ้ายขวากลอกไปหัวตา (Adduction) หรือกลอกไปทางหางตา (Abduction) ได้แก่ กล้ามเนื้อ Medial rectus ช่วยกลอกลูกตาไปทางหัวตา กล้ามเนื้อมัดนี้เลี้ยงโดยเส้นประสาทสมองเส้นที่ 3 ช่วยกลอกลูกตาไปทางหางตา ซึ่งกล้ามเนื้อมัดนี้เลี้ยงโดยเส้นประสาทสมองเส้นที่ 6 กล้ามเนื้อในแนวตั้ง (Vertical muscle) ได้แก่ กล้ามเนื้อ Superior rectus (SR) และกล้ามเนื้อ Inferior rectus (IR) กล้ามเนื้อ Superior rectus ทำหน้าที่กลอกลูกตาขึ้นบนเป็นหลัก ร่วมกับทำหน้าที่หมุนลูกตาเข้าใน (42)

2.2.3 แนวสายตา (Line of sight, LOS)

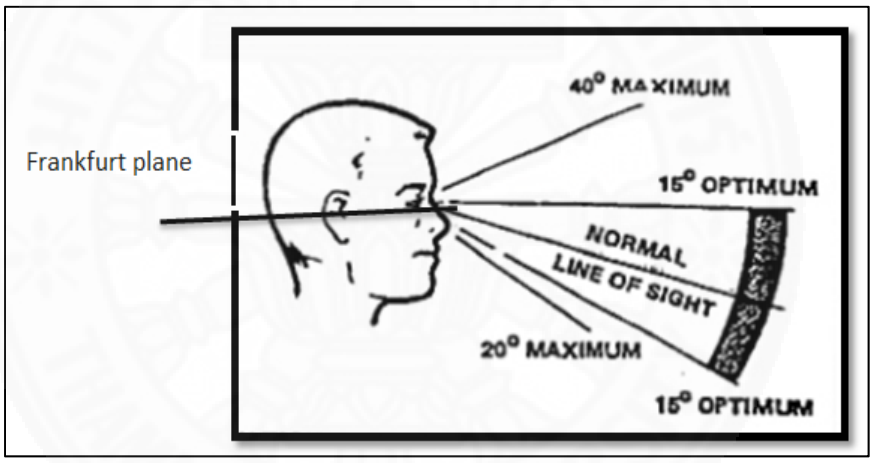
เมื่อมองวัตถุจากจุดหนึ่ง เส้นตรงที่ลากออกจากวัตถุนั้นผ่ามรูม่านตาไปจอประสาทตาบริเวณโฟเวียเรียกแนวสายตา ซึ่งสามารถกำหนดแนวสายตาในลูกตาได้ชัด แต่ภายนอกลูกตาต้องมีแนวอ้างอิงที่เหมาะสม ในการมองวัตถุเราสามารถเลือกใช้แนวระนาบแฟรงค์เฟิร์ต (Frankfurt plan) หรือ Eye-ear plane ได้

Ref. code: 25605562300037DYG

แนวระนาบแฟรงค์เฟิร์ต สามารถวัดได้จากแนวเส้นลากตรงจากรูหู (Tragion) ด้านขวาไปจุดล่างสุดของเบ้าตา (Eye socket) โดยที่ตาทั้งสองอยู่แนวระดับเดียวกัน ส่วนแนวระนาบ Eye-ear plane วัดได้จากลากเส้นตรงจากรูหูด้านขวาไปหางตา (Canthus) ข้างเดียวกันโดยตาทั้ง 2 ข้างอยู่ระดับเดียวกัน

กรณีที่วัตถุที่มองไม่ใช่จุดแต่มีขนาดซึ่งสามารถแสดงเป็นความยาวที่ตั้งฉากกับแนวสายตาได้ ซึ่งขนาดวัตถุจะแสดงเป็นมุมของการมองเห็น (Visual angle; α) ขนาดวัตถุขึ้นกับระยะห่างจากตา (D) และขนาดความยาววัตถุ (L) ขนาดวัตถุที่แสดงเป็น มุมของการมองเห็น มีหน่วยเป็นขนาดองศาเชิงมุม (Degree of arc) ค่ามุมของการมองเห็นแสดงดังสมการ

$$\alpha = 2 \times \arctan(0.5 \times L \times D^{-1}) \text{ in degree}$$



ภาพที่ 2.2 แสดงมุมแนวสายตา (Line of sight angle, LOSA) ในการมองวัตถุหนึ่ง โดยเทียบกับแนวระนาบแฟรงค์เฟิร์ต หรือ Eye-ear plane (44)

มุมการมองในท่านั่งที่สบายคือเส้นที่ต่ำกว่าเส้นที่ลากขนานกับพื้นจากดวงตามา 35 องศา และตำแหน่งท่าทางในการมองอาจปรับเพิ่มหรือปรับลดจากเส้นนี้ได้อีก 15 องศา ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยทั่วไปการใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์สามารถปรับความสูงและมุมของหน้าจอให้เหมาะสมในระดับที่ใช้แล้วสบายตา โดยทั่วไปการมองจะสบายตาที่สุดเมื่อขอบบนหน้าจออยู่ต่ำกว่าระดับสายตาเล็กน้อย โดยสายตาผู้ใช้มองลงจากแนวระนาบประมาณ 10 – 15 องศา (45, 46)

Ref. code: 25605562300037DYG

2.2.4 ลานสายตา (Visual field)

ลานสายตา คือ ขอบเขตของการมองเห็นเมื่อเรามองตรงออกไป โดยในคนปกติเมื่อมองตรงออกไปเราจะเห็นภาพได้กว้างมาก ทั้งภาพตรงหน้าเรา และภาพโดยรอบ โดยเราไม่ต้องเงยหน้า ก้มหน้าหรือหันหน้า เราสามารถมองเห็นภาพที่อยู่เหนือจมูกได้ประมาณ 60 องศา ด้านล่างประมาณ 60-70 องศา และด้านข้างทั้งซ้ายขวาประมาณ 100 องศา แต่ในโรคตาบางชนิดที่มีความผิดปกติของลานสายตา เช่น ต้อหินหรือโรคเนื้องอกต่อมใต้สมองทำให้เมื่อมองตรงไม่หันหน้าสามารถมองเห็นได้เพียงภาพตรงหน้าเท่านั้น ภาพด้าน บน ล่าง ซ้าย ขวา จะมองได้หดลงเหมือนมองภาพผ่านช่องอุโมงค์ (42)

2.2.5 การปรับโฟกัส

กลไกการเกิดภาพเกิดจากการหักเหของแสงบริเวณคอร์เนีย และเลนส์ตา เลนส์ตาสามารถปรับความยาวโฟกัสได้เพื่อให้เกิดภาพชัดบนเรตินา รอบเลนส์ตามีกล้ามเนื้อซิลิอารี (Ciliary muscles) เมื่อกล้ามเนื้อนี้คลายตัว เลนส์ตาจะถูกเส้นใยซิลิอารี (Ciliary fibers) ดึงให้แฟบลง ระยะนี้ตาคนปกติจะมองเห็นชัดที่ระยะอนันต์ ในสายตาปกติเมื่อมองวัตถุไกล เลนส์ตาจะผ่อนคลาย ขณะมองภาพกล้ามเนื้อตาจะเกร็งเพื่อปรับความยาวโฟกัส การเกร็งกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างอัตโนมัติเพื่อให้เห็นภาพคมชัดตลอดเวลาไม่ว่าวัตถุอยู่ใกล้ไกลเพราะตามีระบบปรับโฟกัส การมองวัตถุอยู่ใกล้เกินไปกล้ามเนื้อตาต้องมีการหดเกร็งเพื่อเพิ่มกำลังของแก้วตาให้มองใกล้ชัดเกิดภาวะสายตาสั้น แต่มองภาพไกลไม่ชัด ซึ่งมักเป็นชั่วคราวโดยจะกลับมาปกติเมื่อกล้ามเนื้อคลายตัว เรียกสายตาสั้นชั่วคราว การจ้องมองตัวอักษรบนหน้าจอคอมพิวเตอร์มีผลทำให้ตาต้องปรับโฟกัสไปที่จอภาพ การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้นาน ตาต้องปรับโฟกัสไปเรื่อยๆ เพื่อมองอักษรที่จอภาพทำให้เกิดอาการตาล้า หรือ ปวดตาได้ เด็กที่ใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน เพื่อเล่นเกมส์เป็นชั่วโมง เด็กจะมีอาการปวดตาได้เพราะกล้ามเนื้อตาเกร็งตลอดเวลา จากการที่เลนส์ตาต้องเปลี่ยนโฟกัส เพราะระยะภาพคงที่ แต่ระยะวัตถุเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ภาพที่คมชัด หากกล้ามเนื้อตาส่วนนี้ถูกใช้งานอย่างหนักอย่างซ้ำๆ เป็นเวลานาน จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการล้าและทำให้กล้ามเนื้อส่วนนี้เสื่อม และเกิดภาวะสายตาสั้นค้างจนเป็นสายตาสั้นถาวรได้ (47, 48) มีการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบการปรับโฟกัสในกลุ่มผู้ร่วมวิจัยอายุน้อย และ เป็นกลุ่มสุขภาพดีหลังจากที่ได้รับโหลดกล้ามเนื้อตาในระดับต่ำพบการรายงานอาการน้อย (49) และจากการศึกษาการปรับโฟกัสตาในเด็กระบบการปรับโฟกัสจะดีและเริ่มลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (49, 50)

2.2.6 สมาร์ทโฟน (Smartphone)

Liane Cassavoy ผู้เชี่ยวชาญด้านสมาร์ทโฟน ให้คำนิยามเกี่ยวกับสมาร์ทโฟนไว้ว่าเป็นโทรศัพท์มือถือที่มีคุณสมบัติขั้นสูงกว่าโทรศัพท์ทั่วไป หน้าจอเป็นระบบสัมผัส มีฟังก์ชั่นคล้ายกับที่พบในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สามารถรับ-ส่งข้อมูล อีเมล์และเข้าถึงเว็บไซต์ทางอินเทอร์เน็ตได้

Ref. code: 25605562300037DYG

ใช้การเชื่อมต่อไร้สายโดยไม่ต้องใช้สายเคเบิ้ล หรือสายสัญญาณ มีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ เป็นโทรศัพท์มือถือที่มีคุณสมบัติขั้นสูงกว่าโทรศัพท์ทั่วไป (31)

2.3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

2.3.1 ปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟน

2.3.1.1 ชนิดของหน้าจอ

การใช้งานหน้าจอดิจิทัลเช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต แล็ปท๊อป โทรศัพท์มือถือ วีดีโอเกม ส่งผลกระทบกับการมองเห็น โดยขณะใช้งานตาจะต้องมองไปในหลายๆ ตำแหน่ง มีการปรับเปลี่ยนโฟกัสใกล้-ไกลรวมถึงการกลอกของตาไปมาตลอดทำให้เกิดตาล้า โดยชนิดหน้าจอแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

(1) หน้าจอแอลซีดี (Liquid-crystal display; LCD) เป็นแผงแสดงผลทำงานโดยฉายแสง back light ผ่านผลึกกึ่งเหลวที่คอยบิดตัวเองทำให้แสงผ่านไปด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง เรียก Backlight เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกปล่อยเข้าไปกระตุ้นผลึกทำให้ผลึกโปร่งแสง แสงจาก Backlight จะแสดงขึ้นบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นจะไม่สว่าง ผลึกมีสีต่างกัน เช่น สีฟ้า หรือสีเขียว เมื่อมองจอจึงเห็นตัวหนังสือกับพื้นหลังสีต่างกัน การแสดงผลคมชัด ไม่กระพริบ และสั่นไหว แต่เปลืองพลังงานมาก (51) เช่น จอสมาร์ทโฟนของไอโฟน

(2) หน้าจอโอเล็ต (Organic light-emitting diode; OLED) เป็น LED ทำจากสารอินทรีย์ ทำงานโดยพิเซลแต่ละตัวสามารถแสดงแสงได้เอง สว่าง ภาพเข้ม มีสีสันที่สดใส อายุการใช้งานสั้นเพราะเป็นวัสดุอินทรีย์ มีปัญหาสีเพี้ยนมากกว่า LCD เพราะเม็ดสีเสื่อมได้ตามอายุงาน (51) เช่น จอสมาร์ทโฟนของซัมซุงกาแลกซี่

(3) หน้าจออโมเล็ต (Active-matrix organic light-emitting diode; AMOLED) เป็นหน้าจอที่พัฒนาจาก OLED สามารถสร้างสีได้ดีกว่า มีการตอบสนองเร็วกว่า มีมุมการมองภาพกว้างขึ้น ให้แสงสว่างได้แรงชัดขึ้นและเบากว่า LCD พิเซลแต่ละตัวสามารถแสดงแสงได้เอง เมื่อมีแสงสว่างเพิ่มขึ้นจะใช้พลังงานเพิ่มขึ้น มีปัญหาสีเพี้ยนมากกว่า LCD อายุการใช้งานสั้นเพราะเป็นวัสดุอินทรีย์ (51) เช่น จอสมาร์ทโฟนของซัมซุงกาแลกซี่

มีการศึกษาระหว่างหน้าจอสมาร์ทโฟนของซัมซุงกาแลกซี่ (Samsung Galaxy S และ Samsung Galaxy 2) เป็นหน้าจอชนิด OLED และไอโฟน (iPhone 4) เป็นหน้าจอชนิด LCD กับการเกิดอาการตาล้า ไม่พบความแตกต่างระหว่างหน้าจอทั้งสองชนิดนี้ (52) แต่มีการศึกษาอาการตาล้าระหว่างหน้าจอชนิด AMOLED และหน้าจอชนิด LCD ในการดูรูปภาพ และ

Ref. code: 25605562300037DYG

ตัวหนังสือพบว่าการใช้หน้าจอ AMOLED มีการรายงานอาการตาล้ามากกว่า และเวลาในการรายงานอาการตาล้าเร็วกว่าหน้าจอชนิด LCD (53)

2.3.1.2 ระยะห่างจากหน้าจอ

การใช้สายตาจ้องมองในระยะใกล้อย่างต่อเนื่องสามารถกระตุ้นการเกิดสายตาสั้นเทียมได้ (Nearwork-induced transient myopia) (54) โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นสายตาสั้นมากขึ้นจากการมองระยะใกล้นาน (54) โดยสามารถเกิดขึ้นตั้งแต่ 15 นาที (54) หรือภายหลังจากการใช้งานตั้งแต่ 1-4 ชั่วโมง (55) สาเหตุจากกล้ามเนื้อในลูกตาเกิดการเกร็งขณะจ้องมอง (55) เนื่องจากหน้าจอสมาร์ทโฟนมีขนาดเล็ก ตัวหนังสือมีขนาดเล็ก ทำให้ต้องจ้องมองใกล้ เมื่อใช้สายตามองจอในระยะใกล้ทำให้กล้ามเนื้อตาต้องเพ่งมาก เพื่อโฟกัสให้สามารถมองภาพได้ชัดขึ้นจึงมีผลให้เกิดอาการตาล้าได้ (48) ระยะห่างระหว่างตากับจอภาพสามารถแบ่งได้เป็น

(1) ระยะห่างระหว่างตากับจอภาพในการใช้สมาร์ทโฟนจากการศึกษาของฮ่องกงโพลิเทคนิค และรัฐบาลของฮ่องกงได้แนะนำระยะห่างระหว่างตากับสมาร์ทโฟนไม่ควรน้อยกว่า 30 เซนติเมตร (56, 57) มีการศึกษาของ Damien Paille (2015) แนะนำระยะห่างระหว่างใช้งานสมาร์ทโฟนกับตาประมาณ 33.8 เซนติเมตร (58)

(2) ระยะห่างระหว่างตากับจอภาพในการใช้แท็บเล็ตและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากการศึกษาของฮ่องกงโพลิเทคนิค และรัฐบาลของฮ่องกงได้แนะนำระยะห่างระหว่างตากับสมาร์ทโฟนไม่ควรน้อยกว่า 40 เซนติเมตร (56, 57)

(3) ระยะห่างระหว่างตากับจอภาพในการใช้คอมพิวเตอร์จากการศึกษาของจากการศึกษาของฮ่องกงโพลิเทคนิค และรัฐบาลของฮ่องกงได้แนะนำระยะห่างระหว่างตากับสมาร์ทโฟนไม่ควรน้อยกว่า 50 เซนติเมตร (56, 57)

ถึงแม้ว่าจะมีคำแนะนำเกี่ยวกับระยะห่างจากการใช้งานระหว่างตา กับอุปกรณ์ดิจิทัล แต่ยังไม่มีการกำหนดในกฎหมาย ดังนั้นจึงควรมีการปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้งานอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันอาการตาล้า และผลเสียอื่นเช่น ปัญหาทางสายตาและการมองเห็น (47, 59) การเกิดอาการทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง (34, 60) ภาวะสายตาสั้นจากการมองใกล้ซึ่งมีการใช้งานใกล้ซ้ำๆ ในเวลานานหลายเดือนติดต่อกัน มีผลกระตุ้นให้สายตาปรับตัวอย่างถาวร เกิดเป็นสายตาสั้นถาวร (61) ซึ่งมีการศึกษาระยะทางที่ใช้สำหรับการดูโทรศัพท์มือถือเปรียบเทียบกับการอ่านจากหนังสือพบว่าการดูโทรศัพท์มือถือใช้ระยะทางสั้นกว่า (30-36.2 เซนติเมตร) (29) การอ่านจากหนังสือ (40 เซนติเมตร) (29) ในขณะที่การอ่านจากคอมพิวเตอร์ใช้ระยะห่าง 60 เซนติเมตร และการอ่านจากโทรทัศน์ใช้ระยะห่าง 3 เมตร (29) ระยะห่างที่ใช้งานเมื่อเป็นการอ่านข้อความอยู่ที่ 36.2 เซนติเมตร และการใช้งานอินเทอร์เนตอยู่ที่ 32.2 เซนติเมตร (62)

Ref. code: 25605562300037DYG

2.3.1.3 มุมมอง

มุมการมองที่สบายคือเส้นที่ต่ำกว่าเส้นที่ลากขนานกับพื้นจากดวงตาลงมา 35 องศา (30, 63) และตำแหน่งท่าทางในการมองอาจปรับเพิ่มหรือปรับลดจากเส้นนี้ได้อีก 15 องศา ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (45, 63) โดยทั่วไปการใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์สามารถปรับความสูงและมุมของหน้าจอให้เหมาะสมในระดับที่ใช้แล้วสบายตา การมองจะสบายตาที่สุดเมื่อขอบบนหน้าจออยู่ต่ำกว่าระดับสายตาเล็กน้อย โดยสายตาผู้ใช้มองลงจากแนวระนาบประมาณ 10 – 15 องศา (45) มุมในการมองจอในขณะใช้คอมพิวเตอร์น้อยกว่า15 องศา (25, 64) ทำให้เกิดกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิเชินซินโดรมน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้งาน 15-30 องศา (25, 64, 65) และเมื่อมองจอคอมพิวเตอร์แบบเงยขึ้นขณะใช้งานพบความเสี่ยงสูงกว่าในการเกิดกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิเชินซินโดรมถึง 2.4 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่การมองอยู่ที่ระดับเดียวกัน (66)

2.3.1.4 ขนาดตัวอักษร

ในสมาร์ทโฟนขนาดตัวอักษรและภาพ จะมีขนาดเล็กกว่าคอมพิวเตอร์ทำให้ต้องจ้องมองเพื่อให้เห็นชัดขึ้นมีผลทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานหนักมากขึ้นในการเพื่อปรับภาพให้ชัดเจนมีผลให้เกิดตาล้าได้ง่ายมีการศึกษาผลของขนาดตัวอักษรกับความเร็วในการค้นหา พบว่าเมื่อขนาดตัวอักษรใหญ่ขึ้นมีผลให้ความเร็วในการค้นหาอักษรลดลง (59, 67) ขนาดตัวอักษรมีผลกับระยะห่างระหว่างจอภาพกับตาโดยเมื่อใช้โทรศัพท์ใช้ระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร ในขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์ระยะห่างอยู่ที่ 60 เซนติเมตร และโทรทัศน์ใช้ระยะห่าง 3 เมตร (29)

2.3.1.5 เวลาพัก

การจ้องมองวัตถุที่อยู่ใกล้ ๆ เป็นระยะเวลานานไม่ว่าจะเป็นหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือ อ่านจากหนังสือทำให้เกิดอาการปวดตา การพักสายตาในระยะเวลาสั้นช่วยลดอาการปวดตาได้ ในขณะใช้งานจออุปกรณ์ดิจิทัลทั้งสมาร์ทโฟน แท็บเล็ตและ คอมพิวเตอร์ ต้องใช้การเพ่งสายตามาก เพื่อโฟกัสให้มองภาพได้ชัดขึ้น จึงทำให้เกิดอาการตาล้าจากการที่กล้ามเนื้อรอบดวงตาหดเกร็ง (68) การศึกษาการพักเบรคกับอาการทางสายตา พบว่ากลุ่มที่มีการพักเบรคเกิดอาการทางสายตาน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้พัก (69) ข้อแนะนำในระหว่างการใช้งานสมาร์ทโฟนควรพักสายตาอย่างน้อย 15-20 นาที (56, 65) โดยการใช้สูตร 20-20-20 เมื่อใช้งาน 20 นาที ควรมีการพักสายตาโดยการมองไกล 20 ฟุต เป็นนานเวลา 20 วินาที โดยทำวนตลอดระยะเวลาการใช้งาน (56, 70) การออกกำลังกล้ามเนื้อตาโดยการเงยหน้าขึ้นและค่อยๆกรอกตาเป็นวงกลมตามเข็มนาฬิกา (65) การทำวิธีเหล่านี้สามารถจะช่วยถนอมสายตาได้ (56, 65, 70, 71)

2.3.1.6 การกระพริบตา

ในภาวมนุษย์จะมีการกระพริบตา 10-22 ครั้ง ต่อนาที (72-75) กระพริบตาช่วยกระตุ้นต่อมน้ำตาให้น้ำตาไหล ทำให้ดวงตาชุ่มชื้น เป็นการป้องกันตาแห้ง และการระคายเคือง

Ref. code: 25605562300037DYG

ตา (74) การอ่านหนังสือติดต่อกัน หรือ การอยู่หน้าคอมพิวเตอร์ติดต่อกันเป็นเวลานานกล้ามเนื้อตาจะเกร็งและล้า เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ทำให้อัตราการกระพริบตาลดลง (75) เหลือเพียง 7.6±6.7 ครั้ง ต่อนาที (72) กลไกการเกิดอาการตาล้าในการใช้อุปกรณ์ดิจิทัลยังไม่ชัดเจน แต่ในช่วงที่ไม่กระพริบตาน้ำตาไหลระเหยทำให้ดวงตาแห้ง ขาดความชุ่มชื้น น้ำตาหลั่งออกมาน้อยลงการเพิ่มการระเหยของน้ำตา กับ การกระพริบตาลดลงเป็นการกระตุ้นการเกิดการระคายเคืองตา และ ปวดตาได้ (76) การใช้งานในระยะทางที่ใกล้ตานั้น ตาต้องใช้ระบบ Accommodation และ Convergence มากกว่าทำให้กล้ามเนื้อตาจะเกร็งและล้า (62) การกระตุ้นกล้ามเนื้อตาด้วยการหลับตาแล้วลืมตาขึ้นนวดบริเวณรอบดวงตา จะช่วยคลายกล้ามเนื้อตาลดอาการตาล้า การมองไกลออกจากหน้าจออย่างน้อยทุก 20 วินาที ช่วยลดความเมื่อยล้าของดวงตาได้ (70)

2.3.1.7 ชั่วโมงการทำงาน

การอยู่หน้าคอมพิวเตอร์ติดต่อกันเป็นเวลานานกล้ามเนื้อตาจะเกร็งและล้า (72) ลดการกระพริบตาลงทำให้การเกิดการระคายเคืองตา และ ปวดตาได้ (76) ชั่วโมงการทำงานและระยะเวลาในการใช้งานต่อวัน มีผลโดยตรงต่อการเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (77) โดยสาเหตุหลักมาจากกล้ามเนื้อ Ciliary และกล้ามเนื้อ Extra ocular ต้องเพ่งทำให้กล้ามเนื้อหดเกร็งเพื่อเพิ่มกำลังของแก้วตาทำให้สามารถมองวัตุระยะใกล้ได้ชัด โดยจากการศึกษาในคอมพิวเตอร์มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้าเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานตั้งแต่ 1-7 ชั่วโมงต่อวัน (69, 77-79)

2.3.2 ปัจจัยส่วนบุคคล

2.3.2.1. เพศ

ในการศึกษาปัจจัยด้านเพศมีข้อถกเถียงกันมีการศึกษาความเสี่ยงต่อการเกิดกลุ่มอาการตาล้าพบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่าเพศชาย โดยธรรมชาติเพศหญิงบอบบาง และ ง่ายต่อการเกิดภาวะผิดปกติเมื่อศึกษาจึงมีโอกาสพบความผิดปกติมากกว่า และการศึกษามีการอธิบายความผิดปกติของระบบ Accommodative และ Vergence ในเพศหญิงสูงกว่าเพศชายเมื่อศึกษาจึงพบความผิดปกติในเพศหญิงมากกว่า (80) และมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับโรคตาแห้ง ซึ่งผลการศึกษาพบเพศหญิงมีโรคตาแห้งมากกว่าเพศชาย (81) แต่มีบางการศึกษาที่ผลของความชุกของกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรมมีผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกัน (82)

2.3.2.2 การออกกำลังกาย

ปัจจัยด้านการออกกำลังกายจากวิจัยของ NIOSH-IRS แนะนำเมื่อใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล ควรออกกำลังกายโดยการยืดกล้ามเนื้อในระหว่างพัก 15 นาที 2 ครั้งต่อวันมีผลให้การเกิดอาการตาล้าลดลง (71, 83) ขณะเมื่อกล้ามเนื้อตาขยับเคลื่อนที่และเพ่งจะมีลักษณะคล้ายกล้ามเนื้ออื่น ๆ ในร่างกาย ซึ่งมีอาการล้าเรื้อรังได้ การออกกำลังกายกล้ามเนื้อตาช่วยเพิ่มการ

Ref. code: 25605562300037DYG

มองเห็นและเพิ่มเวลาก่อนที่ตาจะล้าขณะที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์และงานอื่น ๆ โดยทำซ้ำแต่ละครั้ง 3 ถึง 5 ครั้ง (71)

2.3.2.3 โรคประจำตัว

จากการทบทวนวรรณกรรมกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรมพบว่าตาแห้งเป็นอาการที่พบได้บ่อย โรคประจำตัวบางโรคมีผลทำให้เกิดกลุ่มอาการตาล้าเพิ่มขึ้น และมีความสัมพันธ์กับอาการหรือความผิดปกติของระบบต่างๆในร่างกาย (Systemic disease) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคโจเกรน (Sjpgren syndrome) ซึ่งมีอาการปากแห้ง ข้ออักเสบรูมาตอยด์ และโรคภูมิต้านตนเอง (Autoimmune disease) มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการตาแห้ง (19) กลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับยาแก้แพ้ (Antihistamine) มีความสัมพันธ์กับอาการตาแห้ง (84)

2.3.2.4 ภาวะสายตา

ในการศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับภาวะสายตาในกลุ่มเด็กที่ใส่แว่นตา หรือคอนแทคเลนส์พบความเสี่ยงสูงในการเกิดกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรมสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่สายตาปกติ (85, 86) โดยการศึกษาของ Snjeana Katelan และคณะ (2013) พบว่าในกลุ่มที่ใส่คอนแทคเลนส์ เพิ่มการเกิดอาการตาแห้งซึ่งเป็นอาการหนึ่งของอาการตาล้า (87) การศึกษาระบบการปรับโฟกัสตาในกลุ่มผู้ร่วมวิจัยอายุน้อยสายตาปกติ และ เป็นกลุ่มสุขภาพดีหลังจากที่ได้รับโหลดกล้ามเนื้อตาในระดับต่ำพบการรายงานอาการน้อย (49)

2.3.3 ปัจจัยภายนอกจากสิ่งแวดล้อม

2.3.3.1 การจัดแสงสว่างในการใช้งานโทรศัพท์มือถือ

อันตรายของแสงสว่างนั้นมีผลกระทบต่อคนทำงาน แสงสว่างที่น้อยเกินไปจะมีผลเสียต่อตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากต้องบังคับให้รู้ม่านตาเปิดมากขึ้น เนื่องจากการมองเห็นไม่ชัดเจน ทำให้ตาล้า เพราะต้องเพ่งมอง เกิดอาการปวดตา มึนศีรษะ และในกรณีแสงสว่างที่มากเกินไป จะทำให้ผู้ใช้งานไม่สบายตา ปวดตา มึนศีรษะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุก ประสิทธิภาพการมองเห็นแย่ลง และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการใช้งานได้ (88-91) ความเข้มแสงสว่างขึ้นกับการใช้งานงานแต่ละแบบ เช่น การศึกษาของ Janosik E. และคณะ (2003) โดยแนะนำความเข้มแสงสว่างมากกว่า 200 ลักซ์ สำหรับงานคีย์ป้อนข้อมูล ในขณะที่ความเข้มแสง 500 ลักซ์ เหมาะกับการพิมพ์ข้อความที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์ (92) และ ในการทดลองอ่านคำในจอชนิดตัวอักษรมืดบนพื้นสว่างโดยใช้งานบนจอสมาร์ทโฟน 3 ชนิดประกอบด้วย Samsung Galaxy S, Samsung Galaxy 2 และ iPhone 4 พบว่าความเข้มแสง 16000 ลักซ์ ผู้ใช้งานรายงานความไม่สบายมากสุด รองลงมา 500 ลักซ์ และความเข้มแสง 50 ลักซ์ (52) โดยการศึกษาโดยเปรียบเทียบความเร็วในการอ่านข้อความในความเข้มแสง 600 ลักซ์ ดีกว่าในความเข้มแสง 50 ลักซ์ (93)

Ref. code: 25605562300037DYG

2.3.3.2 แสงจ้า

แสงจ้าทำให้กล้ามเนื้อตาเกิดความล้าอาจทำให้ผู้ใช้งานมีอาการปวดศีรษะ แสบตา ตาแห้ง มองเห็นภาพไม่ชัดเจน มองเห็นภาพซ้อน หรือรบกวนการมองเห็น แสงจ้าโดยทั่วไปเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ แสงจ้าโดยตรง (Direct glare) และแสงจ้าจากการสะท้อน (Reflected glare) อาการตาล้าเกิดจากการจ้องแสงจ้าที่ส่องมาโดยตรง ได้แก่ การจ้องแหล่งกำเนิดแสงที่ฉายเข้าตาโดยตรง เช่น ไฟเพดาน ไฟจากตัวงาน การตรวจสอบแสงจ้าที่ส่องมาโดยตรงทำโดยใช้มือปิดตา และสังเกตว่ารู้สึกดีขึ้นโดยทันทีหรือไม่ ตาล้าเกิดจากแสงจ้าแบบสะท้อน เช่น การใช้จอคอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดแสงจ้าแบบสะท้อนทำให้เมื่อยตา โดยสาเหตุของตาล้าจากความแตกต่างกันของแสง (Contrast) เช่น จอมืดที่รอบล้อมด้วยพื้นหลังที่สว่าง เช่น หน้าต่างหรือกำแพงที่มีไฟสว่าง การลดแสงจ้าโดยตรงจากหน้าต่าง เช่น ใช้กระจกกรองแสง เปลี่ยนทิศทางของโต๊ะและการนั่งทำงานโดยให้แสงเข้าด้านข้าง (94, 95) กรณีไม่มีวิธีลดแสงจ้าจากแหล่งกำเนิดแสงใช้ตัวกรองแสงสะท้อนหน้าจอซึ่งสามารถลดปริมาณแสงที่สะท้อนจากหน้าจอได้ (65)

2.3.3.3 อุณหภูมิสี (Color temperature)

อุณหภูมิสีมีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (K) ได้มาจากการเผาวัตถุดำเมื่อเผาวัตถุดำที่อุณหภูมิต่างกันจะมีสีต่างกัน ใช้เป็นมาตรฐานการเรียกสีของแสงหลอดไฟ การเลือกอุณหภูมิสี ขึ้นอยู่กับแหล่งของแสงสว่าง ระดับความส่องสว่าง สีของห้องและโต๊ะ เก้าอี้และอุปกรณ์ รวมถึงลักษณะงานและความรู้สึกของผู้ใช้งาน ค่าอุณหภูมิสีที่ต่างกันมีผลต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้ปฏิบัติงานต่างกันไป โดยพบว่าอุณหภูมิสีต่ำกว่า 3,500 องศาเคลวิน ให้แสงสีวอร์มไวต์ (Warm white) ทำให้รู้สึกสงบ ผ่อนคลาย จึงเป็นสีของแสงที่เหมาะสำหรับห้องพักผ่อน อุณหภูมิสีระหว่าง 4,000 - 6,000 องศาเคลวิน ให้แสงสีคูลไวต์ (Cool white) ให้ความรู้สึกสดชื่น มีชีวิตชีวา กระฉับกระเฉง อุณหภูมิสีสูงกว่า 6,000 องศาเคลวิน ให้แสงสีเดย์ไลต์ (Daylight) ให้ความรู้สึกสดใสเป็นธรรมชาติ ดังนั้น อุณหภูมิสีที่เหมาะสำหรับสถานีงานคอมพิวเตอร์ คือ อุณหภูมิสีที่มากกว่า 4,000 องศาเคลวิน จากการศึกษาการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่อุณหภูมิสี 3600 องศาเคลวิน และ 5500 องศาเคลวิน พบว่าภายใต้โคมไฟซีซีทีที่สูงขึ้นพบการมองเห็นดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (86)

2.3.3.4 อุณหภูมิ

กรมแรงงานนิวซีแลนด์แนะนำอุณหภูมิและการไหลของอากาศในห้องคอมพิวเตอร์ โดยในฤดูร้อนอุณหภูมิอากาศควรอยู่ระหว่าง 23 องศาเซลเซียส (°C) และ 26 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย 0.1 เมตรต่อวินาที - 0.25 เมตรต่อวินาที และในฤดูหนาวอุณหภูมิอากาศควรอยู่ระหว่าง 20 องศาเซลเซียส และ 24 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย: 0.1 เมตรต่อวินาที - 0.15 เมตรต่อวินาที (60)

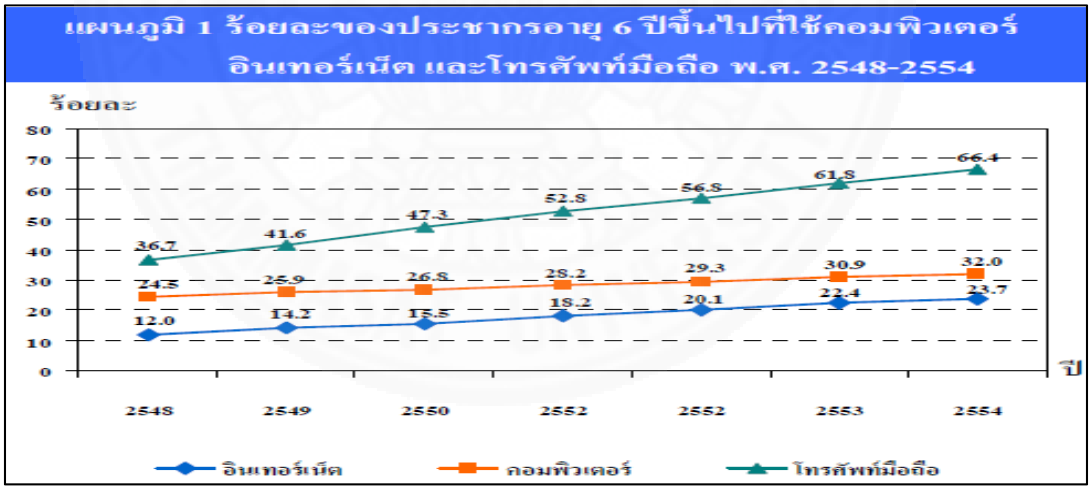
Ref. code: 25605562300037DYG

2.3.3.5 ความชื้น

กรมแรงงานนิวซีแลนด์แนะนำระดับความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันเยื่อบุในปากจมูกและตาแห้ง ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมการทำงานมีผลโดยตรงต่อการรับรู้ความสบายและระดับความชื้นที่สูงเกินไปสามารถนำไปสู่ความรู้สึกหนาวเย็นและเหนื่อยล้า (60) ทำให้เหงื่อออกมากขึ้น (32) และในช่วงฤดูหนาวทำให้อากาศแห้งและความชื้นในอากาศที่ลดลง แนะนำความชื้นที่เหมาะสมควรจะอยู่ที่ 40-60 เปอร์เซ็นต์ (32) ในห้องที่ใช้งานความร้อนจากอุปกรณ์ เช่น การเปิดแอร์คอนดิชั่น เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ทำให้ในบรรยากาศแห้ง เป็นสาเหตุทำให้น้ำตาไหลระเหยทำให้ดวงตาแห้งได้

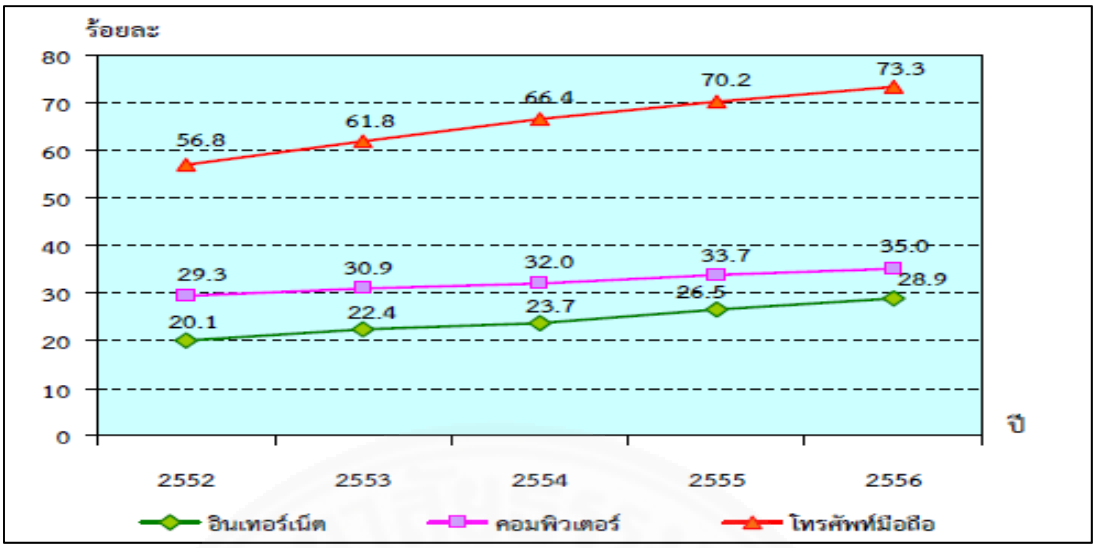
2.4 สถิติการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลในประเทศไทย

การใช้คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ตและโทรศัพท์มือถือของประชาชนอายุ 6 ปีขึ้นไป ในระหว่างปีพ.ศ. 2548 - พ.ศ. 2556 ในประเทศไทย พบว่าการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นทุกปี

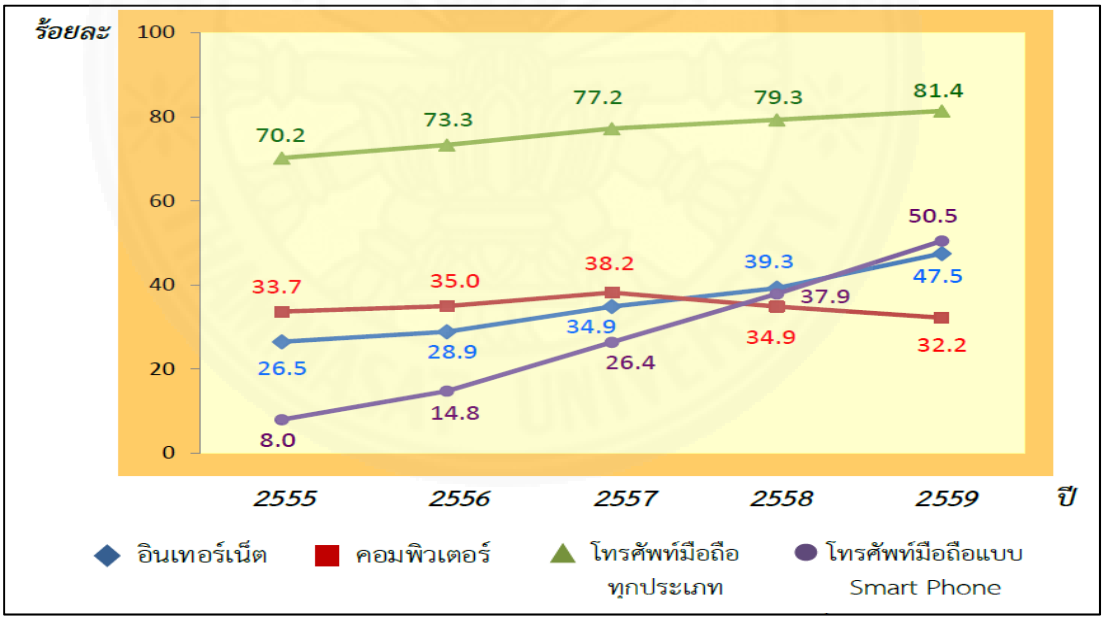


ภาพที่ 2.3 แสดงร้อยละของประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และโทรศัพท์มือถือ พ.ศ. 2548-2554 (9)

Ref. code: 25605562300037DYG



ภาพที่ 2.4 แสดงร้อยละของประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และโทรศัพท์มือถือ พ.ศ. 2552-2556 (9)



ภาพที่ 2.5 แสดงร้อยละของประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต โทรศัพท์มือถือทุกประเภท และโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน พ.ศ. 2555-2559 (10)

Ref. code: 25605562300037DYG

2.5 การประเมินและการวินิจฉัยอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

อาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล สามารถตรวจและวินิจฉัยได้โดยผ่านการตรวจสุขภาพตา โดยทดสอบเกี่ยวกับการทำงานกับอุปกรณ์ดิจิทัล และระยะห่างที่ใช้งานอุปกรณ์โดยรวมถึงทดสอบการมองเห็น (Visual function) ซึ่งการทดสอบควรใช้ความระมัดระวังในการประเมินผลและการวินิจฉัย ซึ่งโดยทั่วไปใช้วิธีประเมินโดย (96)

2.5.1 ประวัติของการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล อาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล และประสบการณ์การใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล ประวัติเจ็บป่วยในปัจจุบัน การใช้ยาและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจจะมีผลต่อการเกิดอาการ

2.5.2 การวัดระดับการมองเห็น เพื่อประเมินผลกับการมองเห็น

2.5.3 การวัดการหักเหของแสง เพื่อหาเลนส์ที่เหมาะสมในกลุ่มที่มีปัญหาสายตาสั้น สายตายาว และสายตาเอียง การตรวจหาความผิดปกติของสายตาในกลุ่มที่มีความผิดปกติของสายตาเล็กน้อย เช่น +0.50D สามารถทำให้เกิดปัญหาในการทำงานเมื่อกิจกรรมที่ทำต้องใช้สายตาสูง เช่น การใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลในกลุ่มสายตายาว สายตาเอียง เพราะมีผลกับกระบวนการปรับโฟกัสของตา

2.5.4 การวัดสุขภาพตา เพื่อประเมินผลที่อาจมีผลกับการมองเห็น เช่น การทดสอบเวลาที่น้ำตาแตกตัว (Tear break up time = TBT) ซึ่งค่าปกติประมาณ 30 วินาที ในคนปกติเมื่อกระพริบตาแล้วลืมตาขึ้น สักพักจะเกิดช่องบริเวณที่ตาแห้งขนาดเล็กและใหญ่ขึ้น ระยะเวลาที่เริ่มมีจุดแห้งที่เห็นชัดที่ผิวกระจกตาในคนปกติใช้เวลา 30 วินาที หากน้อยกว่า 10 วินาที ถือว่าผิดปกติแสดงว่ามีน้ำตาน้อยหรือตาแห้ง ซึ่งภาวะตาแห้งเป็นอาการที่พบได้บ่อยสุดในกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

2.5.5 การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวของลูกตา (Oculomotor abilities) โดยการปิดตาเพื่อดูความผิดปกติของการเคลื่อนไหวของลูกตา เช่น ความไม่สมดุลของสองตา ซึ่งมีผลทำให้ลดความสบายตา

2.5.6 การทดสอบความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อตาร่วมกัน ทำให้แนวสายตาทั้งสองข้างไปตัดกัน ณ.จุดที่มอง (Vergence) มี 2 ลักษณะ คือ แนวสายตาสองข้างเข้าหากัน (Convergence) และแนวสายตาสองข้างถ่างออกจากกัน (Divergence) ระยะการทำงานของผู้ป่วยจะแสดงผลบนจอเป็นแบบดิจิตอลประมาณศูนย์กลางระยะ เพื่อให้เกิดความสบายตา ได้รับการแสดงความถูกต้องมากในการทำนายความสบายตา (76)

2.5.7 การปรับระยะการโฟกัสของของเลนส์ตา ช่วยให้แสงตกบนจอรับภาพได้ดี ดังนั้นคนสายตายาวอาจจะมองชัดได้เหมือนผู้ที่มีสายตาปกติได้ แต่อย่างไรก็ตามถ้าต้องอ่านตัวอักษรที่มีขนาดเล็กและใช้เวลาอ่านนานๆ มักจะมีอาการไม่สบายตาเพราะต้องใช้การปรับระยะการโฟกัส

Ref. code: 25605562300037DYG

ของของเลนส์ตามากกว่าปกติ และความสามารถในการปรับระยะการโฟกัสของของเลนส์ตา จะค่อยๆ ลดลงตามอายุที่มากขึ้น ดังนั้นผู้ที่มีอายุมากแม้ว่าจะมีสายตายาว (Hyperopia) เพียง 1-2 ไดออฟเตอร์ (Diopters; D) จะมีอาการเห็นภาพไม่ชัด (76, 97) ในการทดสอบค่าการปรับระยะการโฟกัสของของเลนส์ตา นิยมใช้การวัดค่าความสามารถในการเพ่ง (Accommodative amplitude) โดยใช้การประเมินการวัดการเปลี่ยนแปลงของ Optical power ของลูกตาในขณะที่ตามีภาวะการเพ่งซึ่งกำลังขยายของลูกตาจะมีค่าเป็นบวกที่มากขึ้น แต่เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้มิติความลึกของภาพ (Depth of field) เช่น Ocular aberration, ขนาดรูม่านตา, การวัดแบบวิธีสอบถามโดยให้ผู้ถูกประเมินตอบ (Subjective data) โดยให้มองใกล้ (Near reading distance in a distance-corrected eye) วิธีที่นิยมใช้ในทางคลินิก แต่อาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการวัดค่าความสามารถในการเพ่ง มีวิธีวัด 2 วิธีคือ Push-up method กับ Minus lens method

2.5.7.1 วิธี Push-up test มีวิธีทดสอบโดยให้ถูกประเมินบอกเมื่อเห็นภาพเริ่มเบลอและยังคงมัวค้าง (First sustained blur) โดยอ้างอิงจากเลนส์ (Spectacle lens) ที่ใส่แล้วรายงานผลเป็นหน่วยไดออปเตอร์

2.5.7.2 วิธี Minus lens test ใช้วิธีทดสอบแบบเดียวกันคือให้ผู้ป่วยบอกเมื่อเริ่มเบลอ (First blur) โดยขั้นตอนจะให้ดูภาพที่ระยะห่าง 30-40 เซนติเมตร แล้วใส่เลนส์เพิ่มโดยเพิ่มเลนส์ลบทีละ 0.25 ไดออปเตอร์จนผู้ถูกประเมินบอกว่าเห็นภาพเริ่มเบลอ

จุดสำคัญในการทดสอบของทั้งสองวิธีคือ เริ่มมัวและมัวค้าง ซึ่งการวัด Subjective push-up หรือ Push-down test เป็นการใช้การถามตอบจากผู้ถูกประเมินจะขึ้นกับ Subjective blur cutoff criteria ที่คนถูกประเมินรู้สึกบางครั้งอาจจะวัดออกมาได้เยอะกว่าความเป็นจริง (Overestimate) เพราะผู้ถูกประเมินจะรวมความรู้สึกของการรับรู้มิติความลึกของภาพไปด้วย วิธีที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริงของ Optical power ของลูกตาคือการใช้วิธีแบบ Objective โดยการใช้ Optical instrument เช่น เครื่องมือวัดสายตาคอมพิวเตอร์ (Autorefractor) ที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าสายตาขณะที่ลูกตามีความพยายามในการโฟกัสเพื่อมองระยะใกล้ โดยเริ่มจากวัดค่ายตาที่ระยะไกล (6 เมตร) ก่อน-หลังจากนั้นให้ผู้ถูกประเมินมอง Target ที่ระยะใกล้แล้วให้มองแถวตัวเลขที่เห็นชัดที่มาสามารถ Maintain clear focus แล้วจึงใช้เครื่อง Refractor วัดค่าสายตาอีกที นำมาเปรียบเทียบกัน การเปลี่ยนแปลงของค่าสายตาระหว่างมองระยะไกลและระยะใกล้นี้เป็นค่าความสามารถในการเพ่ง ซึ่งในคนอายุน้อยกว่า 40 ปี ที่ยังไม่เข้าสู่วัยสายตายาวในผู้สูงอายุเพราะความสามารถในการเพ่งของตายังดีอยู่ การวัดแบบวิธี Subjective อาจวัดค่าออกมาได้เยอะกว่าความเป็นจริงประมาณ 2-3 ไดออปเตอร์ การวัดวิธี Subjective แบบ Push-up test มักได้ค่าความสามารถในการเพ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 12-16 ไดออปเตอร์ ในกลุ่มเด็กอายุประมาณ 10 ปี และค่อยๆลดลงจนอายุ 55 ปีจะเหลือแค่ประมาณ 1 ไดออปเตอร์ การวัดแบบใช้ Minus lens induces

Ref. code: 25605562300037DYG

ให้เกิดการ Defocus พบว่าค่าความสามารถในการเพ่งจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 8 ไดออปเตอร์ ในคนที่มีอายุ 5-25 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงตามอายุ (98, 99)

2.5.8 การทดสอบแบบ Dynamic retinoscopy เป็นการทดสอบที่ดีที่สุดที่ช่วยให้สามารถตรวจสอบสถานะสายตาขณะใช้งานได้ (Active accommodative) นอกจากนี้การทดสอบสามารถทำใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมของคอมพิวเตอร์ เช่นห้องมืด การมองแนวนอน การมองในระยะทางใกล้ การแสดงผลเป็นแบบดิจิทัล

ตารางที่ 2.1 แสดงวิธีการวัดความสามารถในการเพ่ง (Accommodative amplitude)

วิธีการวัด	ชนิด	ผู้ทำการวัด	ความยาก-ง่าย	ความน่าเชื่อถือ	อุปกรณ์	ความเหมาะสม
ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Objective data)	เรติโนสโคป (Retinoscope)	ผู้เชี่ยวชาญ	ยาก	มาก	หายาก ราคาแพง	ทุกวัย
	ออโต้รีเฟรคเตอร์ (Auto refractor)	เจ้าหน้าที่	ง่าย	มาก	หายาก ราคาแพง	ไม่สามารถตรวจเด็กทารก
ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Subjective data)	เครื่อง Phoropter	ผู้เชี่ยวชาญ	ยาก	มาก	หายาก ราคาแพง	ทุกวัย
	วิธี Push-up method	เจ้าหน้าที่	ง่าย	ปานกลาง	หาง่าย ราคาไม่แพง	ไม่เหมาะในเด็กอายุ<12ปี
	วิธี Minus lens method	เจ้าหน้าที่	ง่าย	ปานกลาง	หาง่าย ราคาไม่แพง	ไม่เหมาะในเด็กอายุ<12ปี

สรุปในการศึกษานี้ใช้วิธี Minus lens test ทดสอบกลุ่มผู้ร่วมวิจัยโดยผู้ถูกประเมินบอกว่าเห็นภาพเริ่มเบลอ การใช้วิธีนี้ สะดวกและง่ายต่อผู้วิจัย และ ผู้ร่วมวิจัย วิธี Minus lens method นี้ขณะทดสอบ ได้กำหนดตำแหน่งของตาคงที่ การประเมินจึงสะดวกกว่าวิธี Push-up method ซึ่ง

Ref. code: 25605562300037DYG

อาจมีความผิดพลาดจากการปรับตำแหน่งเลนส์ขณะเลื่อนเข้า และ เลื่อนออก การใช้งานเครื่องมือวัดเลนส์ วิธี Minus lens method สามารถเคลื่อนย้ายไปยังห้องทดลองได้ การทดสอบเหมาะสำหรับผู้ทดสอบ และผู้วิจัยไปฝึกการวัดกับ อาจารย์แพทย์หญิง สุนทรี ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านจักษุวิทยา ที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ และได้ไปทดสอบการวัดการความเที่ยงตรงใช้งานเครื่องมือวัดเลนส์ก่อนไปทำการเก็บข้อมูลจริง

2.6 แนวทางการจัดสภาพงาน

แนวทางสำหรับการจัดสภาพงานในการทำงานอุปกรณ์ดิจิทัลแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

2.6.1 แนวทางการจัดสภาพงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ผู้ใช้งาน

2.6.1.1 ผู้ใช้งานควรเปลี่ยนอิริยาบถ หรือยืดกล้ามเนื้อเป็นระยะๆ ควรพัก ทุก 2 ชั่วโมง หากมีอาการล้าสายตา ควรหมั่นพักสายตาเป็นระยะโดยใช้กฎ 20-20-20 คือ พักสายตาหลังจากใช้อุปกรณ์ดิจิทัลนานติดต่อกัน 20 นาที โดยมองออกไปไกล 6 เมตร นานอย่างน้อย 20 วินาทีเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อตา หรืออาจใช้วิธีการหลับตาเพื่อพักสายนาน 20 วินาที

2.6.1.2 ผู้ใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลควรตรวจวัดสายตาซ้ำเป็นระยะ

2.6.1.3 ผู้ใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลที่แพ้แสงสว่างควรได้รับคำแนะนำจากแพทย์ก่อนใช้งาน

2.6.1.4 เมื่อมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือเอ็นเรื้อรัง ควรปรึกษาแพทย์

2.6.2 แนวทางการจัดสภาพในส่วนสมาร์ทโฟน

2.6.2.1 จัดแสงที่จอแสดงภาพอย่างเหมาะสม ไม่ควรมีแสงกระพริบและมีความสว่าง หรือความเข้มของแสงที่เหมาะสม ไม่ควรมากจนปวดตาเพราะมีผลทำให้ตาล้า

2.6.2.2 คลื่นแสงที่หน้าจอ (Refresh rate) ทำให้ภาพบนจอออกเป็นแสงกระพริบ ภาพหน้าจอเกิดจากจุดเล็กๆ หลายจุดเรียกว่าพิเซล (Pixel) เกิดจากคลื่นไฟฟ้าในเครื่องวิ่งไปชนกับพื้นหลังของจอที่เคลือบด้วย ฟอสฟอรัส (Phosphorus) พิเซลแต่ละจุดมีความสว่างไม่เท่ากัน สว่างมากตรงกลางและจางลงบริเวณขอบ จึงเห็นเป็นภาพกระพริบ ทำให้เกิดอาการเคืองตาเมื่อต้องจ้องอยู่ตลอดเวลา ถ้าปรับคลื่นแสงที่หน้าจอ ให้ได้ขนาด 70– 85 เฮิรตซ์ (Hertz) แสงกระพริบจะน้อยลง นอกจากนี้ ตาเราสามารถปรับโฟกัสให้เห็นภาพขนาดต่างกันได้ดีในภาพที่มีขอบเขตชัดเจน มีความแตกต่างคมชัดที่ดี แต่ภาพจากอุปกรณ์ดิจิทัลขอบเขตไม่ชัด ทำให้ตาต้องปรับโฟกัสอยู่เรื่อยๆ จึงเกิดการเมื่อยล้าตาได้ง่ายกว่าการอ่านหนังสือปกติ

Ref. code: 25605562300037DYG

2.6.2.3 ตัวอักษรภาพ หรือลายเส้น ควรมีความคมชัดที่พอเหมาะควรหลีกเลี่ยงตัวอักษร หรือลายเส้นที่เป็นสีแดง ม่วง หรือน้ำเงิน เพราะทำให้เกิดการตาล้าได้ง่ายกว่าสีอื่น

2.6.3 แนวทางการจัดสภาพการใช้งาน

2.6.3.1 จัดวางอุปกรณ์ดิจิทัลให้เหมาะสม ในระยะทำงานพอเหมาะที่ตามองได้สบาย ตาควรอยู่สูงกว่าขอบบนของจอภาพเล็กน้อย ควรวางตั้งจอภาพให้ต่ำกว่าระดับสายตาเพื่อให้ผู้ใช้งานไม่ต้องแหงนหน้ามอง ลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อคอและหัวไหล่ แนะนำระยะห่างระหว่างตากับจอภาพในการใช้สมาร์ทโฟนไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร (56, 57) การใช้แท็บเล็ตและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book reader) ไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร (56, 57) และคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร (56, 57)

2.6.3.2 ระดับความสว่าง สำหรับงานสื่อสารข้อมูลควรอยู่ในระหว่าง 300-500 ลักซ์ ส่วนสำหรับงานป้อนข้อมูลควรอยู่ในช่วงระหว่าง 500-700 ลักซ์

2.6.3.3 การจัดวางตำแหน่งสถานีงานควรมีระยะทางที่เหมาะสม และแสงสว่างกระจายอย่างทั่วถึงตามที่แนะนำไปตามแต่ลักษณะงาน

2.6.3.4. ระยะจากสายตามายังจออุปกรณ์ดิจิทัล เช่น จอคอมพิวเตอร์ ควรมีมุมก้มประมาณ 20 องศา ระยะห่าง 18-22 นิ้ว สำหรับสมาร์ทโฟนโดยให้หน้าจอโทรศัพท์อยู่ต่ำกว่าระดับสายตาผู้ใช้งานขณะมองลงจากแนวระนาบประมาณ 10 – 15 องศา (45, 46)

2.6.3.5 การวางตำแหน่งมือที่แป้นพิมพ์ ข้อศอกควรตั้งฉากกับลำตัว (ประมาณ 90-120 องศา) เพื่อลดแรงยกที่หัวไหล่

2.6.3.6 การจับอุปกรณ์ขณะใช้งาน ไม่ควรให้ข้อมืออยู่ในตำแหน่งที่บิด เอียงออกทางด้านนอกลำตัว ควรจับในท่าที่ข้อมือเอียง หรือบิดน้อยที่สุด

2.6.3.7 เก้าอี้ที่นั่งควรสามารถปรับระดับสูงต่ำ ตามสรีระของผู้ใช้งานได้ โดยให้ฝ่าเท้าราบไปกับพื้น และต้องมีพนักพิงที่ปรับระดับได้ และที่พักแขน ข้อศอกเพื่อลดอาการล้าที่บริเวณมือ และ แขน ส่วนเบาะรองนั่ง ควรมีลักษณะโค้งลาดลง ไม่เป็นสันคม และไม่กดที่ใต้เข่า (77, 100)

2.6.4 อาการที่ควรพบจักษุแพทย์

อาการของกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น อาการตาแดง เคืองตา ตาแห้ง มองภาพเบลอ ตาล้า ตาล้า ปวดคอ ไหล่ หลังร่วมด้วย ส่วนใหญ่อาการเหล่านี้ไม่รุนแรง แต่ทำให้เกิดความรำคาญ เมื่อมีอาการทางสายตาจากการใช้งาน ควรปรึกษาจักษุแพทย์ตรวจวัดสายตาปีละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจเช็คความผิดปกติของสายตาเป็นประจำ และ ช่วยป้องกันโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติทางสายตาอื่น (101) เพื่อหาสาเหตุ ก่อนสรุปว่า เป็นอาการเกิดจากใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล เพราะอาจมีโรคทางตาอื่นๆร่วมอยู่ด้วยได้

Ref. code: 25605562300037DYG

เด็กเป็นวัยที่ต้องการการเรียนรู้ การแก้ปัญหาที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ ไอแพด แท็บเล็ตเป็นเวลานาน เช่น กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลในเด็ก การป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลอย่างเหมาะสม จะเกิดผลดีกับเด็กโดยเมื่อเด็กอยู่ภายใต้สภาพการณ์ที่ปลอดภัยจะมีผลต่อความสนใจ และความตั้งใจที่จะทำกิจกรรมต่างๆตามมา และสามารถป้องกันโรคที่จะเกิดขึ้นจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลได้อย่างทันท่วงที

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ระยะ โดยการศึกษาระยะที่1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อศึกษาความชุก และ ความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีผลของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น และ การศึกษาระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มแสงกับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น โดยกำหนดรูปแบบการวิจัย และ ระเบียบวิธีการวิจัยทั้ง 2 ระยะที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย รูปแบบการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามใช้ในการวิจัย วิธีการทดสอบเครื่องมือก่อนนำไปเก็บข้อมูลวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งได้ดังนี้

3.1 ระยะที่ 1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์

3.1.1 รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการศึกษาเป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยใช้แบบสอบถามศึกษาในกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี เขตอำเภอคลองหลวง จำนวน 3 โรงเรียน โดยทำการศึกษาปัจจัยพื้นฐาน ได้แก่ ความชุกและปัจจัยที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน

3.1.2 ประชากร

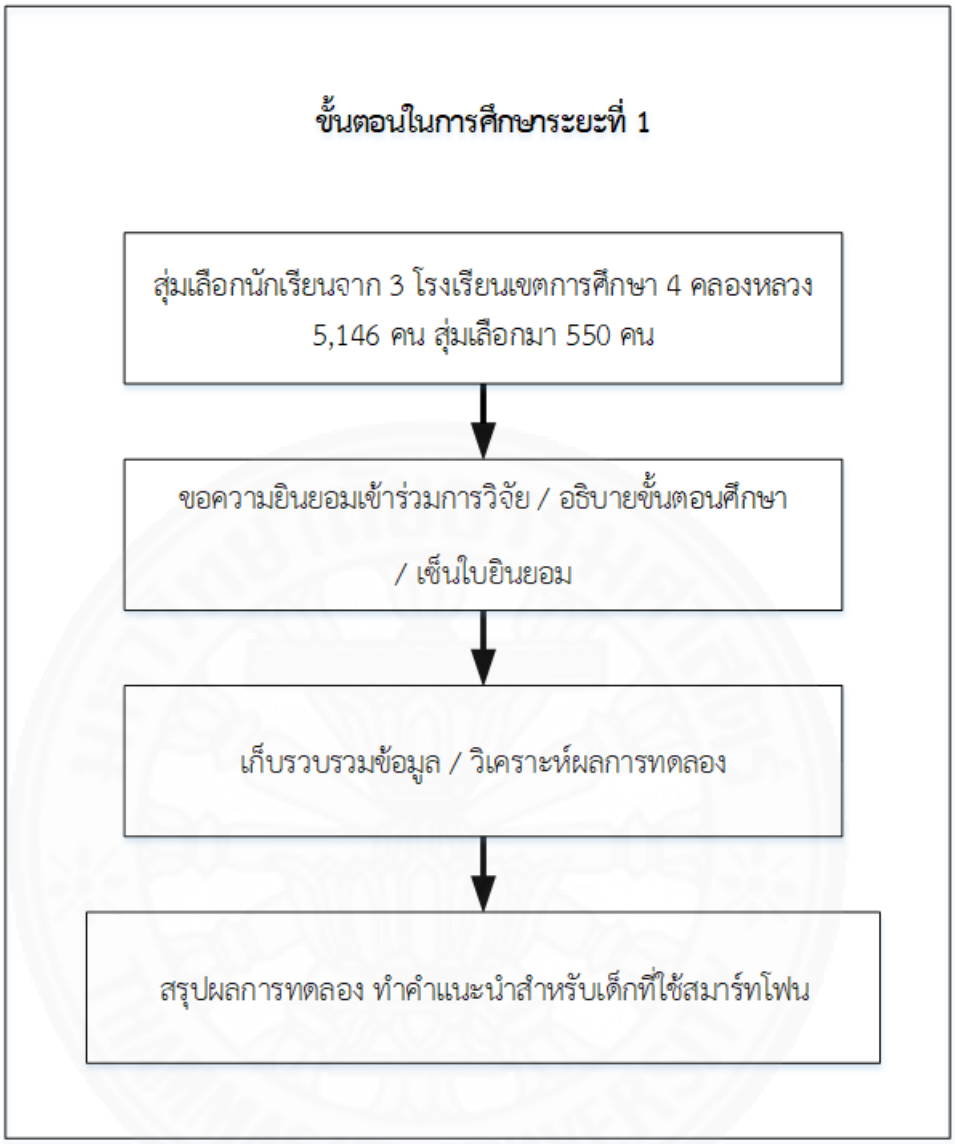
ประชากรในการศึกษานี้เป็นเด็กนักเรียนที่อยู่ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีที่ 1-3 และ อายุระหว่าง 12-15 ปี โดยเหตุผลที่ใช้โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี เขตอำเภอคลองหลวง เพราะเป็นโรงเรียนที่ใกล้โรงพยาบาลธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตซึ่งเมื่อพบกลุ่มเด็กที่มีอาการผิดปกติที่จะต้องส่งเข้ารับการรักษาต่อจะสามารถส่งต่อได้สะดวกรวดเร็ว โดยมีอาจารย์นายแพทย์ ณวพล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 4 เขตอำเภอคลองหลวงจังหวัดปทุมธานี ทั้งหมด 3 โรงเรียน ประกอบด้วย

3.1.2.1 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง

3.1.2.2 โรงเรียนทีปังกรวิทยาพัฒน์ (มัธยมวัดหัตถสารเกษตร) ในพระราชูปถัมภ์

3.1.2.3 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต

Ref. code: 25605562300037DYG



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 1

3.1.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คำนวณจากนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 4 เขตอำเภอ คลองหลวง ในจังหวัดปมุมธานี ทั้งหมด 3 โรงเรียน มีทั้งหมด 5,146 คน (102-104) ใช้สูตรของเครซี่ และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970 อ้างใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543) ดังนี้

Ref. code: 25605562300037DYG

$$n = \frac{\chi^2 Np(1-p)}{e^2(N-1) + \chi^2 p(1-p)}$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

χ^2 = ค่าไคสแควร์ที่ df เท่ากับ 1 และระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2=3.841)

p = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร (ไม่ทราบกำหนด p = 0.5)

ในการศึกษานี้ มีประชาการทั้งหมด 5,146 คน (N) และใช้ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้ 0.05 (e) จะได้

n = [3.841 x 5,146 x 0.5 (1-0.5)] /
[0.05 x 0.05 (5,146-1) + 3.841 x 0.5 (1-0.5)]
= 4,941.4465 / 0.0025 x 5,145 + 0.96025
= 4,941.4465 / 12.86.25 + 0.96025
= 4,941.4465 / 13.8227 = 357.48
= ประมาณ 358 คน

ดังนั้น ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประมาณ 360 คน คิดจำนวนตัวอย่างคาดว่ามีอัตราการไม่ยอมตอบแบบสอบถาม (Non response rate) และ กลุ่มที่ตอบแบบสอบถามไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงเก็บแบบสอบถามเพิ่ม 180 ฉบับ รวมเป็นแบบสอบถามทั้งหมด 550 ฉบับ

การเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นผู้วิจัยใช้สุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified sampling) และ เลือกตัวอย่างประชากรออกเป็นกลุ่มชั้นภูมิก่อน โดยหน่วยประชากรในแต่ละชั้นภูมิจะมีลักษณะเหมือนกัน (Homogenious) แล้วสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มประชากร ตามภาคผนวก

3.1.4 เกณฑ์คัดเข้าในระยะที่ 1

3.1.4.1 นักเรียนของโรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง โรงเรียนทีปังกรวิทยาพัฒน์ (มัธยมวัดหัตถสารเกษตร) ในพระราชูปถัมภ์ และ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยรังสิต

3.1.4.2 นักเรียนทุกคนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และมีอายุอยู่ระหว่าง 12-15 ปี

3.1.4.3 นักเรียนทุกคนและผู้ปกครองของเด็กทุกคนที่ยินยอมเข้าร่วมงาน วิจัย และ ลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

Ref. code: 25605562300037DYG

3.1.4.4 นักเรียนทุกคนที่มี และ ใช้งานสมาร์ทโฟนเป็นประจำทุกวันอย่างน้อยวันละ 2 ชั่วโมง และใช้งานสมาร์ทโฟนมา ≥ 1 ปี

3.1.5 เกณฑ์คัดออกในระยะที่ 1

มีโรคทางตาอื่นที่มีผลต่อการมองเห็น หรือมีผลกับการกรอกข้อมูลในแบบบสอบถาม

3.1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1.6.1 ตัวแปรต้นประกอบประกอบไปด้วย

(1) ปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟน ได้แก่ การใช้งานสมาร์ทโฟนต่อชั่วโมง การใช้งานสมาร์ทโฟนต่อวันในวันจันทร์ ถึง ศุกร์ และเสาร์ อาทิตย์ จำนวนปีที่ใช้งาน ระยะห่างจากตาถึงหน้าจอสมาร์ทโฟน ระยะเวลาในการพัก ชนิดหน้าจอ ขนาดหน้าจอสมาร์ทโฟน ชนิดของสมาร์ทโฟน ความละเอียดในการแสดงภาพ รอยขีดข่วนที่หน้าจอ แสงสะท้อนที่หน้าจอ ตัวอักษรสั่น-กระพริบ การหยุดพักระหว่างใช้งาน

(2) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา โรคประจำตัว ปัญหาทางสายตา และ การออกกำลังกาย ภาวะสายตา (Visual acuity) การแก้ไขสายตา เช่น การสวมใส่แว่นสายตาหรือการใส่คอนแทคเลนส์

(3) ปัจจัยภายนอกจากสิ่งแวดล้อมได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิที่ใช้งาน สถานที่หลักที่ใช้งาน เช่น ภายนอกอาคารและภายในอาคาร ความสว่างที่ใช้งาน ทิศทางแสง

3.1.6.2 ตัวแปรตามได้แก่ กลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน เช่น อาการปวดตา อาการแสบตา อาการเคืองตา ตาแห้งง่ายเวลาใช้สายตา น้ำตาไหล ตามองสู้แสงลำบาก ตาปรับโฟกัสภาพช้าลงเมื่อมองวัตถุระยะใกล้-ไกล อาการปวดศีรษะระหว่างใช้งาน หรือหลังใช้งานสมาร์ทโฟน อาการปวดหลัง ไหล่ ระหว่างการใช้งาน หรือหลังการใช้งานสมาร์ทโฟน และ อาการปวดคอ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟน

3.1.7 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.1.7.1 แบบสอบถามสำหรับการวิจัยเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล โดยแบบสอบถามมีค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (Index of item objective congruence; IOC) ทั้งฉบับรวมเท่ากับ 0.948 (การทดสอบดูในภาคผนวก ง) และทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ที่โรงเรียนนนทบุรีพิทยาคมในเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 จำนวน 40 คน และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับด้วยวิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) เท่ากับ 0.70

3.1.7.2 โดยเนื้อหาของแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

(1) ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

Ref. code: 25605562300037DYG

(2) ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการทางสายตาและอาการทางร่างกายที่มีผลจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล ตอนที่ 3 คำถาม เกี่ยวกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล จากการใช้งานสมาร์ทโฟน

3.1.7.3 การแปรผลกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

(1) ตอบแบบสอบถามตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล จากการใช้งานสมาร์ทโฟนจำนวน 10 ข้อ โดยการตอบแบบสอบถามประกอบด้วย ไม่เคยมีอาการ มีอาการบางครั้ง และ มีอาการประจำ

(2) เมื่อผู้ร่วมวิจัยตอบแบบสอบถามว่าไม่เคยมีอาการถือว่าไม่เคยมีอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล กรณีที่ผู้ร่วมวิจัยตอบข้อคำถามเกี่ยวกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลตั้งแต่ 1 ข้อขึ้นไปถือว่าเคยมีอาการตาล้า

3.1.7.4 การประเมินความสามารถในการมองเห็นโดยการวัดระดับสายตาที่ระยะ 6 เมตร โดยใช้แผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน (Snellen chart) แบบตัวเลข (วิธีการวัด การบันทึก และการแปลผลดูในภาคผนวก ฉ)

3.1.8 การวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1

3.1.8.1 นำข้อมูลไปวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 20

3.1.8.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความชุกของการเกิดกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟน ในกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 อายุอยู่ระหว่าง 12-15 ปี รายงานข้อมูลพื้นฐานได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา โรคประจำตัว แสงสว่าง การไหลเวียนอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น การใช้งานสมาร์ทโฟน/ชั่วโมง/วัน/สัปดาห์ ท่าทางการใช้งาน ระยะห่างขณะใช้งาน จำนวนปีที่ใช้งาน ใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และรายงานความชุก (Prevalence) ของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลในรูปร้อยละ

3.1.8.3 ใช้สถิติทดสอบไคสแคว์ (Chi-square) ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆต่อการเกิดกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟน จากนั้นวัดระดับความสัมพันธ์โดยใช้ Multivariable logistic regression นำเสนอในรูป Odds ratio และ 95% Confident Interval (95% CI)

3.1.8.4 กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดที่ระดับ 0.05

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2 ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงทดลอง

3.2.1 รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาผลของความเข้มแสงสว่างกับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล และทำการสุ่มเลือกเด็กผู้ร่วมวิจัยจำนวน 40 คน มา มาทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างการใช้งานภายใต้ความเข้มแสงสว่าง 3 ระดับที่ 50 ลักซ์ 300 ลักซ์ และ 600 ลักซ์ตามลำดับ โดยใช้แสง 300 ลักซ์ เป็นตัวเปรียบเทียบ การวัดโดยจัดสภาพการใช้งาน ที่เด็กใช้บ่อยในสภาวะปกติ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้วัดแสง (Lux meter) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว โดยประเมินเป็นผลของคะแนนอาการตาล้า คะแนนความรู้สึกสบายตา ประสิทธิภาพการอ่านโดยการวัดความเร็วในการเล่นเกมส์ และความถูกต้องในการเล่นเกมส์ขณะการใช้งานสมาร์ทโฟน

3.2.2 ประชากร

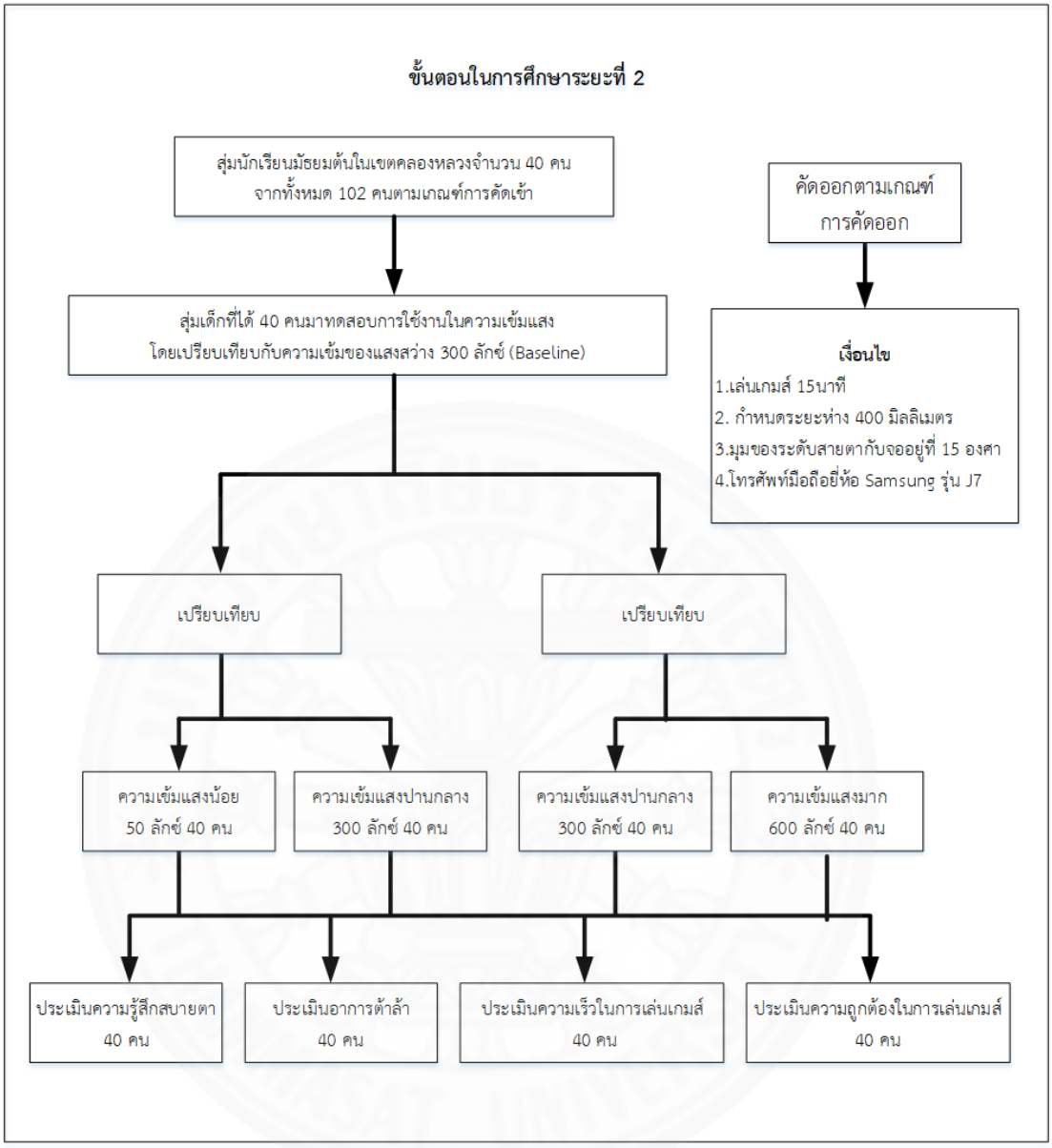
ประชากรในการศึกษาเป็นเด็กนักเรียนที่อยู่ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 1-3 ช่วงอายุ 12-15 ปี โดยคัดเลือกเด็กจากระยะที่ 1 จำนวน 485 คน ที่ไม่มีกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล หรือมีอาการตาล้าจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลไม่เกินกว่า 3 อาการ และมีสายตาปกติโดยมีผลการวัดระดับสายตาปกติ (VA20/20) หรือกลุ่มที่ได้รับการแก้ไขสายตาแล้วและผลการวัดระดับสายตาปกติ และไม่มีโรคทางสายตา เมื่อคัดออกมาได้ทั้งหมดจำนวน 102 คน และสุ่มเลือกเด็กผู้ร่วมวิจัยจำนวน 40 คน ปี จาก 3 โรงเรียน ประกอบด้วย

3.2.2.1 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง

3.2.2.2 โรงเรียนทีปังกรวิทยาพัฒน์ (มัธยมวัดหัตถสารเกษตร) ในพระราชูปถัมภ์

3.2.2.3 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต

Ref. code: 25605562300037DYG



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.3 การคำนวณประชากรกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 2

การคำนวณประชากรกลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรม G-power วิเคราะห์ขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร

$n = (Z_{\alpha/2} + Z\beta)^2(\sigma \times / ES)^2$

(ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2549 สถิติเพื่อการวิจัย)

ES = 0.2 ใช้ในการทดลองขนาดเล็ก

$\alpha = \beta$ = 0.05 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

$Z_{\alpha/2}$ = 1.96 มีค่าความเชื่อมั่น 95%

3.2.3.1 ความรู้สึกสบายตา (Hanho Jeong, 2012) (48)

$N = (1.96 + 0.05)^2 \times (0.397 / 0.2)^2$

ค่า σ ที่ได้จากงานวิจัยเท่ากับ 0.397

$= 4.04 \times (1.98)^2 = 15.87$

ตัวแปรความรู้สึกสบายตาจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 16 คน

3.2.3.2 ตาล้า (Hanho Jeong, 2012) (48)

$N = (1.96 + 0.05)^2 \times (0.32 / 0.2)^2$

ค่า σ ที่ได้จากงานวิจัยเท่ากับ 0.32

$= 4.04 \times (1.6)^2 = 10.34$

ตัวแปรตาล้าจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 11 คน

จากการศึกษาขาด 2 ตัวแปร ที่หาค่า σ ที่ใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่างไม่ได้ ดังนั้น จึงใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดประมาณ 40 คนเพื่อให้คลอบคลุมทั้ง 4 ตัวแปร

3.2.4 เกณฑ์คัดเข้าในระยะที่ 2

3.2.4.1 เด็กทุกคนที่เข้าร่วมวิจัยที่ตอบแบบสอบถามครบสมบูรณ์ในระยะที่ 1 โดยไม่มีอาการตาล้าระหว่างใช้งานสมาร์ทโฟน หรือ มีอาการตาล้าไม่เกิน 3 อาการ เช่น อาการปวดตา อาการแสบตา อาการเคืองตา ตาแห้งง่ายเวลาใช้สายตา น้ำตาไหล ตามองสู้แสงลำบาก ตาปรับโฟกัสภาพช้าลงเมื่อมองวัตถุระยะใกล้/ไกล ปวดศีรษะระหว่างใช้งาน หรือหลังใช้งานสมาร์ทโฟน ปวดคอระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟน

3.2.4.2 เด็กทุกคนที่เข้าร่วมวิจัยใช้สมาร์ทโฟนเป็นประจำอย่างน้อย 1 ปี โดยใช้งานอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ต่อวัน

3.2.4.3 เด็กทุกคนที่เข้าร่วมวิจัยที่อยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และมีอายุอยู่ระหว่าง 12-15 ปี

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.4.4 เด็กทุกคนและผู้ปกครองของเด็กทุกคนที่ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย และเซ็นต์ใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย และเข้าร่วมการวิจัยจนจบโครงการ

3.2.4.5 เด็กทุกคนได้รับการประเมินความสามารถในการมองเห็น ในระยะที่ 1 และมีผลการวัดระดับสายตาปกติ หรือได้รับการแก้ไขโดยใส่แว่นสายตาแล้วผลการวัดสายตาปกติ (VA with correction)

3.2.4.6 ไม่มีโรคประจำตัว เช่น ภูมิแพ้ ตาแห้ง และโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของท่อน้ำตา

3.2.5 เกณฑ์คัดออกในระยะที่ 2

3.2.5.1 มีโรคทางตาอื่นที่มีผลต่อการทดลอง เช่น สายตายาว ร่วมกับสายตาเอียง ตาเหล่ หรือตาเข เป็นต้น

3.2.5.2 มีโรคทางสายตาอื่นที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์

3.2.5.3 เคยได้รับการผ่าตัดแก้ไขการสายตา หรือ การมองเห็น เช่น ทำเลสิกส์

3.2.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มีตัวแปรที่ใช้ดังต่อไปนี้

3.2.6.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความเข้มแสงสว่าง 3 ระดับ ได้แก่ ความเข้มแสงสว่าง 50 ลักซ์ ความเข้มแสงสว่าง 300 ลักซ์ และ ความเข้มแสงสว่าง 600 ลักซ์ตามลำดับ

3.2.6.2 ตัวแปรตาม

(1) ความรู้สึกสบายตาเมื่อใช้งานในความเข้มแสงสว่าง 3 ระดับ โดยประเมินเป็นคะแนน ซึ่งประเมินหลังทำกิจกรรมในเล่นเกมส์จับคู่ ภายใต้สภาพการณ์ที่จัดไว้ โดยมีระดับการวัดตัวแปรเป็นแบบอัตราส่วน (Ratio scale)

(2) อาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟนเมื่อใช้งานในความเข้มแสงสว่าง 3 ระดับ เช่น เมื่อยล้าตา ปวดตา เคืองตา ตาแห้ง น้ำตาไหล ตามัว เห็นภาพซ้อน ปวดคอ หลังและไหล่ โดยใช้การประเมินอาการตาล้า

(3) ประสิทธิภาพแบ่งเป็นการวัดความเร็วในการเล่นเกมส์จับคู่และความถูกต้องในการเล่นเกมส์จับคู่ในห้องความเข้มแสงสว่าง 3 ระดับ ได้แก่ ความเข้มแสงสว่างน้อย ความเข้มแสงสว่างปานกลาง และความเข้มแสงสว่างมาก

3.2.6.3 นำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยใช้ สถิติ ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสง 3 ระดับ คือ ความเข้มแสงสว่างน้อย ความเข้มแสงสว่างปานกลาง และความเข้มแสงสว่างมาก กับ ความรู้สึกสบายตา อาการตาล้า และประสิทธิภาพในการเล่นเกมส์จับคู่

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.7 วิธีการทดลอง

ในระยะที่ 2 ของการวิจัย ผู้วิจัยจะสุ่มเลือกเด็กจากการศึกษาระยะที่ 1 ที่ตอบแบบสอบถามครบถ้วนจำนวน 485 คน ที่มีผลการวัดระดับสายตาปกติ (VA20/20) หรือที่ได้รับการแก้ไขสายตาแล้วปกติ ประกอบด้วย อายุ 12-15 ปี เพศชาย 11 คน (ร้อยละ 33.3) และหญิง 22 คน (ร้อยละ 67.3) รวม 40 คน โดยผู้ร่วมวิจัยคนทุกคนตอบคำถามในการศึกษาระยะที่ 1 สมบูรณ์ และตอบคำถามในส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain) จากการใช้งานสมาร์ทโฟน โดยกลุ่มผู้ร่วมวิจัยตอบคำถามในข้อไม่มีอาการตาล้า หรือ มีอาการตาล้าไม่เกิน 3 อาการ มาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความเข้มแสงสว่างที่เด็กใช้งานบ่อยในสภาพการใช้งานจริงที่ได้จากการวัดระหว่างการทดลองในระยะที่ 1 ซึ่งความเข้มแสงที่กลุ่มผู้ร่วมวิจัยใช้ในระหว่างเก็บข้อมูลได้แก่ความเข้มแสง 3 ระดับ ได้แก่ ความเข้มแสงน้อย ความเข้มแสงปานกลาง และความเข้มแสงมาก โดยได้จากการใช้เครื่องมือวัดจริงขณะทำการทดลองในระยะที่ 1 ใน 3 โรงเรียน ประกอบไปด้วย

3.2.7.1 ระดับความเข้มของแสง

(1) ความเข้มแสงต่ำสุดได้แก่ความเข้มแสงสว่าง 50 ลักซ์ ซึ่งวัดได้ที่โรงอาหาร ทำการประเมินการทดสอบซึ่งกลุ่มเด็กผู้ร่วมการวิจัยใช้งานโทรศัพท์สมาร์ทโฟนตลอดแม้ว่าไม่ได้เปิดไฟ และนำไปทดสอบจริงในห้องทดลอง

(2) ความเข้มแสงสว่างปานกลางใช้ความเข้มแสงสว่าง 300 ลักซ์ ได้จากการทบทวนวรรณกรรม และการทดสอบขณะเก็บข้อมูลในระยะที่ 1 และนำไปทดสอบจริงในห้องทดลอง

(3) ความเข้มแสงสว่างมาก 600 ลักซ์ ซึ่งได้จากการได้จากการทบทวนวรรณกรรม และการทดสอบขณะเก็บข้อมูลในระยะที่ 1 ในห้องเรียน โดยวัดออกมาเป็นค่าความเข้มแสงสว่างซึ่งมีหน่วยเป็นลักซ์ และนำไปทดสอบจริงในห้องทดลอง

3.2.7.2 การจัดความเข้มแสงในห้องทดลอง

(1) โดยกั้นม่านสีดำภายในห้องทุกด้านของผนัง

(2) ความเข้มแสงต่ำสุดได้แก่ความเข้มแสงสว่าง 50 ลักซ์ โดยปิดไฟกลางห้องและเปิดไฟแอลอีดีชนิดกลมขนาด 10 วัตต์จำนวน 1 ดวง อุณหภูมิสี 6500 เคลวิน โดยแขวนหลอดไฟห่างจากตำแหน่งที่นั่ง 3 เมตรแล้วทำการวัดความเข้มแสงสว่าง (วิธีวัดดูในภาคผนวก ฌ)

(3) ความเข้มแสงสว่างปานกลางใช้ความเข้มแสงสว่าง 300 ลักซ์ โดยเปิดไฟกลางห้องชนิด จำนวน 2 ดวง อุณหภูมิสี 6500 เคลวิน แล้วทำการวัดความเข้มแสงสว่าง (วิธีวัดดูในภาคผนวก ฌ)

Ref. code: 25605562300037DYG

(4) ความเข้มแสงสว่างมาก 600 ลักซ์ ลักซ์ โดยเปิดไฟฟลูออเรสเซ็นต์กลางห้องจำนวน 2 ดวง อุณหภูมิสี 6500 เคลวิน เปิดไฟแอลอีดีชนิดกลมขนาด 10 วัตต์จำนวน 2 ดวง อุณหภูมิสี 6500 เคลวิน โดยแขวนหลอดไฟห่างจากตำแหน่งที่นั่ง 3 เมตร และเปิดโคมไฟตั้งโต๊ะชนิดหลอดแอลอีดีชนิดกลมขนาด 10 วัตต์ อุณหภูมิสี 6500 เคลวิน ระยะห่างจากโคมไฟถึงอุปกรณ์ทดลอง 30 เซนติเมตร โดยทำมุม 45 องศาแล้วทำการวัดความเข้มแสงสว่าง (วิธีวัดดูในภาคผนวก ฌ)

3.2.7.3 ขั้นตอนการทดลอง สุ่มเด็กผู้ร่วมวิจัยมา 40 คน จากจำนวน 102 คน (ตามวิธีการสุ่มตัวอย่างระยะที่ 2 ของการทดลอง)

(1) นำเด็กผู้ร่วมวิจัยทุกคนทดสอบต้องวัดระดับสายตา (VA) ที่ระยะ 6 เมตร โดยใช้แผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน (วิธีการวัด การบันทึก และการแปลผลดูในภาคผนวก ฌ) ก่อนทำการทดสอบเพื่อประเมินภาวะสายตาซ้ำ

(2) จัดให้เด็กผู้ร่วมวิจัยนั่งโต๊ะในห้องทดลองความสูง 28 นิ้ว (71.12 เซนติเมตร) (106) โดยวางข้อศอกได้ขณะทดลอง และจัดให้นั่งบนเก้าอี้ 5 ขา มีพนักพิงหลังที่สามารถปรับระดับขึ้นลงได้ตามความสูง-ต่ำ ของเด็ก ขณะจัดท่านั่งให้ท่อนขาตั้งฉากกับแนวร่างกาย และไม่ให้เท้าลอยจากพื้น (106)

(3) กำหนดระยะห่าง 400 มิลลิเมตร ระหว่างตากับจอสมาร์ทโฟน โดยมีแท่นวางคาง และ แผ่นกั้นบริเวณหน้าผาก โดยระหว่างทดลองให้ผู้ร่วมวิจัยวางคางที่แท่นวางคาง และ จัดให้วางแผ่นกั้นบริเวณหน้าผากเพื่อไม่ให้ขยับตำแหน่งไปจากตำแหน่งเดิม

(4) กำหนดมุมของระดับสายตากับจอสมาร์ทโฟน โดยกำหนดมุมการมองจอสมาร์ทโฟนอยู่ที่มองลงไม่เกิน 15 องศา

(5) กำหนดระยะห่างจากตาและหน้าจอสมาร์ทโฟน 40 เซนติเมตร และวางสมาร์ทโฟนไว้บนที่วาง และมีระบบยึดไม่ให้ระยะระหว่างตากับจอสมาร์ทโฟนเลื่อนเข้าออกจากเดิม

(6) กำหนดอุณหภูมิสีของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไฟกลมชนิดแอลอีดี เท่ากับ 6500 เคลวิน

(7) จัดความเข้มแสงปานกลาง 300 ลักซ์ และวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method (รายละเอียดดูในภาคผนวก ฌ) เพื่อทดสอบค่าความสามารถในการเพ่งในการวัดการทำงานของสายตาทั้งก่อน และหลังวิจัยในระยะที่ 2 เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนที่ใช้ในการประเมินอาการตาล้าและบันทึกค่าที่ได้ก่อนทำการเล่นเกมส์จับคู่ การประเมินผลโดยใช้การตรวจสอบค่าความสามารถในการเพ่งระยะใกล้ของตาสองข้างพร้อมๆกัน ก่อนการทดสอบการวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method ผู้วิจัยได้ไปฝึกที่แผนกจักษุโรงพยาบาลธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ภายใต้การควบคุมโดยอาจารย์แพทย์หญิง สุนทรี ธิติวิเชียรเลิศ ผู้เชี่ยวชาญทางสายตา และได้ทำการ

Ref. code: 25605562300037DYG

สอบเทียบการวัดกับอาจารย์ กับกลุ่มทดลองที่โรงเรียนทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์ ก่อนทำการทดลองจริงได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8

(8) ใช้สมาร์ทโฟนรุ่นที่ใช้บ่อยสุดซึ่งได้จากแบบสอบถามในระยะที่ 1 (ใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในระยะที่ 1 ซึ่งคือสมาร์ทโฟนยี่ห้อ Sumsung Galaxy J7 (รายละเอียดดูในภาคผนวก ญ) โดยให้ผู้ร่วมวิจัยใช้โทรศัพท์ที่ทดลองเครื่องเดียวกัน

(9) ใช้ความสว่างหน้าจอระดับที่ใช้บ่อยในระยะที่ 1 (ใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในระยะที่ 1) ซึ่งกลุ่มผู้ร่วมวิจัยตอบแบบสอบถามโดยใช้การปรับความสว่างหน้าจอโทรศัพท์แบบอัตโนมัติโดยใช้แอฟพลิเคชั่น Auto screen brightness

(10) สุ่มความเข้มแสงสว่างทั้ง 3 ระดับ ประกอบด้วย ความเข้มแสง 50 ลักซ์ ความเข้มแสง 300 ลักซ์ และ ความเข้มแสง 600 ลักซ์ โดยผู้วิจัยวัดค่าความสามารถในการเพ่งโดยใช้การวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method (รายละเอียดดูในภาคผนวก ฉ) ที่ความเข้มแสงปานกลาง 300 ลักซ์ เพื่อหาค่าความสามารถในการเพ่ง ก่อนการทดลองและบันทึกค่าความสามารถในการเพ่งไว้ และ หลังทดลองเสร็จปรับความเข้มแสงจากที่สุ่มวัด เป็นความเข้มแสงปานกลาง 300 ลักซ์ และวัดค่าความสามารถในการเพ่งหลังการทดลอง ซึ่งจะได้เป็นค่าความสามารถในการเพ่งก่อนทดลอง และหลังทดลอง

(11) จัดให้เด็กเล่นเกมส์จับคู่เป็นเวลานาน 15 นาทีต่อเนื่อง เมื่อเด็กเล่นเกมส์จบ ครบ 15 นาที ถือว่าจบการทดลองครั้งที่ 1 บันทึกประสิทธิภาพการเล่นเกมส์บันทึกความเร็ว (ระดับ Level ของเกมส์) ในการเล่นเกมส์จับคู่ และความถูกต้อง (ค่าคะแนนของเกมส์) ของการเล่นเกมส์จับคู่ทันที โดยเกมส์ที่เล่นเป็นเกมส์จับคู่สัตว์ (Pet connect animals) ซึ่งเกมจับคู่สัตว์วิธีการเล่นเกมส์ ผู้เล่นต้องจับคู่ภาพสัตว์ที่มีภาพเหมือนกัน และต้องไม่มีภาพอื่นๆมาขวาง โดยทำการจับคู่ให้ทันภายในเวลา 15 นาทีต่อเนื่องและถ้าจับคู่ไม่ทันผู้เล่นจะได้คะแนนเท่าที่จับได้ เป็นเกมส์ที่สามารถโหลดได้ฟรีจากแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ (Android) ใน Google Play Store

(12) วัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method โดยวัดความสามารถในการเพ่งระยะใกล้ของตาสองข้างหลังวิจัยเสร็จทันที และบันทึกผลที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์

(13) ประเมินโดยสอบถามอาการตาล้าและความรู้สึกสบายตาและบันทึกข้อมูลที่ความเข้มแสงสว่างปานกลาง 300 ลักซ์

(14) จัดให้เด็กพักสายตาในห้องที่มีความเข้มแสงสว่างปานกลาง 300 ลักซ์ เป็นเวลา 15 นาที โดยไม่ทำกิจกรรมอื่น ไม่ใช้งานโทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์ดิจิทัลชนิดอื่น

นำเด็กผู้ร่วมวิจัยคนเดิม มาสุ่มทดสอบการใช้งานสมาร์ทโฟนในความเข้มแสงที่จับได้ ซึ่งอาจจะเป็นความเข้มแสง 50 ลักซ์ ความเข้มแสง 300 ลักซ์ และความเข้มแสง 600

Ref. code: 25605562300037DYG

ลักซ์ ตามที่ผู้ร่วมวิจัยจับฉลากได้ภายใต้เงื่อนไขเดิม และทำการทดลองต่อตามขั้นตอนที่ (10) ถึง (14) โดยผู้ร่วมวิจัยจะได้เล่นเกมส์ภายใต้ความเข้มแสงครบทั้ง 3 ระดับ โดยผู้ร่วมวิจัยจะถูกวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method โดยวัดความสามารถในการเพ่งสระยะใกล้ของตาสองข้าง ก่อน และ หลังวิจัยเสร็จทันทีและบันทึกผลที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในความเข้มแสงสว่างทั้ง 3 ระดับ มาทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติทดสอบซึ่งประกอบไปด้วยค่าความสามารถในการเพ่งก่อน และ หลัง คะแนนความรู้สึกสบายตา คะแนนตาล้า คะแนนอาการปวดตา ความชอบแสงในขณะเล่นเกมส์ คะแนนประสิทธิภาพการเล่นเกมส์ซึ่งประเมินเป็นความเร็ว และคะแนนความถูกต้องในการเล่นเกมส์

3.2.8 การประเมินความรู้สึกสบายตา

การวิเคราะห์ความรู้สึกสบายตาภายหลังการเล่นเกมส์จับคู่ต่อการใช้งานในความเข้มแสงสว่างมาก ความเข้มแสงสว่างปานกลาง และความเข้มแสงสว่างน้อย และนำค่าที่ได้มาทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบค่าความแตกต่าง โดยให้ประเมินเป็นระดับความรู้สึกสบายตา แปลผลเป็นคะแนน 0-5 คะแนน โดยให้ผู้ร่วมวิจัยตอบ โดยใช้เครื่องหมาย X กาที่ตัวเลขในแต่ละความเข้มแสงสว่าง แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของความสบายตาในแต่ละความเข้มแสงสว่าง

ภาพที่ 3.3 แสดงแบบประเมินความรู้สึกสบายตา

3.2.9 การประเมินอาการตาล้าโดยการสอบถาม

โดยการสอบถามหลังการเล่นเกมส์จับคู่ในแต่ละความเข้มแสงสว่างโดยประเมินความเข้มแสงสว่างมาก ความเข้มแสงสว่างปานกลาง และความเข้มแสงสว่างน้อย โดยใช้การสอบถามว่ามีอาการตาล้าหรือไม่มี โดยการประเมินว่ามีอาการตาล้า เช่น อาการเมื่อยล้าตา ปวดตา เคืองตา ตาแห้ง น้ำตาไหล ตามัว เห็นภาพซ้อน ปวดคอ หลังและไหล่ หรือไม่มีอาการตาล้า

3.2.10 การประเมินอาการตาล้าโดยการวัดสายตา

โดยการใช้การวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method ทดสอบค่าความสามารถในการเพ่งระยะใกล้ ในการวัดการทำงานของสายตาทั้งก่อน และหลังวิจัยในระยะที่ 2

Ref. code: 25605562300037DYG

เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนที่ใช้ในการประเมินอาการตาล้าและบันทึกค่าที่ได้ก่อนทำการเล่นเกมส์จับคู่ การประเมินผลโดยใช้การตรวจสอบค่าความสามารถในการเพ่งสระยะใกล้ของตาสองข้างพร้อมๆกัน เมื่อตาต้องเพ่งนาน ค่าความสามารถในการเพ่งสระยะใกล้จะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น มีผลทำให้กล้ามเนื้อตาเกร็งตัวตลอดเวลาทำให้เกิดตาล้าได้ ในการศึกษานี้การวัดความสามารถในการเพ่งถูกประเมินก่อนและหลังการทดสอบ ซึ่งการทดสอบแต่ละครั้งใช้เวลา 15 นาที การวัดค่าความสามารถในการเพ่งนี้ใช้สำหรับวัดการเปลี่ยนแปลงของ Optical power ของลูกตาในขณะที่ตามีภาวะการเพ่ง ซึ่งกำลังขยายของลูกตาจะมีค่าเป็นบวกที่มากขึ้น เมื่อตาต้องใช้กำลังในการขยายมากขึ้นและเป็นเวลานานเข้าจะเกิดอาการตาล้า เช่น อาการปวดตา ตามัว ตามองเห็นภาพซ้อน ในการทดสอบนี้ใช้วิธีทดสอบคือให้กลุ่มผู้ร่วมวิจัยบอกเมื่อเริ่มเบลอ คือ เริ่มมัว (First blur) และมัวค้าง (Sustained blur)

3.2.11 การวัดประสิทธิภาพการเล่นเกมส์

3.2.11.1 โดยการวิเคราะห์ความเร็วในการเล่นเกมส์จับคู่ต่อการใช้งานในความเข้มแสงสว่างมาก ความเข้มแสงสว่างปานกลาง และความเข้มแสงสว่างน้อย และนำคะแนนที่ได้มาทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบความแตกต่างในการทดลองแต่ละความเข้มแสงสว่างโดยประเมินเป็นระดับความเร็วในการเล่นเกมส์จับคู่

3.2.11.2 โดยการวิเคราะห์ความถูกต้องในการเล่นเกมส์จับคู่ต่อการใช้งานในความเข้มแสงสว่างมาก ความเข้มแสงสว่างปานกลาง และความเข้มแสงสว่างน้อย และนำคะแนนที่ได้มาทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบความแตกต่างในการทดลองแต่ละความเข้มแสงสว่างโดยให้ประเมินเป็นระดับความถูกต้องในการเล่นเกมส์จับคู่

3.2.12 เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัยประกอบด้วย

3.2.12.1 เครื่องมือสำหรับวัดแสงรุ่น LX-91 ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว โดยมีรหัสการสอบเทียบหมายเลข C-1606-401

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาพที่ 3.4 แสดงเครื่องมือที่ใช้วัดแสง

3.2.12.2 สมาร์ทโฟนรุ่นที่ใช้มากที่สุด จากการเก็บแบบสอบถาม ซึ่งเป็นยี่ห้อ Sumsung รุ่น Galaxy J7

ภาพที่ 3.5 แสดงสมาร์ทโฟนสำหรับใช้ในการทดลอง

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.12.3 แผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน (Snellen chart) ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขขนาดต่างๆใช้ระยะห่างระหว่างแผ่นป้ายถึงผู้ร่วมวิจัย 20 ฟุต (Snellen system)

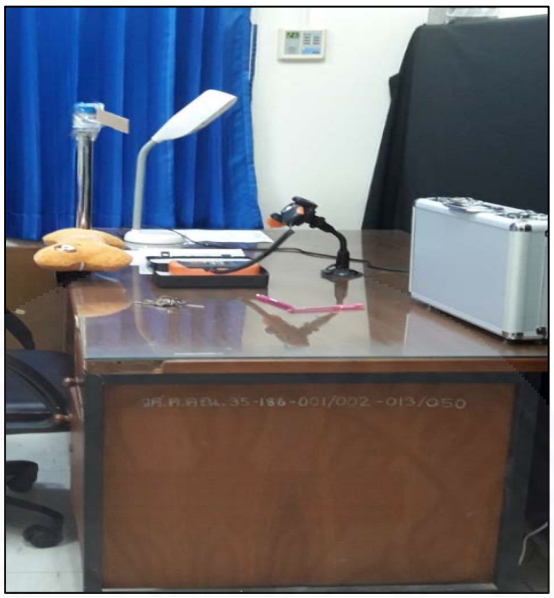
ภาพที่ 3.6 แสดงแผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน

3.2.12.4 เก้าอี้สำหรับให้ผู้ทดลองนั่งเวลาเล่นเกมส์ โดยมีพนักพิงหลัง มีที่วางแขนทั้งสองข้าง และมีขาเก้าอี้ 5 ขาแบบมีล้อเลื่อน

ภาพที่ 3.7 แสดงเก้าอี้ 5 ขามีพนักพิงปรับความสูง-ต่ำได้

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.12.5 โต๊ะที่ติดตั้งแท่นวางคาง เพื่อกำหนดให้ตำแหน่งอยู่ในศรีษะไม่เคลื่อนที่ไปจากเดิม โดยกำหนดระยะห่างระหว่างสายตาจอสมาร์ทโฟนและที่ระยะห่าง 40 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.8 แสดงโต๊ะสำหรับใช้ในการทดลอง

3.2.12.6 แท่นสำหรับวางสมาร์ทโฟนเพื่อกำหนดระยะห่าง 40 เซนติเมตร จากสายตาผู้เข้าร่วมงานวิจัยให้คงที่ขณะทำการทดลอง

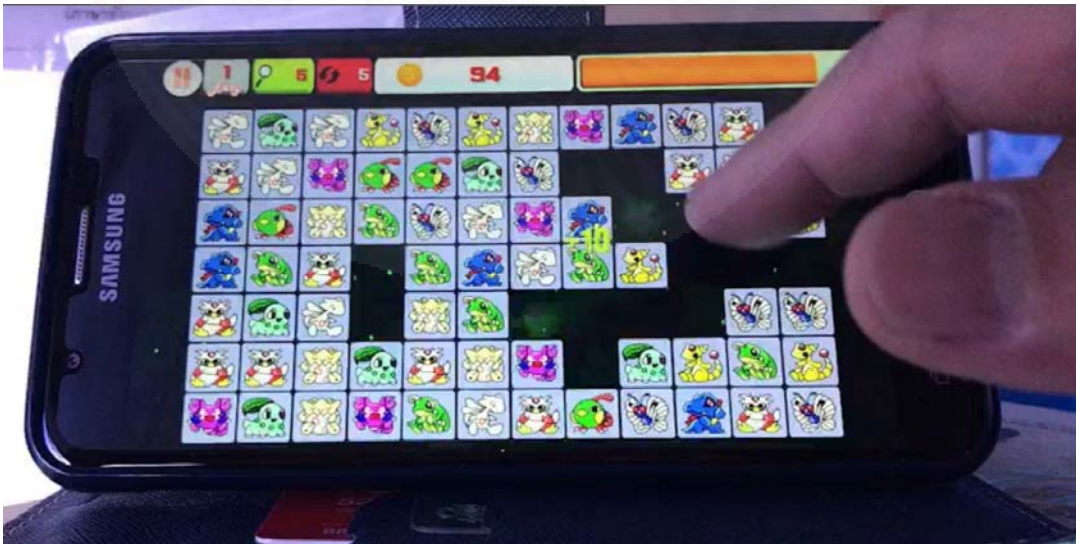
ภาพที่ 3.9 แสดงแท่นสำหรับวางสมาร์ทโฟนสำหรับใช้ในการทดลอง

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.12.7 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ ALBA รุ่น AxA27Zx1 สำหรับจับเวลาในการทดลองแต่ละครั้ง

ภาพที่ 3.10 แสดงนาฬิกาจับเวลาสำหรับใช้ในการทดลอง

3.2.12.8 เกมส์จับคู่ที่ติดตั้งในสมาร์ทโฟน



ภาพที่ 3.11 แสดงเกมส์สำหรับใช้ในการทดลอง

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.12.9 กรอบเฟรมสำหรับใส่เลนส์วัดสายตาสำหรับใช้ในการทดลอง โดยกรอบเฟรมนี้สามารถใส่เลนส์ได้ 3 อันพร้อมกัน

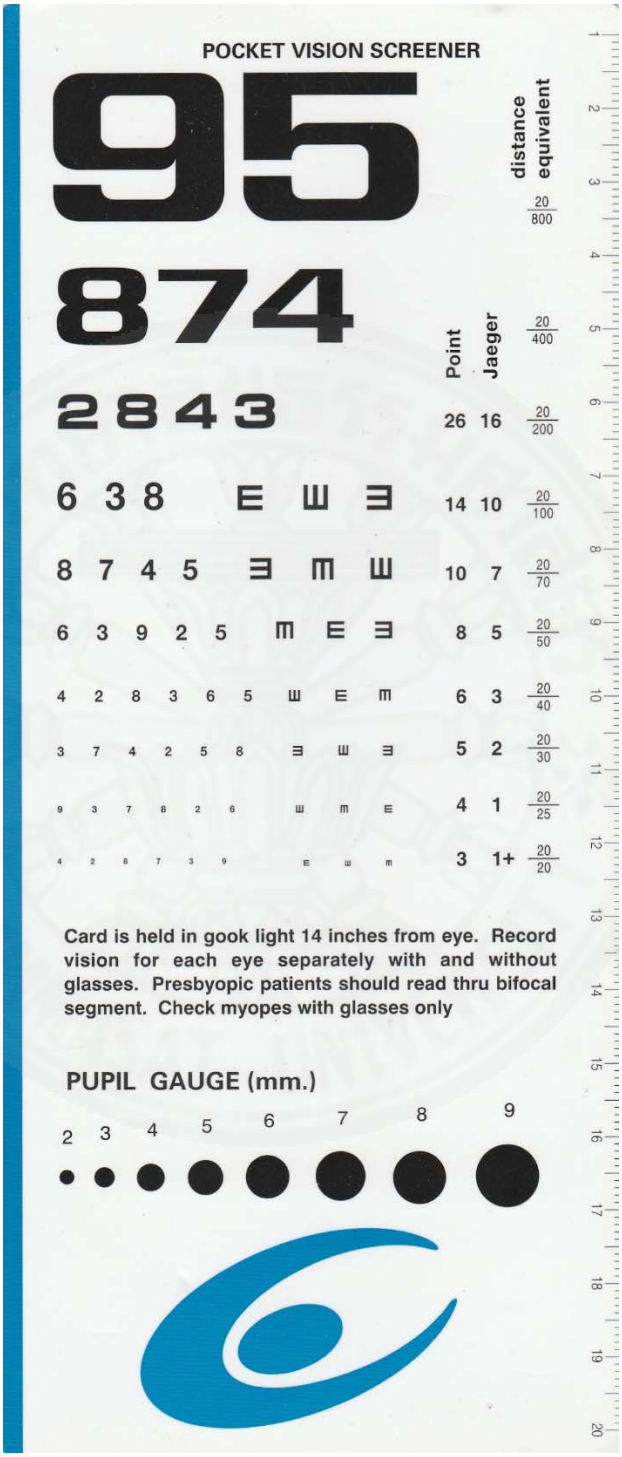
ภาพที่ 3.12 แสดงกรอบเฟรมสำหรับใส่เลนส์วัดสายตาสำหรับใช้ในการทดลอง

3.2.12.10 เลนส์วัดสายตาแว่นสำหรับใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 3.13 แสดงเลนส์วัดสายตาแว่นสำหรับใช้ในการทดลอง

Ref. code: 25605562300037DYG

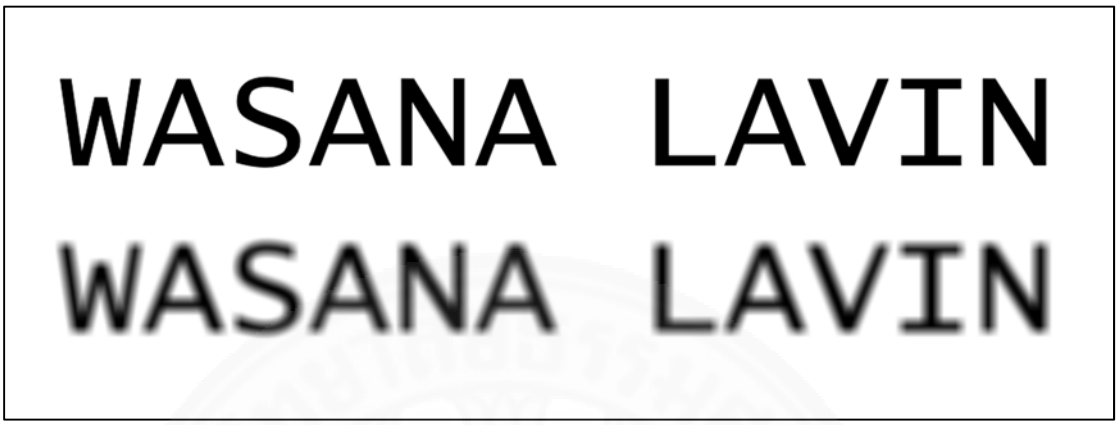
3.2.12.11 แผ่นทดสอบสายตาขณะทำการทดลอง



ภาพที่ 3.14 แสดงแผ่นทดสอบสายตา Pocket vision screener

Ref. code: 25605562300037DYG

3.2.12.12 ตัวอย่างภาพที่เบลอ เป็นตัวอย่างให้ผู้ทดลองเปรียบเทียบภาพที่มองเห็นระหว่างทำการทดลองมองผ่านเลนส์วัดสายตา



ภาพที่ 3.15 แสดงตัวอย่างภาพที่เบลอ

3.2.13 การวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 2

3.2.13.1 นำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 20

3.2.13.2 วิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยพื้นฐาน เช่น ปัจจัยส่วนบุคคล กลุ่มอาการตาล้าขณะทำการทดลองในแต่ละความเข้มแสง

3.2.13.3 ข้อมูลมาเปรียบตัวแปรอิสระ คือ ความเข้มแสง 3 ระดับ ได้แก่ ความเข้มแสงมาก ความเข้มแสงปานกลาง และความเข้มแสงน้อย โดยใช้ สถิติ ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสง 3 ระดับ กับ ความรู้สึกสบายตา อาการตาล้า และประสิทธิภาพในการเล่นเกมส์จับคู่

3.2.13.4 กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดที่ระดับ 0.05

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่1 เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Analytic cross-sectional) เพื่อหาความชุก และ ความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีผลของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟน (Digital eye strain) ในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้นชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 1-3 อายุระหว่าง 12-15 ปี ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 4 เขตอำเภอคลองหลวงจังหวัดปทุมธานี ทั้งหมด 3 โรงเรียน ประกอบด้วย

(1) โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง

(2) โรงเรียนทีปังกรวิทยาพัฒน์ (มัธยมวัดหัตถสารเกษตร) ในพระราชูปถัมภ์

(3) โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต

ในระหว่างที่ศึกษาจากการสำรวจมีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 5,146 คน เมื่อใช้สูตรของเครซี่ และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970 อ้างใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประมาณ 450 คน คิดจำนวนตัวอย่างคาดว่ามีอัตราการไม่ยอมตอบแบบสอบถามร้อยละ 25 ของข้อมูล โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ แล้วสุ่มอย่างง่าย โดยในระยะที่ 1 ทำการศึกษาในระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน 2559 ถึง 31 กันยายน 2559 และ ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของความเข้มแสงกับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟน ในกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่โดยเลือกแบบสุ่มมาจำนวน 40 คน จากการศึกษาในระยะที่ 1 โดยทำการศึกษาระหว่างวันที่ 20 มีนาคม 2560 ถึง 31 กรกฎาคม 2560

4.1 ระยะที่ 1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์

เพื่อหาความชุกและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟนในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น ผลการศึกษานำเสนอโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยายแบ่งออกเป็นส่วนตามลำดับ ดังนี้

4.1.1 ส่วนที่ 1 แสดงการแจกแบบสอบถามไปตามโรงเรียน และเปอร์เซ็นต์การตอบกลับแยกตามโรงเรียน

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางที่ 4.1 แสดงการแจกแบบสอบถามไปตามโรงเรียน และเปอร์เซ็นต์การตอบกลับแยกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนแบบสอบถาม (ฉบับ)	อัตราการตอบกลับ (%)
ธรรมศาสตร์คลองหลวง	185	174 (94.05)
ทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์	200	187 (93.5)
สวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต	165	156 (94.54)

ตารางที่ 4.1 แสดงการแจกแบบสอบถามไปตามโรงเรียน และ เปอร์เซ็นต์การตอบกลับแยกตามโรงเรียนโดยแบบสอบถามถูกส่งไปทั้งหมด 550 ฉบับ ตอบกลับ 517 ฉบับ โดยมีอัตราการตอบกลับร้อยละ 94.01 มีแบบสอบถามที่ตอบคำถามแบบสมบูรณ์รวม 485 ฉบับ โดยแบบสอบถามจำนวน 65 ฉบับถูกคัดออกเนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้ใช้งานสมาร์ทโฟนคิด 11 ฉบับ คิดเป็นร้อยละเป็นร้อยละ 2 และ ผู้ตอแบบสอบถาม 54 ฉบับ ไม่ได้ตอบคำถามในส่วนอาการตาล้าจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล คิดเป็นร้อยละ 9.45 ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะคัดกลุ่มผู้ร่วมวิจัยเข้าร่วมการวิจัยในระยะที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 4.2 แสดงปัจจัยส่วนบุคคลในการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (%)
อายุ (ปี)	
12	109 (22.5)
13	188 (38.8)
14	150 (30.9)
15	38 (7.8)
13.24±0.88 (Mean ±SD)	
เพศ	
ชาย	267 (55.1)
หญิง	218 (44.9)
โรงเรียน	

Ref. code: 25605562300037DYG

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (%)
ธรรมศาสตร์คลองหลวง	162 (33.4)
ทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์	172 (35.4)
สวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต	151 (31.13)
ระดับชั้น	
มัธยมศึกษาปีที่ 1	184 (37.9)
มัธยมศึกษาปีที่ 2	180 (37.1)
มัธยมศึกษาปีที่ 3	121 (24.9)
ผลการตรวจวัดสายตา (Visual acuity)	
< 1	298 (61.40)
≥1	187 (38.60)
การใช้อุปกรณ์ช่วยขณะใช้งานให้ชัดเจน	
ไม่ได้ใช้	393 (81.0)
ใช้คอนแทคเลนส์	10 (2.1)
ใช้แว่นสายตา	82 (16.9)
มีโรคภูมิแพ้	
ใช่	71 (14.6)
ไม่ใช่	414 (85.4)
ออกกำลังกาย	
ออกกำลังกาย	407 (83.92)
ไม่ได้ออกกำลังกาย	78 (16.08)

ตารางที่ 4.2 แสดงปัจจัยส่วนบุคคล การใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล และสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน กลุ่มผู้ร่วมวิจัยประกอบด้วยเพศชาย 267 คน (ร้อยละ 55.1) เพศหญิง 218 คน (ร้อยละ 44.9) โรงเรียนมัธยมทั้ง 3 โรงเรียนประกอบด้วย โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง 157 คน (ร้อยละ 32.4) โรงเรียนทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์ 183 คน (ร้อยละ 37.7) และโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยรังสิต 145 คน (ร้อยละ 69.28) ผลการตรวจวัดสายตา พบสายตาปกติ 187 คน (ร้อยละ 38.60) สายตาผิดปกติ 298 (ร้อยละ 61.40) เป็นภูมิแพ้ 71 คน (ร้อยละ 14.6) ไม่เป็นภูมิแพ้ 298 คน (ร้อยละ 61.40) ออกกำลังกาย 407 คน (ร้อยละ 83.92) และไม่ได้ออกกำลังกาย 78 คน (ร้อยละ 16.1)

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางที่ 4.3 แสดงการใช้งานและสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)

การใช้งานสมาร์ทโฟน	**จำนวน (%)**
ยี่ห้อโทรศัพท์สมาร์ทโฟน	
Samsung galaxy	186 (38.35)
Apple iPhone	91 (18.76)
AIS LAVA	65 (13.40)
True	33 (6.80)
อื่นๆ	110 (22.69)
รุ่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟน	
Samsung J7	35 (7.22)
Samsung J2	31 (6.39)
I-phone 5S	26 (5.36)
I-phone 4S	20 (4.12)
อื่นๆ	373 (76.91)
ทราบวิธีปรับความสว่างหน้าจอ (Brightness) สมาร์ทโฟน	
ไม่ทราบ	8 (1.60)
ทราบ	477 (98.40)
ปรับความสว่างหน้าจอ (Brightness) สมาร์ทโฟน	
ไม่เคยปรับ	14 (2.90)
สว่างปานกลาง	278 (57.30)
สว่างมากที่สุด	13 (2.70)
สว่างน้อยสุด	180 (37.10)
ความบ่อยการใช้งานสมาร์ทโฟนในห้องนอน	
ไม่เคยใช้งาน/ใช้งานนานๆครั้ง	142 (29.28)
ทุกครั้งก่อนนอน	343 (70.72)
ทิศทางของแสงในการใช้งาน	
แสงส่องจากด้านหน้า	334 (68.87)
แสงส่องจากด้านหลัง	78 (16.08)

Ref. code: 25605562300037DYG

การใช้งานสมาร์ทโฟน	จำนวน (%)
แสงส่องจากด้านข้าง	73 (15.05)
ความสว่างของห้องที่ใช้งานสมาร์ทโฟน	
เหมาะสม	425 (87.63)
ไม่เหมาะสม	60 (12.37)
ความบ่อยการใช้งานสมาร์ทโฟนในห้องนอน	
ไม่เคยใช้งาน/ใช้งานนานๆครั้ง	142 (29.28)
ทุกครั้งก่อนนอน	343 (70.72)
ขณะใช้งานในห้องนอนกลางคืน แหล่งกำเนิดแสงสว่าง มาจาก	
เปิดโคมไฟที่เตียง	59 (12.17)
เปิดไฟกลางห้องนอน	296 (61.03)
ปิดไฟ	130 (26.80)
มีแสงสะท้อนรบกวนการมองบนจอสมาร์ทโฟน	
ใช่	180 (37.11)
ไม่ใช่	305 (62.89)
ตัวอักษณบนจอสมาร์ทโฟนมีการเต้น / กระพริบ	
ใช่ มีการเต้น/กระพริบ	42 (8.66)
ไม่มี การเต้น/กระพริบ	443 (91.34)
รอยขีดข่วนบนหน้าจอสมาร์ทโฟน	
ไม่มีรอยขีดข่วน	150 (30.93)
มีรอยขีดข่วน	335 (69.07)
สถานที่หลักที่ใช้งาน	
ภายนอกอาคาร	43 (8.87)
ภายในอาคาร	442 (91.13)
สถานที่ใช้งานมีอุณหภูมิในขณะใช้งานเหมาะสม	
ใช่	400 (82.50)
ไม่ใช่	85 (17.50)
ระยะเวลาที่ใช้งานสมาร์ทโฟน	
<1 ปี	99 (20.41)

Ref. code: 25605562300037DYG

การใช้งานสมาร์ทโฟน	จำนวน (%)
≥1 ปี	386 (79.59)
เวลาที่ใช้งานสมาร์ทโฟนต่อวัน วันจันทร์ ถึง ศุกร์	
<2 ชั่วโมง	143 (29.48)
≥2 ชั่วโมง	342 (70.52)
เวลาที่ใช้งานสมาร์ทโฟน วันเสาร์ และ อาทิตย์	
<2 ชั่วโมง	54 (11.13)
≥2 ชั่วโมง	431 (88.87)
ขนาดหน้าจอสมาร์ทโฟน	
≥5 นิ้ว	289 (59.59)
<5 นิ้ว	196 (40.41)
ระยะห่างจากตาของคุณถึงแป้นพิมพ์สมาร์ทโฟน	
≥34 เซนติเมตร	46 (9.48)
<34 เซนติเมตร	439 (90.52)
ขนาดหน้าจอสมาร์ทโฟน (นิ้ว)	
เคยมีอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน	
เคย	460 (94.84)
ไม่เคย	25 (5.76)

ตารางที่ 4.3 แสดงการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล และ สิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน โดยยี่ห้อโทรศัพท์สมาร์ทโฟนที่ใช้งานมากที่สุด ได้แก่ ยี่ห้อ Samsung 186 คน (ร้อยละ 38.35) และรุ่น Samsung Galaxy J7 เป็นรุ่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟนที่ใช้เยอะสุด 35 คน (7.22) (ร้อยละ 7.2) รู้วิธีปรับความสว่างหน้าจอ สมาร์ทโฟน 477 คน (ร้อยละ 98.4) ปรับความสว่างหน้าจอสมาร์ทโฟน 471 คน (ร้อยละ 97.1) ทิศทางของแสงในการใช้งานโดยแสงส่องจากด้านหน้า 334 คน (ร้อยละ 68.8) แสงส่องจากด้านหลัง 78 คน (ร้อยละ 16.0) แสงส่องจากด้านข้าง 73 คน (ร้อยละ 15.0) ความสว่างของห้องที่ใช้งานสมาร์ทโฟนเหมาะสม 425 คน (ร้อยละ 87.6) การใช้งานสมาร์ทโฟนในห้องนอนทุกครั้งก่อนนอน 343 คน (ร้อยละ 70.7) ขณะใช้งานในห้องนอนกลางคืนปิดไฟ 130 คน (ร้อยละ 26.8) ตัวอักษณบนจอสมาร์ทโฟนมีการเต้น /กระพริบ 42 คน (ร้อยละ 8.66) มีแสงสะท้อนรบกวนการมองบนจอสมาร์ทโฟน 180 คน (ร้อยละ 37.11) มีรอยขีดข่วนบนหน้าจอสมาร์ทโฟน 157 คน (ร้อยละ

Ref. code: 25605562300037DYG

69.07) การใช้งานภายในอาคารเป็นหลัก 442 คน (ร้อยละ 91.1) สถานที่ใช้งานมีอุณหภูมิไม่เหมาะสม 85 คน (ร้อยละ 17.5) ระยะเวลาที่ใช้งานสมาร์ทโฟน มากกว่า 1 ปี 386 คน (ร้อยละ 79.59) เวลาที่ใช้งานสมาร์ทโฟนในวันจันทร์ ถึง ศุกร์ มากกว่า 2 ชั่วโมง 342 คน (ร้อยละ 70.5) เวลาที่ใช้งานสมาร์ทโฟนในวันหยุดเสาร์ และ อาทิตย์มากกว่า 2 ชั่วโมง 431 คน (ร้อยละ 88.8) ขนาดหน้าจอสมาร์ทโฟนน้อย กว่า 5 นิ้ว 196 คน (ร้อยละ 40.4) ระยะห่างในการใช้งานสมาร์ทโฟนโดยวัดจากตาถึงแป้นพิมพ์สมาร์ทโฟนน้อยกว่า 34 เซนติเมตร 439 คน (ร้อยละ 90.5) และ เคยมีอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน 460 คน (ร้อยละ 94.8)

ตารางที่ 4.4 แสดงกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลจากการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)

อาการขณะใช้งานสมาร์ทโฟน ใน 1 ปี	**ไม่เคยมีอาการ (%)**	**มีอาการบางครั้ง (%)**	**มีอาการประจำ (%)**
1. อาการปวดตา	144 (29.70)	322 (66.40)	19 (3.90)
2. อาการแสบตา	193 (39.80)	271 (55.90)	21 (4.30)
3. อาการเคืองตา	214 (44.10)	250 (51.50)	21 (4.30)
4.ตาแห้งง่ายเวลาใช้สายตา	351 (72.4)	120 (24.7)	14 (2.90)
5. น้ำตาไหล	245 (50.50)	211 (43.50)	29 (6.0)
6. ตามองสู้แสงลำบาก	279 (57.50)	182 (37.50)	24 (4.90)
7. ตาปรับโฟกัสภาพช้าลงเมื่อมองวัตถุระยะใกล้/ไกล	276 (56.90)	176 (36.30)	33 (6.80)
8. ปวดศีรษะ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟน	200 (41.20)	250 (51.50)	35 (7.20)
9. ปวดหลัง ไหล่ ระหว่างการใช้งาน หรือ หลังการใช้งานสมาร์ทโฟน	130 (26.80)	279 (57.50)	76 (15.70)
10. ปวดคอ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟน	206 (42.50)	221 (45.60)	58 (12.0)

ตารางที่ 4.4 แสดงความชุกใน 1 ปี ของกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลจากการใช้งานสมาร์ทโฟนโดยกลุ่มผู้ร่วมวิจัยเคยมีอาการ 460 คน (ร้อยละ 94.84) และไม่เคยมีอาการ 25 คน

Ref. code: 25605562300037DYG

(ร้อยละ 5.76) การรายงานอาการสอบถามโดยกลุ่มผู้ร่วมวิจัยตอบข้อคำถามโดยตอบไม่เคยมีอาการ เคยมีอาการมากที่สุดและมีอาการบางครั้ง โดยกลุ่มอาการตาล้าที่มีรายงานมากที่สุดได้แก่ อาการปวดตาร้อยละ 66.40 รองลงมาคือ อาการแสบตาร้อยละ 55.90 อาการเคืองตาร้อยละ 51.50 และ อาการปวดศีรษะ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟนร้อยละ 51.50 และเมื่อสอบถามเกี่ยวกับอาการที่เป็นประจำในระหว่างใช้งาน ได้แก่ อาการปวดหลัง/ไหล่ร้อยละ 15.70 อาการปวดคอร้อยละ 12.0 และ อาการปวดศีรษะระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟนร้อยละ 7.20

4.1.2 ส่วนที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความชุกใน 1 ปี ของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน

ตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์ตัวเดี่ยว (Univariate analysis) เพื่อหาความชุกใน 1 ปี ของกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคล ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟน (จำนวน=485)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความชุกใน 1 ปี (คน)	%	Odd ratio (95% CI)	p-value
เพศ					
เพศชาย	218	198	43.0	1	
เพศหญิง	267	262	57.0	5.29 (1.95,14.34)	<0.01*
ภาวะสายตา (Visual acuity)					
ปกติ ≥1	187	174	37.8	1	
ผิดปกติ <1	298	286	62.2	1.78 (0.79,3.99)	0.16
ใส่แว่น					
ใช่	82	81	82.4	1	
ไม่ใช่	403	379	17.6	0.19 (0.02,1.46)	0.11
ภูมิแพ้					

Ref. code: 25605562300037DYG

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความชุกใน 1 ปี (คน)	%	Odd ratio (95% CI)	p-value
ไม่เป็น	414	391	85.7	1	
เป็น	71	66	14.3	0.67 (0.24,1.84)	0.43
สถานที่หลักที่ใช้งาน					
ภายนอกอาคาร	43	38	8.3	1	
ภายในอาคาร	442	422	91.7	2.77 (0.98,7.81)	0.05
ความสว่างที่ใช้งาน					
เหมาะสม	425	402	87.4	1	
ไม่เหมาะสม	60	58	12.6	1.65 (0.38,7.22)	0.50
ทิศทางแสง					
ส่องจากด้านหน้า	334	317	68.9	1	
ส่องจากด้านข้าง	73	70	15.2	1.25 (0.35,4.38)	0.73
ส่องจากด้านหลัง	78	73	15.9	1.59 (0.36,6.94)	0.53
อุณหภูมิที่ใช้งาน					
เหมาะสม	400	382	83.1	1	
ไม่เหมาะสม	85	78	16.9	0.52 (0.21,1.30)	0.16
ขนาดหน้าจอสมาร์ทโฟน					
≥5 นิ้ว	196	186	40.4	1	

Ref. code: 25605562300037DYG

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความชุกใน 1 ปี (คน)	%	Odd ratio (95% CI)	p-value
<5 นิ้ว	289	274	59.6	0.96 (0.43,2.23)	0.96
ความละเอียดในการแสดงภาพ					
HD - ≥HD	153	314	68.3	1	
<HD	332	146	31.7	0.83 (0.34,2.04)	0.69
หน้าจอมีรอยขีดข่วน					
ไม่มี	150	139	30.2	1	
มี	335	321	69.8	1.81 (0.80,4.09)	0.15
หน้าจอมีแสงสะท้อน					
ไม่ใช่	305	289	62.8	1	
ใช่	180	171	37.2	1.05 (0.45,2.43)	0.90
ตัวอักษรสั่น/กระพริบ					
ไม่ใช่	443	421	91.5	1	
ใช่	42	39	8.5	0.67 (0.19,2.37)	0.54
ระยะทางตาถึงหน้าจอสมาร์ทโฟน					
≥34 ซม.	46	39	8.5	1	
<34 ซม.	439	421	91.5	4.19 (1.65,10.66)	<0.01*

Ref. code: 25605562300037DYG

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความชุกใน 1 ปี (คน)	%	Odd ratio (95% CI)	p-value
มีการหยุดพักระหว่างใช้งาน					
มี	435	413	89.8	1	
ไม่มี	50	47	10.2	0.83 (0.24,2.89)	0.77
ระยะเวลาในการใช้งาน					
<1 ปี	99	91	19.8	1	
≥1 ปี	386	369	80.2	1.90 (0.79,4.56)	0.14
การใช้งานในวันทำงานต่อวัน					
<2 ชั่วโมง	143	130	28.3	1	
≥2 ชั่วโมง	342	330	71.7	2.75 (1.22,6.18)	0.01*
การใช้งานในวันหยุดสุดสัปดาห์ต่อวัน					
<2 ชั่วโมง	54	43	9.3	1	
≥2 ชั่วโมง	431	417	90.7	7.62 (3.25,17.82)	<0.01*

* p-value <0.05

ตารางที่ 4.5 แสดงความชุกใน 1 ปี ของกลุ่มอาการตาล้า และ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และ ปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟน เมื่อใช้การวิเคราะห์ตัวแปรตัวเดียว (Univariate analysis) ทดสอบพบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการตาล้าได้แก่ ปัจจัยด้านเพศโดยพบเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่าเพศชาย 5.29 เท่า (95%

Ref. code: 25605562300037DYG

CI;1.95,14.34) ระยะห่างระหว่างตากับหน้าจอสมาร์ทโฟนน้อยกว่า 34 เซนติเมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่า 4.19 เท่า (95% CI;1.65,10.66) การใช้งานในวันทำงานต่อวันตั้งแต่ 2 ชั่วโมง มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่า 2.75 เท่า (95% CI; 1.22,6.18) และ การใช้งานในวันหยุดสุดสัปดาห์ต่อวันตั้งแต่ 2 ชั่วโมง มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่า 7.62 เท่า (95% CI; 3.25,17.82) และเมื่อนำตัวแปรเข้าสมการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ปัจจัยเสี่ยงของอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟนโดยผู้วิจัยเลือกตัวแปร 10 ตัว ที่มีค่า p-value น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.2 เข้าสมการ โดยปัจจัยที่เลือกเข้าสมการได้แก่ ปัจจัยด้านเพศ (p<0.01) ภาวะสายตา (p=0.15) สถานที่หลักที่ใช้งานภายในอาคาร (p=0.05) อุณหภูมิที่ใช้งาน (p=0.16) หน้าจอมีรอยขีดข่วน (p<0.01) ระยะทางตาถึงหน้าจอสมาร์ทโฟน (p<0.01) การสวมแว่น (p=0.11) ระยะเวลาในการใช้งานต่อปี (p=0.14) การใช้งานในวันทำงานต่อวันในวันทำงาน (p<0.01) การใช้งานในวันหยุดสุดสัปดาห์ (p<0.01) และนำตัวแปรทั้งหมดเข้าสมการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์เพื่อวิเคราะห์ต่อ

4.1.3 ส่วนที่ 3 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์กับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

ตารางที่ 4.6 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ปัจจัยเสี่ยงของอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (จำนวน=485)

ปัจจัย	จำนวน	Crude OR	Adjusted odds ratio	(95% CI)	p-value
เพศ					
เพศชาย	218	1	1	-	-
เพศหญิง	267	5.29	3.88	1.38,10.92	0.01*
ระยะห่างจากตาถึงหน้าจอสมาร์ทโฟน					
≥34 เซนติเมตร	46	1	1	-	-
<34 เซนติเมตร	439	4.19	3.57	1.28,9.93	<0.01*
การใช้งานในวันหยุดสุดสัปดาห์ต่อวัน					

Ref. code: 25605562300037DYG

ปัจจัย	จำนวน	Crude OR	Adjusted odds ratio	(95% CI)	p-value
<2 ชั่วโมง	54	1	1	-	-
≥2 ชั่วโมง	431	7.62	7.34	2.99,18.01	<0.01*

* p-value <0.05

ตารางที่ 4.6 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic regression analysis) ของปัจจัยเสี่ยงของอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการตาล้าได้แก่ ปัจจัยด้านเพศโดยพบเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่าเพศชาย 3.88 เท่า (95% CI; 1.38,10.92) ระยะห่างระหว่างตากับหน้าจอสมาร์ทโฟนน้อยกว่า 34 เซนติเมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่ากลุ่มใช้งานโดยระยะห่างระหว่างตาและหน้าจอสมาร์ทโฟนมากกว่า 34 เซนติเมตรคิดเป็น 3.57 เท่า (95% CI; 1.28,9.93) และ การใช้งานในวันหยุดสุดสัปดาห์ต่อวันตั้งแต่ 2 ชั่วโมง มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้ามากกว่ากลุ่มที่ใช้งานน้อยกว่า 2 ชั่วโมงคิดเป็น 7.34 เท่า (95% CI; 2.99,18.01)

4.2 ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงทดลอง

4.2.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

4.2.1.1 เพื่อหาความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานสมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

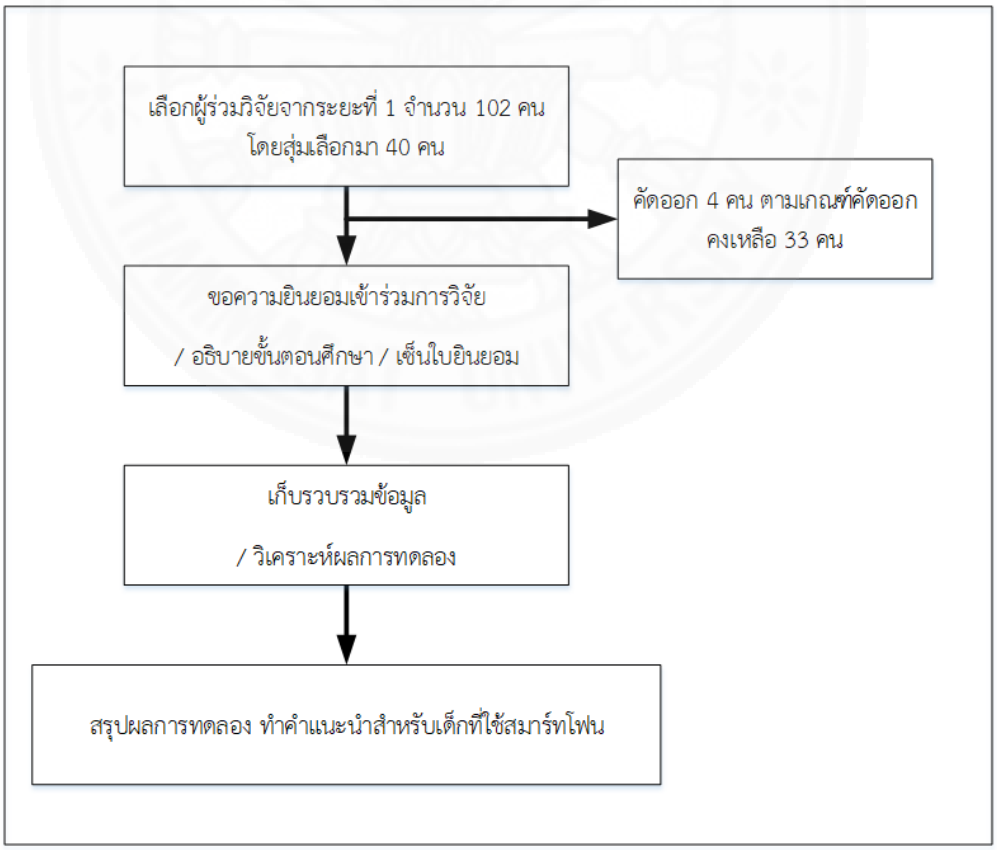
4.2.1.2 เพื่อสร้างแนวทางในการใช้สมาร์ทโฟนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาสายตาในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้น

ในระยะที่ 2 นี้ ทำการสุ่มเลือกเด็กผู้ร่วมวิจัยจากระยะที่ 1 จำนวน 485 คน ที่มีผลการวัดระดับสายตาปกติ หรือกลุ่มที่ได้รับการแก้ไขสายตาแล้วและผลการวัดระดับสายตาปกติและไม่มีโรคทางสายตา และผู้ร่วมวิจัยทั้งหมดตอบคำถามในแบบสอบถามระยะที่ 1 ในส่วนข้อคำถามที่ 3 ว่าไม่มีอาการตาล้า หรือมีอาการตาล้าไม่เกินกว่า 3 ข้อคำถาม โดยสุ่มคัดผู้ร่วมวิจัยจำนวน 40 คน จากจำนวน 102 คน เพื่อเข้าร่วมการทดลองเพื่อหาความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานสมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น ในความเข้มแสง 3 ระดับประกอบไปด้วย ความเข้มแสง 50 ลักซ์ 300 ลักซ์ และ 600 ลักซ์ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลความเข้มแสงได้จากการวัดการใช้งานในสภาวะจริงในระหว่างเข้าเก็บข้อมูลใน 3 โรงเรียน โดยในการทดลองใช้แสง 300 ลักซ์ เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อ

Ref. code: 25605562300037DYG

ประเมินผลของค่าความสามารถในการเพ่งที่เปลี่ยนแปลง อาการตาล้า ความรู้สึกสบายตา และประสิทธิภาพการเล่นเกมส์จับคู่โดยการวัดความเร็วในเล่นเกมส์ และ ความถูกต้องเล่นเกมส์ในขณะทดลอง โดยในการศึกษาครั้งนี้วางแผนในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 40 คน แต่ในการศึกษาจริงผู้วิจัยประสบปัญหาจากไม่สามารถติดต่อกลุ่มผู้ร่วมวิจัยได้จากเบอร์โทรศัพท์ที่ให้ไว้ และกลุ่มผู้ร่วมวิจัยบางคนปฏิเสธที่จะเข้าร่วมวิจัยต่อในระยะที่ 2 จาก ไม่สามารถเดินทางมาทดลองในห้องทดลองที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตได้ ไม่สะดวกจากภาระกิจ เช่น การเรียนพิเศษในช่วงวันหยุด เสาร์-อาทิตย์ จึงทำให้การวิจัยจริงได้ข้อมูล 37 คน คัดผู้ร่วมวิจัยออก 4 คน โดย 1 คนไม่สามารถวัดสายตาเพื่อหาค่าความสามารถในการเพ่งได้เพราะผู้ร่วมวิจัยไม่เข้าใจการปฏิบัติตนได้ และอีก 3 คน ผลการวัดสายตาโดยวิธีทดสอบต้องวัดระดับสายตาที่ระยะ 6 เมตร โดยใช้แผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลนได้ผลผิดปกติ (VA < 20/20) และผู้ร่วมวิจัยไม่ได้นำแว่นสายตามาด้วย จึงทำให้ต้องตัดออก 3 คน ในขณะรอเพื่อหาผู้ร่วมวิจัยต่อไม่มีผู้สนใจเข้าร่วมโครงการในระยะเวลา 3 เดือนจึงแจ้งอาจารย์ผู้คุมวิทยานิพนธ์ให้รับทราบ และยุติการทดลองเพราะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเผื่อวิเคราะห์ตัวแปรไว้แล้ว

4.2.2 ขั้นตอนการศึกษาในระยะที่ 2



ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2

Ref. code: 25605562300037DYG

4.2.3 ผลการศึกษาในระยะที่ 2 การวิจัยเชิงทดลอง ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงปัจจัยส่วนบุคคล (จำนวน = 33 คน)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (%)
เพศ	
ชาย	11 (33.3)
หญิง	22 (67.3)
อายุ (ปี)	
12	1 (3.0)
13	3 (9.1)
14	21 (63.6)
15	8 (24.2)
(Mean ± SD)	14.09.± 0.67
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	
51.1 ± 9.4 (Mean ± SD)	
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	
158.2± 6.3 (Mean ± SD)	
ผลการตรวจวัดสายตา	
< 1	9 (27.3)
≥1	24 (72.7)
มีโรคภูมิแพ้	
ใช่	0 (0)
ไม่ใช่	33 (100)
การออกกำลังกาย	
ไม่ได้ออกกำลังกาย/ออกไม่สม่ำเสมอ	3 (9.1)
ออกกำลังกายสม่ำเสมอ	30 (90.9)

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางที่ 4.7 แสดงปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มผู้ร่วมวิจัยประกอบด้วยเพศชาย 11 คน (ร้อยละ 33.3) เพศหญิง 22 คน (ร้อยละ 67.3%) ผลการตรวจวัดสายตามีภาวะสายตาปกติ 24 คน (ร้อยละ 72.7) สายตาสั้น 9 คน (ร้อยละ 27.3) ออกกำลังกายสม่ำเสมอ24 คน (ร้อยละ 90.9) และไม่ได้ออกกำลังกาย/ออกไม่สม่ำเสมอ 3 คน (ร้อยละ 9.1)

ตารางที่ 4.8 แสดงกลุ่มอาการตาล้าขณะทำการทดลองในแต่ละความเข้มแสง (จำนวน=33)

กลุ่มอาการตาล้า (คน)	ความเข้มแสง		
	50 ลักซ์ (%)	300 ลักซ์ (%)	600 ลักซ์ (%)
คันตา	0 (0)	1 (3.0)	2 (6.1)
ปวดศีรษะ	1 (3.0)	1 (3.0)	1 (3.0)
มองภาพเบลอ	0 (0)	1 (3.0)	1 (3.0)
ปวดตา	15 (45.5)	9 (27.2)	10 (30.3)
แสบตา	3 (9.1)	4 (12.1)	0 (0)
น้ำตาไหล	0 (0)	0 (0)	1 (3.0)
เคืองตา	3 (9.1)	1 (3.0)	5 (15.2)
คันตา	0 (0)	1 (3.0)	2 (6.1)
ไม่มีอาการ	11 (33.3)	16 (48.4)	13 (39.4)

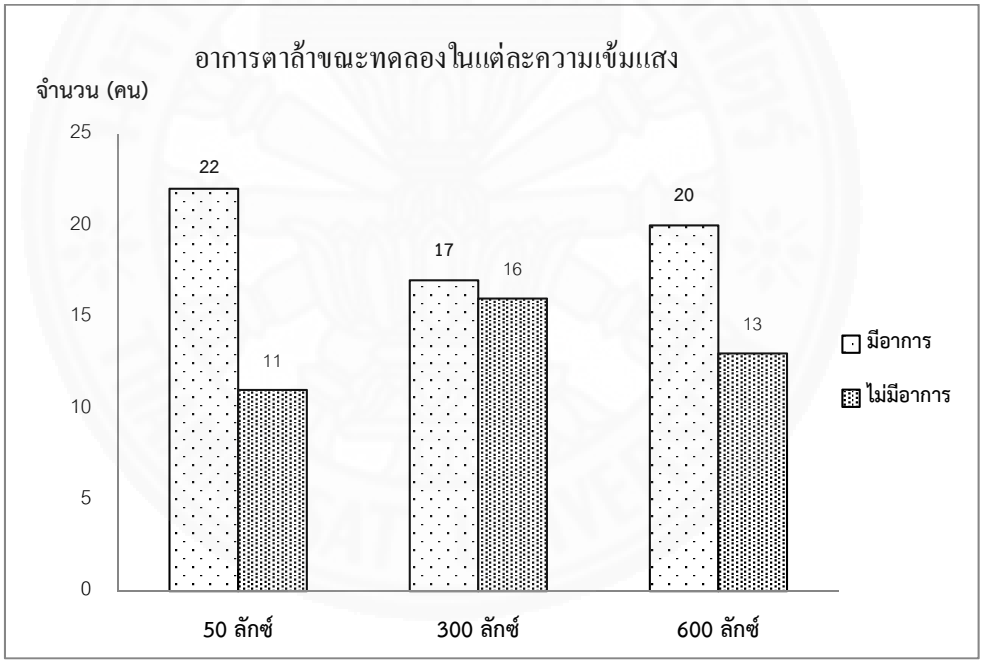
ตารางที่ 4.8 แสดงกลุ่มอาการตาล้าในขณะทำการทดลองในความเข้มแสงทั้ง 3 ระดับ ประเมินโดยใช้แบบสอบถามผู้ร่วมวิจัยจำนวน 33 คน พบว่าไม่มีอาการตาล้าเมื่อทดลองในความเข้มแสง 50 ลักซ์ จำนวน 11 คน (ร้อยละ 33.3) ในความเข้มแสง 300 ลักซ์ 16 คน (ร้อยละ 48.4) ในแสงความเข้ม 600 ลักซ์ 13 คน (ร้อยละ 39.4) และที่กลุ่มอาการตาล้าผู้ร่วมวิจัยรายงานที่พบมากที่สุดขณะทำการทดลอง คือ อาการปวดตาเมื่อทดลองในความเข้มแสง 50 ลักซ์ พบจำนวน 15 คน (ร้อยละ 45.5) ความเข้มแสง 300 ลักซ์ จำนวน 9 คน (ร้อยละ 27.2) และ ความเข้มแสง 600 ลักซ์ จำนวน10 คน (ร้อยละ 30.3) โดยไม่ว่าผู้ร่วมวิจัยจะถูกทดลองในความเข้มแสงเท่าไร ยังคงรายงานอาการปวดตาพบบ่อยที่สุด

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางที่ 4.9 แสดงกลุ่มอาการตาล้าขณะทดลองในแต่ละความเข้มแสง (จำนวน=33 คน)

อาการตาล้า	ความเข้มแสง		
	50 ลักซ์ (%)	300 ลักซ์ (%)	600 ลักซ์ (%)
มีอาการ (คน)	22 (66.67)	17 (51.52)	20 (60.61)
ไม่มีอาการ (คน)	11 (33.33)	16 (48.48)	13 (39.39)

ตารางที่ 4.9 สรุปกลุ่มอาการตาล้าในขณะทำการทดลองในแสงทั้ง 3 ระดับ พบว่ามีอาการตาล้าเมื่อทดลองในความเข้มแสง 50 ลักซ์ จำนวน 22 คน (ร้อยละ 66.67) ในความเข้มแสง 300 ลักซ์ 17 คน (ร้อยละ 51.52) ในแสงความเข้ม 600 ลักซ์ 20 คน (ร้อยละ 60.61)



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงผู้ทดลองที่มีอาการและไม่มีอาการตาล้าขณะใช้งานสมาร์ทโฟนในแต่ละความเข้มแสง (จำนวน=33 คน)

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามในการทดลอง

ตัวแปร	ความเข้มแสง (ลักซ์)			F	p-value
	50	300	600		
ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเพ่งก่อน/หลังทดลอง (Mean rank)	3.88/4.58	2.53/3.02	3.20/3.80	28.73	<0.01
คะแนนความสบายตา (Means ± SD)	2.54 ± 1.17	3.39 ± 1.14	2.84 ± 1.00	5.70	<0.01*
คะแนนความเร็ว (Means ± SD)	7.30 ± 1.66	6.12 ± 1.96	6.85 ± 1.37	12.67	<0.01*
คะแนนความถูกต้อง (Means ± SD)	3897.27 ± 1206.00	3021.88 ± 1211.45	3573.18 ± 1058.03	23.25	<0.01*
คะแนนอาการปวดตา (Means ± SD)	1.76 ± 1.43	1.24 ± 1.41	1.33 ± 1.29	2.02	0.36

*Bonferroni post-hoc tests

Friedman test

ตารางที่ 4.10 แสดง ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Means ± SD) ของตัวแปร โดยค่าความสามารถในการเพ่งเมื่อเปรียบเทียบในความเข้มแสง 50 ลักซ์ ก่อนและ หลังทดลองสูงสุด ก่อนทดลอง 3.88 ไดออปเตอร์ และหลังทดลอง 4.58 ไดออปเตอร์ตามลำดับ คะแนนความสบายตาเมื่อทดลองในความเข้มแสง 300 ลักซ์สูงสุด 3.39 ± 1.14 คะแนน คะแนนความเร็วเมื่อทดลองในความเข้มแสง 50 ลักซ์ สูงสุด 7.30 ± 1.66 ระดับ คะแนนความถูกต้องเมื่อทดลองในความเข้มแสง 50 ลักซ์ สูงสุด 3897.27 ± 1206 และ คะแนนอาการปวดตาเมื่อทดลองในความเข้มแสง 50 ลักซ์ สูงสุด 1.76 ± 1.43 คะแนน

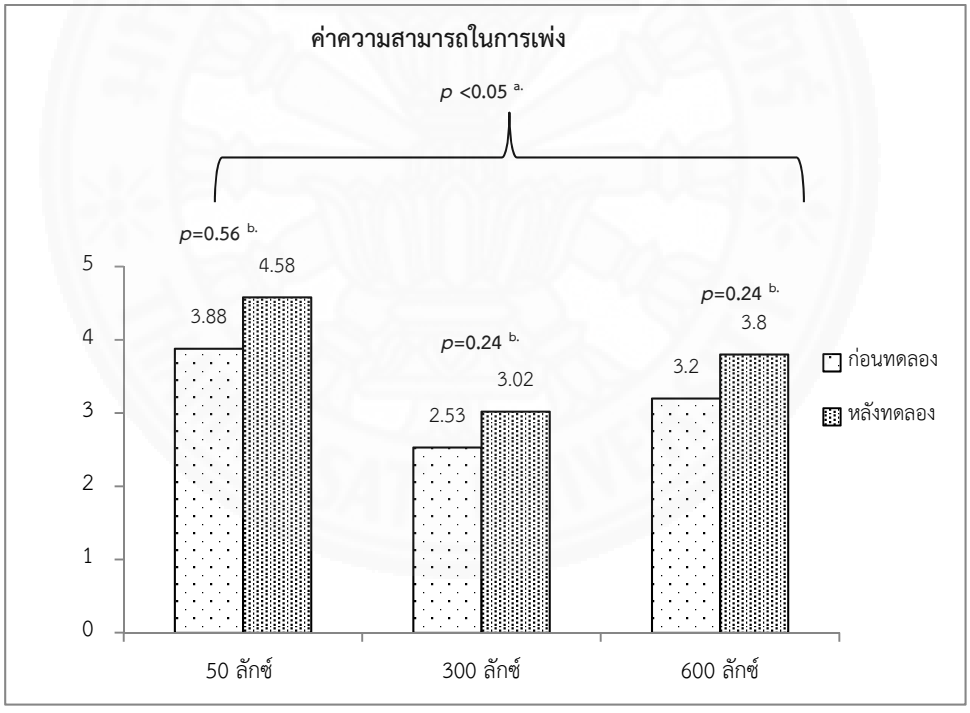
4.2.4 การแปรผลในขณะการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ ได้ดังนี้

4.2.4.1 ค่าความสามารถในการเพ่ง

การเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่งวัดโดยใช้ผลการวัดสายตาก่อนทำการทดลอง และหลังทำการทดลองโดยวิธี Minus lenses methods โดยวัดออกมาเป็นค่า

Ref. code: 25605562300037DYG

ความสามารถในการเพ่ง ในกลุ่มผู้ร่วมวิจัยทุกคน โดยวัดค่าความสามารถในการเพ่งในการใช้งาน 3 ความเข้มแสง ได้แก่ แสง 50 ลักซ์ แสง 300 ลักซ์ และแสง 600 ลักซ์ พบว่า ค่าความสามารถในการเพ่งเฉลี่ยก่อน และ หลังการทดลองเพิ่มขึ้น โดยเมื่อทดสอบค่าการกระจายของข้อมูล พบว่ามีการกระจายไม่เป็นปกติ จึงทดสอบแบบนอนพาราเมตริกด้วยวิธีทดสอบของฟรีดแมน (Friedman test) พบว่าค่าความสามารถในการเพ่งความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อทดสอบต่อด้วยการทดสอบวิลคอกซัน (the Wilcoxon signed - rank test) ในการทดสอบรายคู่พบว่า การทดลองในความเข้มของแสงน้อย (50 ลักซ์) ก่อนทดสอบเท่ากับ 3.88 ไดออปเตอร์ หลังทดสอบเท่ากับ 4.58 ไดออปเตอร์ ความเข้มแสงปานกลาง (300 ลักซ์) ก่อนทดสอบเท่ากับ 2.53 ไดออปเตอร์ หลังทดสอบเท่ากับ 3.02 ไดออปเตอร์ และ ความเข้มแสงมาก (600 ลักซ์) ก่อนทดสอบเท่ากับ 3.20 ไดออปเตอร์ หลังทดสอบเท่ากับ 3.80 ไดออปเตอร์ตามลำดับ โดยในการทดสอบรายคู่ค่าความสามารถในการเพ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



a. Friedman test

b. the Wilcoxon signed - ranks test

ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลังการใช้งานสมาร์ทโฟนในความเข้มแสง 3 ระดับ

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลังการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ (จำนวน=33 คน)

การเปลี่ยนแปลง	จำนวนการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการเพ่งในแสงระดับต่างๆ		
	50 ลักซ์ (%)	300 ลักซ์	600 ลักซ์
ไม่เปลี่ยนแปลง (คน)	5 (15.15)	5 (15.15)	9 (27.27)
ลดลง (คน)	10 (30.30)	11 (33.33)	8 (24.24)
เพิ่มขึ้น (คน)	18 (54.55)	17 (52.0)	16 (48.48)

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่งก่อน และหลังการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ พบว่าค่าความสามารถในการเพ่งจากความเข้มความเข้มแสงน้อย ความเข้มแสงปานกลาง และ ความเข้มแสงมากไม่เปลี่ยนแปลงคิดเป็นร้อยละ 15.15 ร้อยละ 15.15 และร้อยละ 27.27 ตามลำดับ ความสามารถในการเพ่งที่เปลี่ยนแปลงลดลงคิดเป็นร้อยละ 30.30 ร้อยละ 33.33 และ ร้อยละ 24.24 ตามลำดับ และ ค่าความสามารถในการเพ่งที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 54.55 ร้อยละ 52.0 และร้อยละ 48.48 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความสามารถในการเพ่งก่อนและหลังการใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ (จำนวน=33 คน)

ค่าความสามารถในการเพ่ง	แสง			p-value
	50 ลักซ์	300 ลักซ์	600 ลักซ์	
ก่อนทดลอง (Mean rank)	3.88	2.53	3.20	
หลังทดลอง (Mean rank)	4.58	3.02	3.80	< 0.01 [a]
ก่อน-หลังทดลอง (p-value)	0.56 [b]	0.24 [b]	0.24 [b]	

a: Friedman test, b: the Wilcoxon signed - ranks test

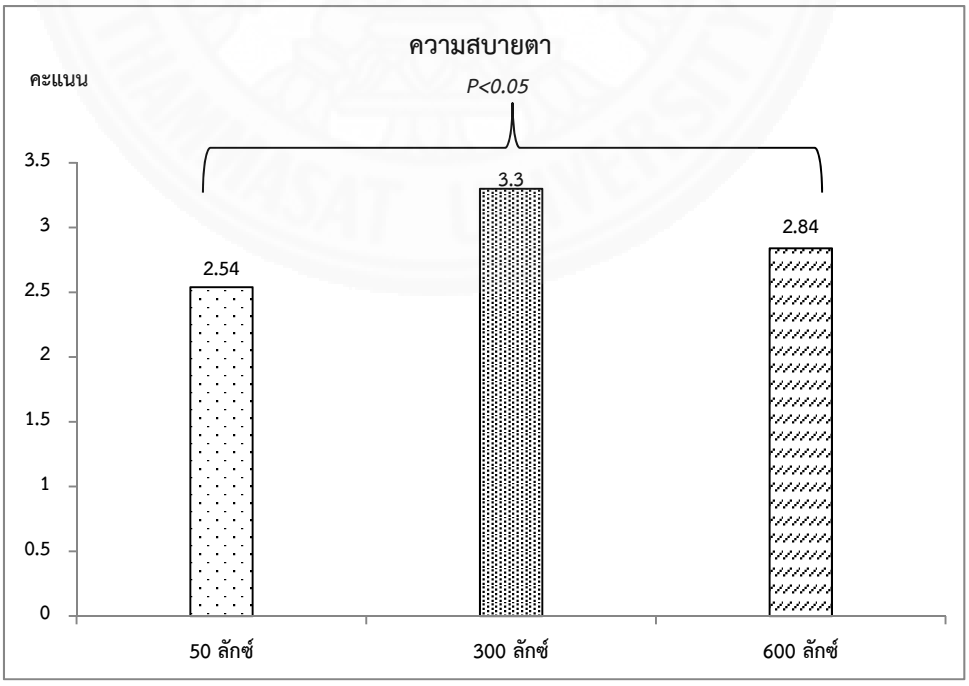
ตารางที่ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่งก่อน และหลังการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ พบว่าเมื่อทดลองค่าความสามารถในการเพ่งในความเข้มความเข้มแสงน้อย ความเข้มแสงปานกลาง และ ความเข้มแสงมาก ค่าความสามารถในการเพ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อหาความแตกต่างรายคู่พบว่าค่าความสามารถในการเพ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Ref. code: 25605562300037DYG

4.2.4.2 ความสบายตา

ความสบายตาในขณะทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ เมื่อทดสอบค่าการกระจายพบว่ามีการกระจายเป็นปกติจึงใช้สถิติ One-way ANOVA ทดสอบพบว่า F (2, 64) = 5.70 (p <0.01) จึงปฏิเสธ H_0 สรุปผลการทดสอบ ความสบายตาในแต่ละความเข้มแสงมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ โดย โดยค่าเฉลี่ยความสบายตาในความเข้มแสงน้อยเท่ากับ 2.54 คะแนน (SD = 1.17) ค่าเฉลี่ยความสบายตาในความเข้มแสงปานกลางเท่ากับ 3.39 คะแนน (SD = 1.14) และค่าเฉลี่ยความสบายตาในความเข้มแสงมากเท่ากับ 2.84 คะแนน (SD = 1.00)

โดยเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสบายตาในแต่ละคู่โดยวิธี Bonferroni post-hoc tests พบว่า ค่าเฉลี่ยความสบายตาในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลางสูงกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อทดลองในความเข้มแสงน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) และเมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยความสบายตา ในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลางเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความสบายตาในความเข้มแสงมาก คะแนนความสบายตาในความเข้มปานกลางสูงกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.22) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสบายตาในความเข้มแสงน้อย เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความสบายตาในความเข้มแสงมาก คะแนนความสบายตาในความเข้มแสงน้อยต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.67)

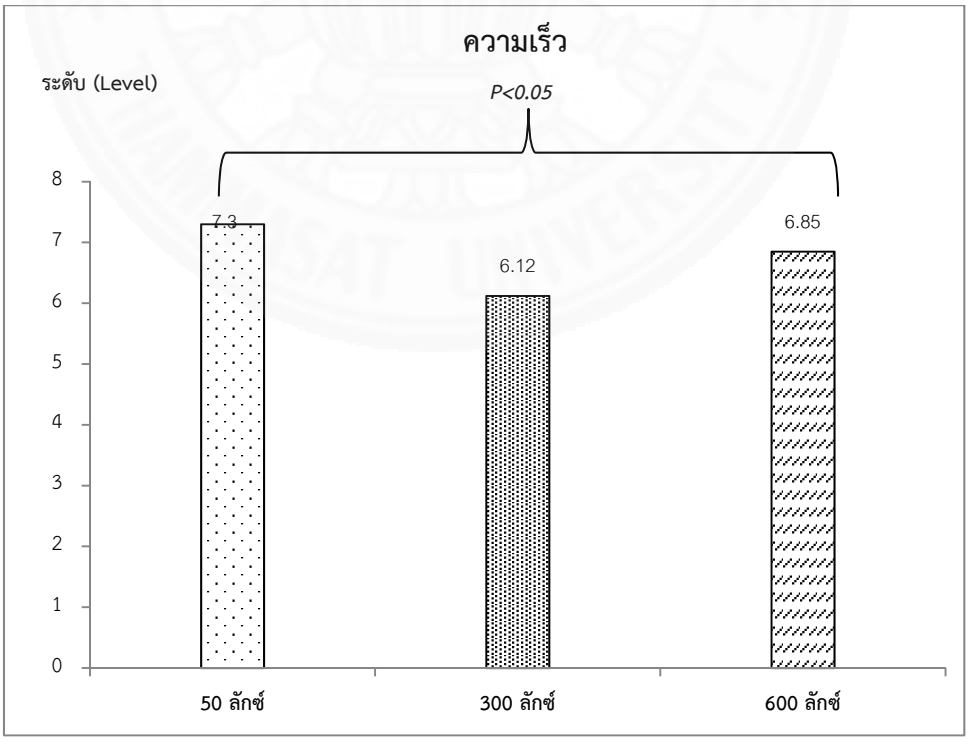


ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงคะแนนความสบายตาขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ

Ref. code: 25605562300037DYG

4.2.4.3 ความเร็ว (ระดับ Level ของเกมส์)

ความเร็วในขณะทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ เมื่อทดสอบค่าการกระจายพบค่ามีการกระจายเป็นปกติจึงใช้สถิติ One-way ANOVA ทดสอบพบว่า F (2, 64) = 12.67 โดย ($p< 0.01$) จึงปฏิเสธ H_0 หรือกล่าวได้ว่าการทดสอบความเร็วเฉลี่ยในแต่ละความเข้มแสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ โดย จึงปฏิเสธ H_0 สรุปผลการทดสอบความเร็วในแต่ละความเข้มแสงมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ โดยความเร็วเฉลี่ยในความเข้มแสงน้อยเท่ากับ 7.30 (SD = 1.66) ค่าเฉลี่ยความเร็วในความเข้มแสงปานกลางเท่ากับ 6.12 (SD = 1.96) และค่าเฉลี่ยความเร็วในความเข้มแสงมากเท่ากับ 6.85 (SD = 1.37) เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในแต่ละคู่โดยวิธี Bonferroni post-hoc tests พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลางต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อทดลองในความเข้มแสงน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยความเร็วในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลางเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความเร็วในความเข้มแสงมาก พบว่าความเร็วในความเข้มปานกลางน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.01$) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในความเข้มแสงน้อย เปรียบเทียบกับความเร็วเฉลี่ยในความเข้มแสงมาก พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วในความเข้มแสงน้อยต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.08$)



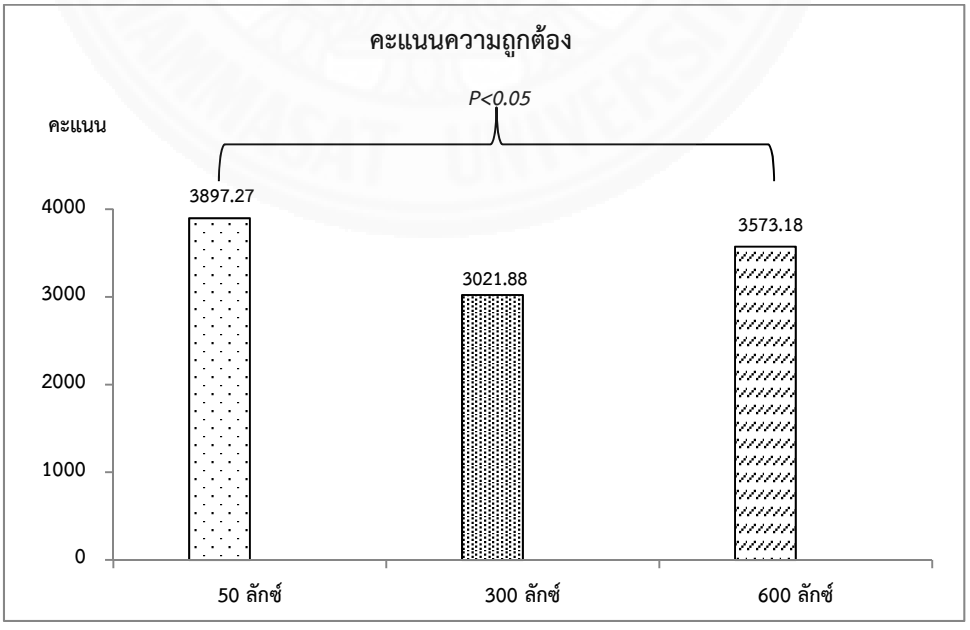
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงระดับความเร็วขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ

Ref. code: 25605562300037DYG

4.2.4.4. ความถูกต้อง (ค่าคะแนนของเกมส์)

ความถูกต้องในขณะทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ เมื่อทดสอบค่าการกระจายพบว่ามีการกระจายเป็นปกติจึงทดสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อใช้สถิติ One-way ANOVA พบว่า F (2, 64) = 12.67 โดย (p <0.01) จึงปฏิเสธ H_0 หรือกล่าวได้ว่าการทดสอบความเร็วเฉลี่ยในแต่ละความเข้มแสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ โดย จึงปฏิเสธ H0 สรุปผลการทดสอบความถูกต้องในแต่ละความเข้มแสงมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ โดย โดยความถูกต้องเฉลี่ยในความเข้มแสงน้อยเท่ากับ 3897.27 (SD = 1206.00) ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในความเข้มแสงปานกลางเท่ากับ 3021.88 (SD = 1211.45) และค่าเฉลี่ยความถูกต้องในความเข้มแสงมากเท่ากับ 3573.18 (SD = 1058.03)

โดยเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความถูกต้องในแต่ละคู่โดยวิธี Bonferroni Post-hoc Tests พบว่า เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลางต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อทดลองในความเข้มแสงน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) และเมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลางเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความถูกต้องในความเข้มแสงมาก พบว่าความถูกต้องในความเข้มปานกลางต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความถูกต้องในความเข้มแสงน้อยเปรียบเทียบกับความถูกต้องเฉลี่ยในความเข้มแสงมาก พบว่า ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในความเข้มแสงน้อยสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03)

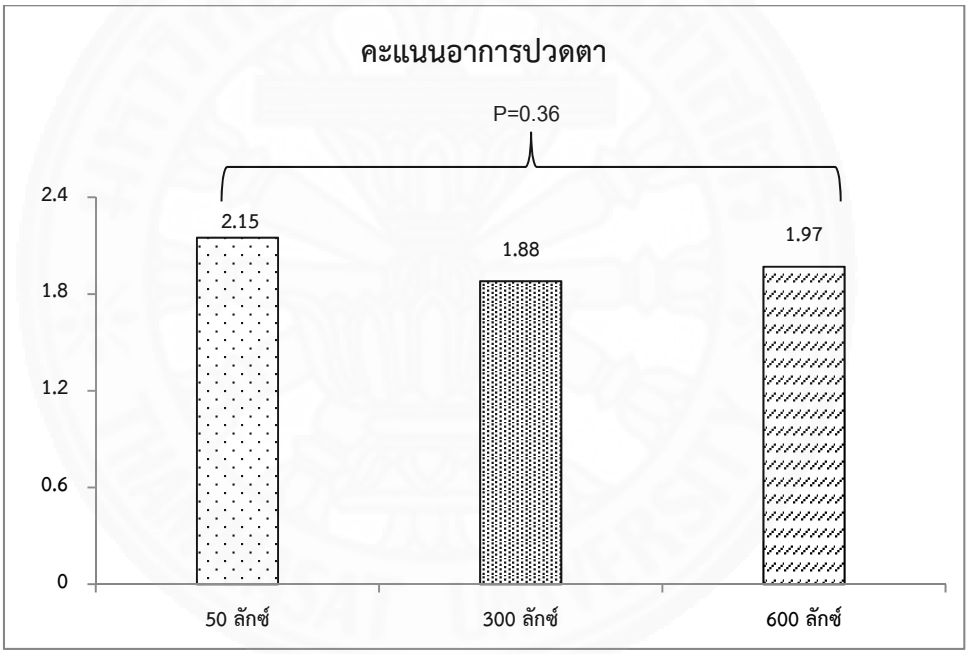


ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงคะแนนความถูกต้องขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ

Ref. code: 25605562300037DYG

4.2.4.5 อาการปวดตา

อาการปวดตาขณะใช้ทดสอบในความเข้มแสง 3 ระดับ โดยสอบถามอาการปวดตาเป็นคะแนนในกลุ่มผู้ร่วมวิจัยทุกคนเพิ่มขึ้น โดยเมื่อทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลพบว่ามีการกระจายไม่เป็นปกติ จึงทดสอบแบบนอนพาราเมตริกด้วยวิธีทดสอบของฟรีดแมน (Friedman test) ทดสอบเปรียบเทียบอาการปวดตาเมื่อใช้ทดสอบในความเข้มแสง 3 ระดับ พบว่าอาการปวดตาแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.363) โดยเมื่อทดสอบในความเข้มน้อยกลุ่มทดลองรายงานอาการปวดตามากที่สุด 2.15 คะแนน รองลงมาคือ เมื่อทดสอบในความเข้มแสงมากคิดเป็น 1.97 คะแนน และ เมื่อทดสอบในความเข้มแสงปานกลาง คิดเป็น 1.88 คะแนน ตามลำดับ



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงคะแนนอาการปวดตาขณะใช้งานในความเข้มแสง 3 ระดับ

4.3 อภิปรายการศึกษาในระยะที่ 1

การศึกษานี้ศึกษาในกลุ่มเด็กนักเรียนที่อยู่ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 1-3 อายุระหว่าง 12-15 ปี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี เขตอำเภอ คลองหลวงซึ่งมีทั้งหมด 3 โรงเรียน จำนวน 450 คน จากโรงเรียน 3 แห่ง พบกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟนจำนวน 460 คน (ร้อยละ94.86) ซึ่งได้ผลคล้ายคลึงกับผลการศึกษาใน

Ref. code: 25605562300037DYG

กลุ่มผู้ใหญ่ในประเทศไทย (73, 106, 107) และ ต่างประเทศ (80, 108-110) และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ปัจจัยด้านเพศ ปัจจัยด้านการใช้งานโดยระยะห่างจากตากับหน้าจอสมาร์ทโฟนน้อยกว่า 34 เซนติเมตร และ ปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟนต่อวันในวันหยุด ตั้งแต่ 2 ชั่วโมงขึ้นไป โดยอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

4.3.1 ปัจจัยด้านเพศ การศึกษานี้พบพบว่า ปัจจัยด้านเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลมากกว่าเพศชาย 3.88 เท่า (aOR=3.88, 95% CI ; 1.38,10.92) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Venkatesh และคณะ (2016) (80) และการศึกษาของ Rahmanและคณะ (2011) ได้ศึกษาภาวะผิดปกติของ Accommodative และ Vergence พบความชุกของภาวะผิดปกติของ Accommodative และ Vergence ในเพศหญิงสูงกว่าเพศชายจึงอธิบายการเกิดความรู้สึกไม่สบายตาในกลุ่มเพศหญิงมากกว่า (111) และ Uchino M และคณะ (2013) พบปัจจัยด้านเพศมีความสัมพันธ์กับโรคตาแห้งซึ่งพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (81) ผลการศึกษานี้แตกต่างกับการศึกษาของ Aswitha Priya Sadagopan และคณะ (2017) ศึกษาความชุกของกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม ในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยที่ใช้โทรศัพท์มือถือในจำนวน 30 คน เพศชาย 15 คน เพศหญิง 15 คน รายงานความชุกของกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรมร้อยละ 83 และ มีอาการตาล้าจำนวน 11 คน จากจำนวน 25 คน (ร้อยละ 44) ซึ่งอธิบายไว้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีจำนวนใกล้เคียงกันระหว่างเพศชายและเพศหญิงจึงทำให้ปัจจัยทางด้านเพศไม่แตกต่างกัน (112) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mario Zovkic และคณะ (2009) (82) นอกจากการใช้งานนระยะเวลาที่นานแล้วมีการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของภาพจากจออิเล็กทรอนิกส์จะต่ำกว่าเมื่ออ่านจากกระดาษพิมพ์อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการกระพริบตา (29, 89) และเมื่อการกระพริบตาลดลงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอาการตาแห้ง (17) ซึ่งเป็นอาการที่พบได้บ่อยในกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล (18, 19, 35)

4.3.2 ปัจจัยด้านระยะห่างจากตากับหน้าจอสมาร์ทโฟน ซึ่งถ้ามีค่าน้อยกว่า 34 เซนติเมตรจะพบความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟนโดยพบมากกว่ากลุ่มที่ใช้งานด้วยระยะห่างมากกว่า 34 เซนติเมตรเป็น 3.57 เท่า (aOR = 3.57; 95% CI; 1.28,9.93) ซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Jeong และคณะ (2010) โดยอธิบายการอ่านหนังสือจากจอมอนิเตอร์ต้องใช้สายตาจ้องมองมากกว่าปกติ ระยะในการอ่านเปลี่ยนแปลงมากกว่าอ่านจากกระดาษ และตาต้องประสานการเคลื่อนไหวทั้งสองตา เมื่อทำงานในระยะใกล้ทำให้กล้ามเนื้อตาต้องเพ่งมาก เพื่อโฟกัสให้มองภาพได้ชัดขึ้นจึงมีผลให้เกิดอาการตาล้าได้เพิ่มมากขึ้น (68) และการศึกษาของฮ่องกงโพลิเทคนิค และรัฐบาลของฮ่องกงได้แนะนำระยะห่างระหว่างตากับสมาร์ทโฟนไม่ควรน้อยกว่า 30 เซนติเมตร (56, 57) และ Damien Paille (2015) แนะนำระยะห่างจากตาขณะใช้สมาร์ทโฟนประมาณ 33.8 เซนติเมตร (58) และควรหยุดพักสายตาเพื่อผ่อนคลายการหดเกร็งของ

Ref. code: 25605562300037DYG

กล้ามเนื้อตา เช่น การพักสายตาระหว่างการใช้งานอุปกรณ์ (46) การเปลี่ยนโฟกัสของดวงตาอย่างน้อยสองครั้งต่อชั่วโมงเพื่อป้องกันตาล้า (46) โดยแนะนำการหยุดพักสายตา 15-20 นาทีเมื่อต้องใช้งานอยู่หน้าจอสมาร์ทโฟนนาน (56) โดยแนะนำขณะใช้งานควรละสายตจากจอสมาร์ทโฟนโดยมองวัตถุที่อยู่ห่างออกไปอย่างน้อย 20 ฟุต นาน 20 วินาที เพื่อลดความเครียดที่กล้ามเนื้อตา (56) จากการศึกษาของ Reddy SC และคณะ (2013) ยังพบว่าการมองวัตถุที่ไกลออกไปขณะใช้งานคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กับการลดลงของการเกิดกลุ่มอาการคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม (p= 0.0008) (77)

4.3.3 ปัจจัยด้านระยะเวลาในการใช้งานต่อวัน มีผลโดยตรงต่อการเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (69) โดยสาเหตุหลักมาจากกล้ามเนื้อ Ciliary และกล้ามเนื้อ Extra ocular ต้องเพ่งทำให้กล้ามเนื้อหดเกร็งเพื่อเพิ่มกำลังของแก้วตาทำให้สามารถมองวัตุระยะใกล้ได้ชัด และจากการศึกษานี้ผู้วิจัยพบว่าการใช้งานสมาร์ทโฟนตั้งแต่ 2 ชั่วโมงต่อวัน ในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์พบความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลสูงถึง 7.34 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้งานน้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน (aOR= 7.34 ,95% CI; 2.99,18.01) ปัจจัยด้านการใช้งานสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประทศของ Hakala และคณะ (2010) ที่ศึกษาในทวีปยุโรปประเทศฟินแลนด์ (69) และ Reddy SC และคณะ (2013) ศึกษาในทวีปเอเชียประเทศมาเลเซีย (77) ซึ่งในแบบสอบถามการใช้งานต่อวันนี้นับชั่วโมงการใช้งานตลอดทั้งวันในวันหยุด และ ในวันทำงานรวมตั้งแต่ 2 ชั่วโมงต่อวัน ผลการศึกษาจึงมีผลทำให้การใช้งานในวันหยุดมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้าเพิ่มขึ้นเพราะมีระยะเวลาในการใช้งานที่ต่อเนื่องกันมากกว่า จึงทำให้เกิดความแตกต่างกันมากของความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตาล้า

4.4 อภิปรายการศึกษาในระยะที่ 2

4.4.1 ค่าความสามารถในการเพ่ง

การเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่งก่อนทดลอง และ หลังทดลองโดยวิธี Minus lenses methods พบว่าค่าความสามารถในการเพ่งความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.01) และเมื่อทดสอบต่อด้วยการทดสอบวิลคอกซัน (the Wilcoxon signed - rank test) ในการทดสอบแต่ละคู่โดยพบว่า ค่าความสามารถในการเพ่งก่อน และ หลังทดสอบ ในความเข้มแสงน้อย ความเข้มแสงปานกลาง และ ความเข้มแสงมากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ผลที่ได้แตกต่างกับการทดลองของ Agnieszka Wolskaa และคณะ (1999) ที่ศึกษาความเข้มของแสง กับ การเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการเพ่ง พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ในการศึกษานี้การวัดความสามารถในการเพ่งถูกประเมินก่อน และ หลังการทดสอบ

Ref. code: 25605562300037DYG

ซึ่งในการทดสอบแต่ละครั้งใช้เวลา 15 นาทีซึ่งเป็นระยะเวลาสั้น ซึ่งมีข้อจำกัดในการทดสอบในกลุ่มเด็กวัยรุ่นตอนต้นซึ่งเป็นกลุ่มเปราะบางจึงใช้เวลาน้อยสุดจากการศึกษาว่ามีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่ศึกษา การวัดค่าความสามารถในการเพ่งนี้ใช้สำหรับวัดการเปลี่ยนแปลงของ Optical power ของลูกตาในขณะที่ตามีภาวะการเพ่ง ซึ่งกำลังขยายของลูกตาจะมีค่าเป็นบวกที่มากขึ้น เมื่อตาต้องใช้กำลังในการขยายมากขึ้นนานเข้าจะเกิดอาการตาล้า เช่น อาการปวดตา ตามัว ตามองเห็นภาพซ้อนได้ ในการทดสอบนี้ใช้วิธีทดสอบคือให้กลุ่มผู้ร่วมวิจัยบอกเมื่อเริ่มเบลอ คือ เริ่มมัว (First blur) และ มัวค้าง (Sustained blur) ซึ่งในกลุ่มเด็กปัจจัยจากผู้ทดสอบเองที่มีผลต่อการแปลผล ได้แก่ ผู้ทดสอบกลัวว่าจะตอบผิด ไม่สามารถจะสื่อสารให้เข้าใจได้ถูกต้องว่า first blur และ sustained blur คืออย่างไร จึงทำให้ผลการทดสอบไม่พบความแตกต่างในการทดสอบ และ ยังมีปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ความชัดลึก (Depth of field) เช่น ความผิดปกติของสายตา (Ocular aberration) และ ขนาดรูม่านตา ซึ่งจะต้องทดสอบเชิงลึกต่อไป (98, 99)

4.4.2 ความสบายตา

โดยการทำงานปกติจอภาพชนิดตัวอักษรมืดบนพื้นสว่าง (Positive polarity) ทำให้เกิดความสบายตามากกว่าจอภาพชนิด Negative polarity (ตัวอักษรสว่างบนพื้นมืด) อย่างไรก็ตามในกรณีที่เป็นห้องทำงานที่ค่อนข้างมืด จำเป็นต้องใช้จอภาพชนิด Negative polarity เพื่อป้องกันไม่ให้ Contrast ของจอภาพลดลง (113) ในการศึกษานี้เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสบายตา พบว่า ค่าเฉลี่ยความสบายตาในการทดลองที่ความเข้มแสงน้อย 50 ลักซ์ (Mean = 2.54 ; SD = 1.17) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความสบายตาในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลาง 300 ลักซ์ (Mean = 3.39; SD = 1.14) และความเข้มแสงมาก 600 ลักซ์ (Mean = 2.84 ; SD = 1.00) และ จากการสอบถามความพึงพอใจขณะทดลองในแสงทั้ง 3 ระดับพบว่า กลุ่มผู้ร่วมวิจัยพอใจเมื่อใช้งานในแสง 300 ลักซ์ (ร้อยละ 42.4) ความเข้มแสงมาก 600 ลักซ์ (ร้อยละ 36.4) และ ความเข้มแสงน้อย 50 ลักซ์ (ร้อยละ 21.2) ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Janosik E และคณะ (2003) โดยแนะนำความเข้มแสงสว่างมากกว่า 200 ลักซ์ ที่สถานีงานคอมพิวเตอร์ สำหรับงานคีย์ป้อนข้อมูลความเข้มแสงสว่าง 300 ลักซ์ พบว่ามีความสะดวกสบายมากที่สุด ในขณะที่ความเข้มแสง 500 ลักซ์ สะดวกสบายสำหรับการพิมพ์ข้อความที่แสดงบนจอภาพคอมพิวเตอร์ (92) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Shun-nan Yang และคณะ (2011) (65) ศึกษาความเข้มแสง กับ การรายงานความไม่สบายตาในการใช้งานสมาร์ทโฟน 3 ชนิดประกอบด้วย Samsung Galaxy S, Samsung Galaxy 2 และ iPhone 4 พบว่า ความเข้มแสงมาก 16000 ลักซ์ มีการรายงานความไม่สบายมากสุด (ร้อยละ18) ตามด้วยความเข้มแสงปานกลาง 500 ลักซ์ (ร้อยละ15) และความเข้มแสงน้อย 50 ลักซ์ (ร้อยละ14) การศึกษานี้เป็นการทดลองในจอภาพชนิดตัวอักษรมืดบนพื้นสว่าง (Positive polarity) เป็นการอ่านคำซึ่งแตกต่างกันกับการศึกษาของผู้วิจัยที่ใช้เกมส์ให้ผู้ร่วมวิจัยเล่น

Ref. code: 25605562300037DYG

เกมส์ โดยเกมส์ที่ใช้ในการทดลองเป็นลักษณะตัวหนังสือสว่างพื้นมืด (Negative polarity) ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในที่มืดมากกว่าสว่างจึงทำให้ผลการศึกษาต่างกันได้

4.4.3 ความเร็ว

ในการศึกษานี้เกมส์ที่ใช้ในการทดลองเป็นลักษณะตัวเกมส์สว่างพื้นหลังมืด (Negative polarity) ซึ่งลักษณะเช่นนี้เหมาะกับการใช้งานในที่มืดมากกว่าสว่าง (114) จึงมีผลให้กลุ่มตัวอย่างเมื่อใช้งานในที่ความเข้มแสงน้อยมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการใช้งานเร็วสุด รองลงมาคือความเข้มแสงมาก และ ความเข้มแสงปานกลาง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Allan G. Rempel (2012) (114) ในการศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร็วในการทดลองที่ความเข้มแสงน้อย 50 ลักซ์ กับค่าเฉลี่ยความเร็วในความเข้มแสงมาก 300 ลักซ์ พบว่าความเร็วในความเข้มแสงมาก 50 ลักซ์ เร็วกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Y. B. Bhagat และ คณะ (2015) ได้ศึกษาผลของแสงกับการตอบสนอง (reaction time) โดยพบว่าความเข้มแสง 20 ลักซ์ ใช้เวลาในการตอบสนองสั้นกว่าความเข้มแสง 340 ลักซ์ (115) และ ผลการศึกษาของผู้วิจัยเมื่อเปรียบเทียบการทดลองความเร็วที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์ กับ ที่ความเข้มแสง 600 ลักซ์ พบว่า ความเร็วที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์ เร็วกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.01$) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Der-Song Lee และ คณะ (2011) ได้ศึกษาเวลาในการค้นหาโดยเปรียบเทียบในแสง 2 ระดับ ในกลุ่มอายุ 18 - 28 ปี โดยลักษณะพื้นหลังเหมือนกับในการวิจัยโดยใช้ตัวหนังสือมืดพื้นสว่าง พบว่าที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์ เวลาในการค้นหา 50.32 วินาที และความเข้มแสงมาก 700 ลักซ์ เวลาในการค้นหา 43.58 วินาที (116) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Shun-nan Yang และคณะ (2011) (52) ศึกษาความเร็วในการอ่านคำในการใช้งานสมาร์ทโฟนในความเข้มแสงปานกลาง 500 ลักซ์ (183 คำต่อวินาที) เปรียบเทียบกับความเข้มแสงน้อย 50 ลักซ์ (177 คำต่อวินาที) พบว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และ การศึกษานี้แตกต่างกับการศึกษาของ Alex R Bowers และคณะ (2001) ซึ่งศึกษาค่าเฉลี่ยความเร็วในการอ่านสูงสุดเมื่อทดลองในความเข้มแสง 600 ลักซ์ เท่ากับ 119 ± 37 วินาที และ ในความเข้มแสง 50 ลักซ์ เท่ากับ 88 ±47 วินาที พบว่าค่าเฉลี่ยในการอ่านประโยคเมื่ออ่านในแสง 600 ลักซ์ ดีกว่าแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.16$) (93) แต่การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในกลุ่มอายุ 60 -85 ปี ซึ่งได้รับการการวินิจฉัยว่ามีระยะเริ่มของโรคเอเอ็มดี หรือโรคจอประสาทตาเสื่อมเนื่องจากอายุ (Age-related macular degeneration ;AMD) ซึ่งกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีโรค และ อายุที่เพิ่มขึ้นจากงานวิจัยรายงานว่ามีผลกับการค่าความสามารถในการเพ่งจะลดลง (50, 98) ซึ่งทำให้การศึกษาแตกต่างกันได้

4.4.4 ความถูกต้อง

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร็วในการทดลองที่ความเข้มแสงทั้ง 3 ระดับพบว่าแสงความเข้มน้อย มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องสูงสุด รองลงมาคือความเข้มแสงมาก และ ความเข้มแสง

Ref. code: 25605562300037DYG

ปานกลาง และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความถูกต้องรายคู่ ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการทดลองที่ความเข้มแสงน้อย 50 ลักซ์เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความความถูกต้องในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลาง 300 ลักซ์ พบว่า ความเร็วในการทดลองที่ความเข้มแสงปานกลาง 300 ลักซ์ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาจอภาพในการประยุกต์การยศาสตร์ในสำนักงานและในโรงพยาบาลพบว่าจอภาพแบบตัวหนังสือสว่างพื้นมืด (Negative polarity) ซึ่งลักษณะจอแบบนี้เหมาะสมกับการใช้งานในห้องค่อนข้างมืดจึงมีผลให้กลุ่มตัวอย่างเมื่อใช้งานในที่ความเข้มแสงน้อย มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการใช้งานสูงสุด (113) แต่แตกต่างกับการศึกษาของ Y.B. Bhagat และ คณะ (2015) ได้ศึกษาผลของความเข้มแสงกับอัตราความผิดพลาด ผลการศึกษาพบว่าความเข้มแสงที่ 20 ลักซ์ กับ ความเข้มแสงที่ 340 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราความผิดพลาด (115) ซึ่งการศึกษานี้มีความแตกต่างทางด้านปัจจัยที่ศึกษา เช่น เป็นการศึกษาในกลุ่มวัยผู้ใหญ่ ซึ่งมีการรับรู้เรื่องการประเมินความล้า และการใช้อุปกรณ์วัดความล้าของตาชนิดเครื่องวัดความถี่ของแสงกะพริบ (Critical flicker fusion frequency) ซึ่งทำให้การศึกษาแตกต่างกันได้ (98, 99)

4.4.5 อาการปวดตา

จากการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ โดยเมื่อประเมินอาการปวดตาในความเข้มแสงน้อย ความเข้มแสงปานกลาง และ ความเข้มแสงมาก พบว่าผู้ร่วมวิจัยมีอาการตาล้าร้อยละ 66.7 ร้อยละ 51.6 และ ร้อยละ 60.6 ตามลำดับ ไม่ว่าผู้ร่วมวิจัยจะใช้งานภายใต้แสงสว่างที่แตกต่างกันอย่างไรอาการปวดตาขณะใช้งานแต่ผลของอาการปวดตาในความเข้มแสง 3 ระดับแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.36$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hans O Richter และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบ Accommodation–vergence หลังการทำงานหลังจากที่ได้รับโหลดกล้ามเนื้อตาในระดับต่ำ อาการปวดตาและความรู้สึกไม่สบายต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในทุกกรณี สรุปได้ว่ากลุ่มผู้ร่วมวิจัยอายุน้อย และ เป็นกลุ่มสุขภาพดีหลังจากที่ได้รับโหลดกล้ามเนื้อตาในระดับต่ำ อาการปวดตาและความรู้สึกไม่สบายการรายงานอาการจึงน้อย (49)

4.4.6 ความพึงพอใจ

จากการทดลองในความเข้มแสง 3 ระดับ โดยเมื่อประเมินความพึงพอใจในการทำงานภายใต้ความเข้มแสง 3 ระดับ กลุ่มผู้ร่วมวิจัยมีความพึงพอใจในการใช้งานภายใต้ความเข้มแสงปานกลางสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 42.4 รองลงมาคือ การใช้งานภายใต้ความเข้มแสงสูงร้อยละ 36.4 การใช้งานภายใต้ความเข้มแสงต่ำร้อยละ 21.2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Allan G. Rempel (2012) (115) และในการศึกษาของ NEC (2015) แนะนำความเข้มแสงที่ใช้ห้องเรียนควรอยู่ระหว่าง 150 – 500 ลักซ์ แต่ไม่ได้ระบุว่าเป็นคำแนะนำสำหรับผู้ใช้งานกลุ่มใด (117)

Ref. code: 25605562300037DYG

4.5 ข้อจำกัดในงานวิจัยระยะนี้

4.5.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ ซึ่งในการศึกษาในระยะที่ 1 เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) ซึ่งเป็นการยากที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลลัพท์ของการเกิดอาการตาล้า

4.5.2 การศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม ในการศึกษานี้ศึกษาอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัลโดยใช้แบบสอบถาม ให้ผู้ร่วมวิจัยตอบเองซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับการเกิดกลุ่มอาการตาล้าใน 1 ปีที่ผ่านมาซึ่งอาจทำให้ผู้ตอบคำถามไม่สามารถจดจำรายละเอียดเกี่ยวกับอาการที่เคยมีมาก่อนได้

4.5.3 การเลือกผู้ร่วมวิจัย โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างครั้งแรกวางแผนสุ่มตัวอย่างจากนักเรียนในห้องเรียน แต่เมื่อเก็บจริงใช้กลุ่มที่สะดวกในการเข้าร่วมวิจัย (Convenience sampling) เพราะทางโรงเรียนมีความจำกัดในเวลาที่ให้เข้าไปเก็บข้อมูล เพราะกลัวรบกวนเวลาเรียนของเด็กนักเรียน ในการเก็บจริงทางโรงเรียนจึงระบุห้องเรียนให้เพื่อให้สามารถเก็บตัวอย่างได้เพียงพอ และ ครบถ้วนในขั้นตอบการวัดสายตา

4.5.4 การประเมินความสามารถในการเพ่ง โดยการวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method เป็นการใช้ความรู้สึกในการทดสอบนี้ใช้วิธีทดสอบโดยให้กลุ่มผู้ร่วมวิจัยบอกเมื่อเริ่มเบลอ คือ เริ่มมัว (First blur) และมัวค้าง (Sustained blur) ซึ่งในกลุ่มเด็กปัจจัยจากผู้ถูกทดสอบเองที่มีผลต่อการแปลผล ได้แก่ กลัวว่าจะตอบผิด อาจไม่สามารถจะสื่อสารให้เข้าใจได้ถูกต้องกับคำว่าเริ่มมัวและมัวค้าง

4.5.5 ระยะเวลาในการทดสอบ เพราะในกลุ่มเด็กมีค่าความสามารถในการโฟกัสสูง โดยจากงานวิจัยที่ศึกษาโดยปกติเด็กจะมีความสามารถในการโฟกัสดี และ จะเริ่มลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น (98, 118) การใช้เวลา 15 นาทีในการทดสอบอาจยังอยู่ในช่วงเวลาที่ความสามารถในการเพ่งยังดี เมื่อเพิ่มระยะเวลามากขึ้นทำให้ระยะเวลาที่ตาต้องปรับโฟกัสเพิ่มมากขึ้น อาจจะทำให้เกิดความแตกต่างในการใช้งานในความเข้มแสงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

Ref. code: 25605562300037DYG

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปัญหาตาล้าและความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น มีการสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบความชุกของกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟนในกลุ่มนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 4 จังหวัดปทุมธานี เขตอำเภอ คลองหลวง 3 โรงเรียน โดยผู้ร่วมวิจัยที่ตอบคำถามในการศึกษาระยะที่ 1 สมบูรณ์ และ ตอบคำถามในส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้งานสมาร์ทโฟน โดยการตอบคำถามอาการตาล้า 1 อาการ ถือว่ามีอาการตาล้า ผลการศึกษาพบเด็กที่มีอาการตาล้าจำนวน 460 คน คิดเป็นร้อยละ 94.84 ซึ่งเป็นอัตราสูงเทียบเท่าผลการศึกษาในกลุ่มผู้ใหญ่ในประเทศไทยและต่างประเทศ กลุ่มอาการตาล้าที่พบบ่อยสุดคือ อาการปวดคอ (ร้อยละ 73.2) รองลงมาคืออาการตาล้า (ร้อยละ 70.3) และกลุ่มอาการเคืองตา (ร้อยละ 60.2) ตามลำดับ ในการศึกษานี้พบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกลุ่มอาการตาล้าจากการใช้สมาร์ทโฟน ได้แก่ ปัจจัยด้านเพศ ปัจจัยด้านการใช้งานโดยระยะห่างจากตากับหน้าจอสมาร์ทโฟนน้อยกว่า 34 เซนติเมตร และ ปัจจัยจากการใช้งานสมาร์ทโฟนต่อวันในวันหยุด ตั้งแต่ 2 ชั่วโมงขึ้นไป ในการศึกษานี้ความเข้มแสงที่เหมาะสมในการใช้งานสมาร์ทโฟน ยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจน แต่จากการสอบถามกลุ่มผู้ร่วมวิจัยในขณะที่ใช้งานในความเข้มแสงทั้ง 3 ระดับ กลุ่มผู้ร่วมวิจัยระบุในการใช้งานที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์ พบว่า มีความสบายตาสุด คะแนนปวดตาน้อยสุด และมีความรู้สึกพึงพอใจที่จะใช้งานในความเข้มแสงนี้มากที่สุด ซึ่งจะต้องศึกษาในเชิงลึกต่อไป

จากการศึกษาพบว่าเด็กใช้สมาร์ทโฟนเป็นระยะเวลานานมากกว่า 2 ชั่วโมงร้อยละ 70-88 ระยะห่างจากอุปกรณ์กับดวงตาขณะใช้งานน้อยกว่า 34 เซนติเมตร และไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมในการใช้งานซึ่งจากการสัมภาษณ์เด็กส่วนใหญ่ ใช้งานสมาร์ทโฟนทุกครั้งก่อนนอน (ร้อยละ 70) และใช้งานในห้องนอน (ร้อยละ 60) ซึ่งธรรมชาติของดวงตาของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ แต่ไม่ว่าการใช้งานภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกันอย่างไรจะพบปวดตาซึ่งเป็นอาการที่พบบ่อยสุดของกลุ่มอาการตาล้าไม่แตกต่างจากผู้ใหญ่ ในกลุ่มเด็กการป้องกันตัวเองยังคงมีจำกัด นอกจากนี้กฎหมายในการใช้งานที่มีอยู่ยังคงใช้เฉพาะสำหรับผู้ใหญ่ที่ทำงานเท่านั้น ไม่เหมาะกับความต้องการ

Ref. code: 25605562300037DYG

ทางสรีรวิทยาของเด็ก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ครู และ ผู้ปกครองควรมีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำในการความรู้ในการใช้งานให้กับเด็ก โดยผู้วิจัยหวังว่าเอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับเด็กและผู้ปกครองในการแนะนำเรื่องเวลาในการใช้งาน การพักสายตาเมื่อใช้งานนานกว่า 2 ชั่วโมงติดต่อกัน ระยะห่างจากอุปกรณ์กับดวงตา การใช้งานในห้องที่มีแสงสว่างที่เหมาะสม จากการศึกษาในความเข้มแสง 50 ลักซ์ พบค่าความสามารถในการเพ่งสูงสุดซึ่งส่งผลให้เด็กเกิดตาล้ามากกว่าความเข้มแสงอื่น ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้แนะนำเด็กไม่ควรเล่นเกมส์ในที่มืดซึ่งจากการศึกษาพบอาการตาล้าในเด็กถึง 22 คน จากจำนวน 33 คน (ร้อยละ 66.67) ค่าความสามารถในการเพ่งในความเข้มแสง 50 ลักซ์ ในเด็กเพิ่มขึ้นภายหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละ 50 ในการทดลองก่อนและหลัง จากการทดลองค่าความสามารถในการเพ่งไม่กลับมาเท่าเดิม ทำให้ตายังคงเพ่งอยู่ตลอดมีผลทำให้ตาล้า ดังนั้นผู้วิจัยแนะนำเกี่ยวกับไม่ควรเล่นเกมส์ในที่มืด

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

5.2.1 การศึกษานี้ระยะที่ 1 เป็นแบบสอบถามการเกิดอาการตาล้าใน 1 ปีที่ผ่านมาซึ่งอาจมีผลกับผู้ร่วมวิจัยด้านการจดจำรายละเอียดเกี่ยวกับอาการที่เคยมีมาก่อนได้ โดยการศึกษาต่อไปแนะนำการเลือกแบบการศึกษาวิจัยเป็นเชิงวิเคราะห์แบบไปข้างหน้า (Cohort studies) หรือ ใช้วิจัยเชิงทดลองในการทำวิจัยต่อไป

5.2.2 การศึกษาครั้งต่อไปแนะนำการปรับเลือกแบบการประเมินเพื่อใช้ประเมินโรคก่อนการตอบแบบสอบถามอาการตาล้า เช่น วิธีตรวจหาเวลาที่น้ำตาคงสภาพ (Tear breakup time) เพื่อเป็นการทดสอบก่อนว่าผู้ร่วมวิจัยไม่ได้มีโรคตาแห้งมาก่อนซึ่งมีผลกับอาการตาล้า (16, 119)

5.2.3 การศึกษาต่อไปแนะนำปรับแบบการประเมินเพื่อใช้ประเมินโรคก่อนการประเมินอาการตาล้า เช่น

5.2.3.1 ใช้วิธีตรวจหาเวลาที่น้ำตาคงสภาพ (Tear breakup time) เพื่อเป็นการทดสอบก่อนว่าผู้ร่วมวิจัยไม่ได้มีโรคตาแห้งที่มีผลกับอาการตาล้า (16, 119) ก่อนการวิจัย

5.2.3.2 การศึกษานี้ระยะที่ 2 แนะนำใช้อุปกรณ์เพื่อประเมินความสามารถในการเพ่งที่เป็น Objective data แทน เช่นเครื่อง Auto Refractor จะได้ค่าที่แม่นยำกว่าการใช้การวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด Minus lens method เพราะเป็นการใช้ความรู้สึก การวัด Auto Refractor โดยเครื่องก่อนจะทำให้ทราบสายตาที่แท้จริง ซึ่งในกลุ่มที่มีสายตาสั้น หรือ สายตายาวอยู่ก่อนเล็กน้อย เมื่อทดลองโดยใส่เลนส์เพียงเล็กน้อยจะทำให้เกิดตาล้ากว่าปกติซึ่งผลของตาล้านี้จะไม่ได้มาจากเกมส์ที่ทดลอง แต่เป็นผลจากสายตาของผู้ร่วมวิจัยเอง

Ref. code: 25605562300037DYG

5.2.3.3 การทดสอบโดยการวัดสายตาแบบเลนส์ชนิด minus lens method ใช้วิธีทดสอบโดยให้กลุ่มผู้ร่วมวิจัยบอกเมื่อเริ่มเบลอ คือ เริ่มมัว (first blur) และ มัวค้าง (sustained blur) ซึ่งในกลุ่มเด็กปัจจัยจากผู้ถูกทดสอบเองที่มีผลต่อการแปลผล ได้แก่ กลัวว่าจะตอบผิด อาจไม่สามารถจะสื่อสารให้เข้าใจได้ถูกต้องกับคำว่า first blur และ sustained blur

5.2.3.4 ปรับเพิ่มเวลาในการทดสอบเพราะจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าในกลุ่มเด็กค่าความสามารถในการเพ่งจะสูง และ จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (99, 119) ดังนั้นการใช้เวลาในการทดลอง 15 นาที ในการทดสอบตาของเด็กอาจยังอยู่ในช่วงเวลาที่ความสามารถในการเพ่งยังดีสามารถปรับเพิ่มไปได้เรื่อยๆ เมื่อเพิ่มระยะเวลามากขึ้นทำให้ระยะเวลาที่ตาต้องเพ่งมากขึ้น อาจจะทำให้เกิดความแตกต่างในการใช้งานในความเข้มแสงได้ชัดเจนขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้งานสมาร์ทโฟน

5.3.1 ขณะใช้งานสมาร์ทโฟนควรให้ระยะห่างจากตากับหน้าจอสมาร์ทโฟนมากกว่า 34 เซนติเมตรเพื่อลดต้องเพ่งของกล้ามเนื้อตาป้องกันการเกิดกลุ่มอาการตา

5.3.2 ระยะเวลาในการใช้งานสมาร์ทโฟนไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมงต่อวัน ควรพักสายตาระหว่างการใช้งานสมาร์ทโฟนอย่างน้อย 15-20 นาที (46, 56) เพื่อลดการเพ่งของตาป้องกันการเกิดกลุ่มอาการตาล้า การพักเบรคโดยใช้สูตร 20-20-20 (56)

5.3.3 ขณะใช้งานสมาร์ทโฟนควรกระพริบตาบ่อยขึ้นเมื่อต้องจ้องหรือใช้สายตานานๆ เพื่อลดอาการตาแห้ง (46)

5.3.4 หยอดน้ำตาเทียมเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นให้ตา (46)

5.3.4 ในสถานที่ใช้งานความเข้มแสงไม่ควรน้อยกว่า 300 ลักซ์

5.3.5 แนะนำมุมการมองโดยให้หน้าจอโทรศัพท์อยู่ต่ำกว่าระดับสายตาผู้ใช้งานขณะมองลงจากแนวระนาบประมาณ 10 – 15 องศา (45, 46)

5.3.6 เก้าอี้ที่นั่งควรสามารถปรับระดับได้ โดยให้ฝ่าเท้าราบไปกับพื้น และมีที่วางแขนข้อศอกเพื่อลดอาการล้าที่บริเวณมือและแขน (77, 100)

5.3.7 ตรวจวัดสายตาปีละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจเช็คความผิดปกติของสายตาเป็นประจำและ ช่วยป้องกันโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติทางสายตาอื่น (101)

Ref. code: 25605562300037DYG

รายการอ้างอิง

1. Conaway B. Children's vision and the new classroom technology 2012 [updated Jul 30; cited 2015 Aug 9]. [Available from: http://www.webmd.com/eye-health/features/vision-classroom-technology.

2. Jacobs K, Hudak S, McGiffert J. Computer-related posture and musculoskeletal discomfort in middle school students. Work: A journal of prevention, assessment and rehabilitation. 2009;32:275-83.

3. Park C, Park YR. The conceptual model on smart phone addiction among early childhood. International journal of social science and humanity 2014;4(2):147-50.

4. Noack-Cooper KL, Sommerich CM, Mirka GA. College students and computers: Assessment of usage patterns and musculoskeletal discomfort. Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation. 2009;32(3):285-98.

5. ชุลีพร ชมพัฒน์. คนมีปัญหาด้านสายตาจากการใช้สมาร์ทโฟน: ประชาชาติธุรกิจออนไลน์; [อินเทอร์เน็ต].2555 [เข้าถึงเมื่อ10 ก.พ. 2557]. เข้าถึงได้จาก: http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1346298541.

6. ฐาปนวงศ์ ตั้งอุไรวรรณ. จ้องสมาร์ทโฟนทำ "ตาสั้น": มติชน; [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ26 ก.พ. 2557]. เข้าถึงได้จาก: http://www.matichon.co.th

7. สำนักสารนิเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขปี พ.ศ.2553. หมอเตือนเด็กเล่น"สมาร์ทโฟน-แท็บเล็ต" เสี่ยงเป็นโรคสายตาสั้นเทียม;[อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ13 ก.พ. 2555]. เข้าถึงได้จาก: http://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=45525.

8. Boonlert A. ICT usage survey, Thailand national statistical office; [updated 2012 Mar 10; cited 2015 Jun 15]. Available from: http://www.slideshare.net/boonlert/ict-usage-survey-thailand-2554.

9. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสรุปผลที่สำาคัญสำารวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน 2556;[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 21 ส.ค.2557] เข้าถึงได้จาก: http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/icthh56.pdf.

Ref. code: 25605562300037DYG

10. สำนักสถิติเศรษฐกิจและสังคม. สรุปผลที่สี่สำคัญสำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ.2559 [เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: ictsurvey@nso.go.th.

11. แพรวพรรณ สุริวงศ์. สมาร์ทโฟนกับดักทางเทคโนโลยีเด็กไทย: ASTVผู้จัดการออนไลน์; 2558 [เข้าถึงเมื่อ 26 ธันวาคม 2558]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaihealth.or.th/Content/27585-เด็กไทยติด%20'สมาร์ทโฟน'.html.

12. Acharya JP, Acharya I, Waghrey D. A study on some of the common health effects of cell-phones amongst college students. Journal of community medicine and health education. 2013;3(4):1-4.

13. Lavin W, Taptagaporn S, Khruakhorn S. Computer vision syndrome,CVS: one case report in children. Thammasat medical journal. 2015;15(1):1-7.

14. Mangen A, Bente R. Walgermo, Bronnick K. Reading linear texts on paper versus computer screen: effects on reading comprehension. International journal of educational research. 2013;58:61-8.

15. Daley Mike. Digital eye strain report 2015 [Internet].2015 [cited 2015 Jan 10]. Available from: https://www.thevisioncouncil.org/sites/default/files/VC_DigitalEyeStrain_Report2015.pdf.

16. Collier JD, Rosenfield M. Accommodation and convergence during sustained computer work. Optometry - journal of the American optometric association. 2011;82(7):434-40.

17. Portello JK, Mark R, Chu A. Blink rate, incomplete blinks and computer vision syndrome Optometry and vision science. 2013;90(5):482-7.

18. Chakrabarti M. What is computer vision syndrome. Kerala journal of ophthalmology. 2007;19(3):323-8.

19. Blehm C, Vishnu S, Khattak A. Computer vision syndrome: A review. Survey of ophthalmology. 2005;50(3):253-62.

20. Jeffery AR. CVS:Constructing a new approach to visual ergonomics. [Internet] .2006 [cited 2015 Jun 10]. Available from: http://www.optometricmanagement.com/articleviewer.aspx?articleID=71733.

Ref. code: 25605562300037DYG

21. Hakan D, Murat A. Tablet vs. paper: the effect on learners' reading performance. International electronic journal of elementary education. 2012;4(3):441-50.

22. Noyes JM, Garland KJ. Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent? Ergonomics. 2008;51(9):1352-75.

23. Matjaz Divjak, Horst Bischof. Eye blink based fatigue detection for prevention of computer vision syndrome. MVA2009 IAPR conference on machine vision applications; May 20-22, ; Yokohama, Japan. 2009. p. 1-4.

24. Panagiotopoulou G, Christoulas K, Papanckolaou A, Mandroukas K. Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. Applied Ergonomics. 2004;35(2):121-8.

25. Stella C. Chiemeke Member, Iaeng Allen E. Akhahowa, Olajire B. Ajayi. Evaluation of vision-related problems amongst computer users: A case study of university of Benin, Nigeria. Proceedings of the world congress on engineering2007;1.

26. Charpe NA, Vandana K. Computer vision syndrome (CVS): recognition and control in software professionals. Journal of human ecology. 2009;28(1):67-9.

27. Programe Gcs. Understanding computer vision syndrome. [Internet]. 2012 [cited 2014 Aug 21]. Available from: http://www.gunnars.com/b2b/understanding-computer-vision-syndrome-2/.

28. Heiting G, Larry WK. Children and computer vision syndrome: All about vision.com. [updated 2014 Apr; cited 2014 May 10]. Available from: http://www.allaboutvision.com/cvs/children-computer-vision-syndrome.htm.

29. Chu C, Rosenfield M, Joan PK, Jaclyn JA, Juanita GD. A comparison of symptoms after viewing text on a computer screen and hardcopy. Ophthalmic and physiological optics. 2011;31(1):29-32.

30. The vision council. Screens, phones, tablets and more: keeping your eyes safe in a digital age. [Internet]. 2012 [cited 2014 Jan 12]. Available from: http://www.thevisioncouncil.org/sites/default/files/TVCDigitEYEzedReport2013.pdf.

31. Cassavoy L. What Is a Smartphone? About tech: Kustommobile. [Internet]. 2015 [cited 2015 Dec 12]. Available from: www.cellphones.about.com.

Ref. code: 25605562300037DYG

32. Sotoyama M, Bergqvist U, Jonai H, Susumu S. An ergonomic questionnaire survey on the use of computers in schools. Industrial health. 2002;40(2):135-41.

33. Abdelaziz MM. Effects of computer use on visual acuity and colour vision among computer workers in Zaria. European journal of scientific research. 2009;35(1):99-105.

34. Marina C, Linda P, Courtenay H, Karen J. Promoting healthy computer use among middle school students: a pilot school-based health promotion program. Work. 2012;41(1):851-6

35. Zheng Y, Liang H, Hao C, Fan L. Computer vision syndrome: A widely spreading but largely unknown epidemic among computer users. Computers in Human Behavior 2008;24:2026-42.

36. สกาวรัตน์ คุณาวิศรุต. โรคตาที่มากับคอมพิวเตอร์ (Computer vision syndrome, CVS) [อินเทอร์เน็ต]. 2554 [เข้าถึงเมื่อ 15 ต.ค. 2557].เข้าถึงได้จาก: http://haamor.com.

37. Kozeis N. Impact of computer use on children's vision. Hippokratia 2009;13(4):230-1.

38. Nanci H. Digital device use leads to eye strain, even in kids: American association; 2014 [updated 2014Jan; cited 2014 Jun10]. Available from: http://www.aoa.org/Documents/Weekly%20Media%20Monitoring-%20Jan.%2024-Feb.%204,%202014.pdf.

39. Liversedge SP. Fixation disparity during reading: Fusion not suppression. Journal of eye movement research. 2008;2(3):1-7.

40. Seo M. Anatomy of the eyes google: seo lasix tips; 2013 [updated 2014 Oct22; cited 2015 Jan5]. Available from: http://seomamlasik.blogspot.com/2013/10/anatomy-of-eyes-by-seo-lasik-tips.html.

41. Song LD, Hsien KY, Hsuan SI, Yu CC. Effect of light source, ambient illumination, character size and interline spacing on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. Displays. 2011;32(1):1-7.

42. สกาวรัตน์ คุณาวิศรุต. กายวิภาคและสรีรวิทยาของตา [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 28 ต.ค. 2556] .เข้าถึงได้จาก: http://haamor.com.

43. Simaroj P. Pupil. [Internet]. [cited 2015 Jun 15]. [Available from: http://www.google.co.th/url?url=http://med.mahidol.ac.th/eye/sites/default/files/pub

Ref. code: 25605562300037DYG

lic/presentation/Pupil.doc&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=YMcLVYWSJc6uuQS66YLwCw&ved=0CBMQFjAA&sig2=sUpbMS2RrKYQzSRY_Pvgg&usg=AFQjCNG5H1bDAINghq5wEMDGx-CzUV3nAA.

44. สสิธร เทพตระการพร. การมองเห็นและการจัดแสงสว่าง.การยศาสตร์อาชีวอนามัย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2556. p. 128-30.

45. ศรัณย์ ศรีคำ, วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์. คำแนะนำสำหรับผู้ประกอบอาชีพที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์: มูลนิธิสัมมาอาชีวะ[อินเทอร์เน็ต].2556 [เข้าถึงเมื่อ 2 ก.ย. 2557].เข้าถึงได้จาก: http://www.summacheeva.org/index_article_computer.htm.

46. Wimalasundera S. Computer vision syndrome. Galle medical journal. 2006; 11(1):25-9.

47. Kundart J, Momeni HM, Nguyen J, Hayes JR. Comparing binocular vision suppression on an e-reader versus a smartphone. Journal of behavioral optometry. 2012;23/2012(5-6):152-5.

48. Hanho Jeong. A comparison of the influence of electronic books and paper books on reading comprehension, eye fatigue, and perception. The electronic library .2012;30(3):390-408.

49. Richter HO, Crenshaw AG, Lyskov E. Accommodation–vergence performance after low levels of oculomotor load. Scandinavian Journal of work, environment and health. 2007;3:60-7.

50. Abraham LM, Kuriakose T, Sivanandam V, Venkatesan N, Thomas R, Muliyil J. Amplitude of accommodation and its relation to refractive errors. Indian journal of opthalmology. 2005;53(2):105-8.

51. ทันพงษ์ ภู่รักษ์. หน่วยที่ 6 การแสดงผลด้วยจอ LCD ของ Arduino[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 1 ม.ค. 2557]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_6.pdf.

52. Superior smartphone display quality enhances viewing performance and pomfort [Internet]. Pacific university. 2011 [cited 2016Aug 10]. Available from: http://commons.pacificu.edu/coofac/17.

53. Wu HC, Chiu MC, Hong WH, editors. Evaluation of time to visual fatigue for prolonged using a mobile phone. Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA 2015; Melbourne.

Ref. code: 25605562300037DYG

54. Sivaraman V, Rizwana JH, Ramani K, Price H, Calver R, Pardhan S, et al. Near work-induced transient myopia in Indian subject. Clinical and experimental optometry. 2015;98:541-6.

55. Vasudevan B, Ciuffreda KJ. Additivity of near work-induced transient myopia and its decay characteristics in different refractive groups. Investigative ophthalmology and visual science. 2008; 49(2):836-41.

56. The Hongkong polytechnic university. Smart use of E-book. [Internet].2017. [cited 2017 Jun 30]. Available from: https://www.hkedcity.net/cms_files/cmsparent/1001-2000/7f2f117abe20ff2b16e47382ce8cdc61321/smart_use_of_ebook_en.pdf.

57. The government of the Hong Kong special administrative region. E-report.[Internet]. 2017. [cited 2017 Jun 1]. Available from: https://www.studenthealth.gov.hk/english/internet/report/files/e_report.pdf.

58. Paille D. Impact of new digital technologie on posture. International review of ophthalmic optics. 2015;72:1-9.

59. Lai YK, Ko YH, Shieh KK, Lee DS, Yeh YY, Yang TC. Visual performance and visual fatigue of long period reading on electronic paper displays. Journal of ergonomic study 2012;14(2):119-26

60. Te Tari Mahi. Department of labour. Guidelines for using computers Preventing and managing discomfort, pain and injury 2010.

61. Kenneth J. Ciuffreda, Balamurali Vasudevan. Nearwork-induced transient myopia (NITM) and permanent myopia – is there a link? Ophthalmic and Physiological optics. 2008;28:103–14.

62. Bababekova Y, Rosenfield M, Hue JE, Huang R R. Font size and viewing distance of handheld smart phones. Optometry and vision science. 2011;88:795-7.

63. Ankrum DR. Visual ergonomics in the office -guidelines. Occupational health and safety. 1999;68(7):64-74.

64. Kumar AM, Dhumale GB, Ghodke YD, Goyal RC. Computer vision syndrome in engineering students. Australasian medical journal. 2012;5(10):565-8.

Ref. code: 25605562300037DYG

65. Jyoti H, Ashwani K, Prakash SO, Ramesh K, Gaurav K. Computer Vision Syndrome (CVS) - prevention and management. International journal of pharmaceutical chemistry. 2015;2(2):31-9.

66. Logaraj M, Madhu PV, Seetharaman N, Hedge SK. Pracitce of ergonomic principles and computer vision syndrome (CVS) among undergraduates student in Chennai. National journal of medical research. 2013;3(2):111-6.

67. Shen IH, Shieh KK, Chao CY, Lee DS. Lighting, font style, and polarity on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. Displays. 2009;30(2):53-8.

68. Jeong H. A comparison of the influence of electronic books and paper books on reading comprehension, eye fatigue, and perception. 2010;30:390-408.

69. Hakala PT, Saarni LA, Ketola RL, Rahkola ET, Salminen JJ, Rimpela AH. Computer-associated health complaints and sources of ergonomic instructions in computer-related issues among Finnish adolescents: A cross-sectional study. BMC Public Health. 2010;10(11) :1-8.

70. Seegehalli PJ. Digital eye strain reduction techniques: A review. International Journal on computer science and engineering. 2016;8(3):94-100.

71. Australian national university. Excercises to reduce fatigue and strain while working on computers and other sedentary work. Injury prevention branch. 2015 5(1):1-3.

72. Tsubota K. Tear dynamics and dry eye. Progress in retinal and eye research 1998;17(4):565-96.

73. Lertwisuttipaiboon S, Pumpaibool T, Neeser KJ, Kasetsuwan N. Associations of preventive strategies with synptoms of eye strain among Sukhothaithammathirat open university staff in Thailand. Journal of health research. 2016;30(1):33-8.

74. French K, Veys J. In the blink of an eye. Clinical advice. 2007:1-4.

75. Schaefer TM, Schaefer AR, Abib FC, Jose NK. Comparative study of the blinking time between young adult and adult video display terminal users in indoor environment. Arq Bras Oftalmol. 2009;72(5):682-6.

76. Padungkiatsakul P. Phoria; investigation and management [updated 2005 Feb18;cited 2015 May 15]. Available from:

Ref. code: 25605562300037DYG

http://www.apcthai.com/webboard/uploads/Phoria_%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%AD.pdf.

77. Reddy SC, Low CK, Lim YP, Low LL, Mardina F, Nursaleha MP. Computer vision syndrome: a study of knowledge and practices in university students. Nepalese Journal of ophthalmology 2013;5(10):161-8.

78. Rahman ZA. Computer user: demographic and computer related factors that predispose user to get computer vision syndrome. International journal of business, humanities and technology 2011;1 (2):84-91.

79. Ye Z, Abe Y, Kusano Y, Takamura N, Eida K, Takemoto T, Aoyagi K. The influence of visual display terminal use on the physical and mental conditions of administrative staff in Japan. Journal of Physiological Anthropology. 2007;26(2):69-73.

80. Venkatesh HS, Girish TA, Shashikala, Kulkarni P, Mannava S, Rajarathnam R. A study of computer vision syndrome at the workplace - prevalence and causative factors. International journal of contemporary medical research. 2016;3(8):2375-77.

81. Uchino M, Yokoi N, Uchino Y, Dogru M, Kawashima M, Komuro A, et al. Prevalence of dry eye disease and its risk factors in visual display terminal users: the Osaka study. American journal of ophthalmology. 2013;156(4):759-66.

82. Zovkic M, Vrbanec T, Dobsa J. Computer ergonomics in elementary school. In: Tihomir Hunjak, editor. Central European conference on information and intelligent systems; 2011 October 3; Varazdin Croatia: University of Zagreb, Faculty of organization and informatics Varazdin; 2011. p. 1-9.

83. Traci G, Naomi S, Steven S, Robin D, Joseph H, Lawrence S. Supplementary breaks and stretching exercises for data entry operators: A follow-up field study. American journal of industrial medicine. 2007;50(7):519-27.

84. Fraunfelder FT, Sciubba JJ, Mathers WD. The role of medications in causing dry eye. Journal of ophthalmology. 2012:1-9.

85. Logaraj M, Madhupriya V, and Hegde SK. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. Annals of medical and health sciences research 2014;4(2):179-85.

86. Amalia H, Gusti G. Suardana, Artini W. Accommodative insufficiency as cause of asthenopia in computer-using students. Universa medicina. 2010;29(2):78-83.

Ref. code: 25605562300037DYG

87. Katelan S, Lukenda A, Rabati JS, Pavan J, Gotovac M. Dry eye symptoms and signs in long-term contact lens wearers. Collegium Antropologicum. 2013; 37(1):199–03.

88. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. กล้ามเนื้อไอริส สฟิงคเตอร์ และ กล้ามเนื้อไอริส ไดเลเตอร์ [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [เข้าถึงเมื่อ 30 ตค. 2557]. เข้าถึงได้จาก: : http://th.wikipedia.org/

89. Chang PC, Chou SY, Shieh KK. Reading performance and visual fatigue when using electronic paper displays in long-duration reading tasks under various lighting conditions. Displays technology. 2013;34(3):208-14.

90. Takehito K, Shunta S, Nobuhiro I, Tatsuya K, Masaru M. Verification of the minimum illuminance for comfortable reading of an e-paper. Proceedings of the 7th international conference on Universal Access in Human-Computer Interaction: applications and services for quality of life - Volume Part III; Las Vegas, NV. 2526441: Springer-Verlag; 2013. p. 348-55.

91. Sano S, Kanda T, Uemoto K , Hasegawa A, Kojima T, Miyao M. The effects of illuminance on visibility of reading tablet devices and e-paper. SID symposium digest of technical papers. 2012;43(1):1186-9.

92. Janosik E, Grzesik J. Influence of different lighting levels at workstations with video display terminals on operators' work efficiency. Medycyna pracy. 2003;54(2):123-32.

93. Bowers AR, Meekt C, VoRoM NS. Illumination and reading performance in age-related macular degeneration. Clinical and experimental optometry. 2001;84(3):139-47.

94. สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. คู่มือการตรวจวัดและประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงาน ความร้อน แสงสว่าง และเสียง [อินเทอร์เน็ต]. 2551 [เข้าถึงเมื่อ 10 ตค. 2556]. เข้าถึงได้จาก: http://she.cpportal.net/tabid/686/articleType/ArticleView/articleId/167/.aspx.

95. Lin PH, Lin YT, Hwang SL, Jeng SC, Liao CC. Effects of anti-glare surface treatment, ambient illumination and bending curvature on legibility and visual fatigue of electronic papers. The journal of display technology 2008;29 25-32.

96. Anshel J, Calif C. Screen for computer vision syndrome. Optometric management. 2012; 47:38 - 41.

Ref. code: 25605562300037DYG

97. KT-optic. ความรู้เบื้องต้นการวัดความสามารถในการมองเห็นของสายตา (Visual Acuity) Google: KT-optic [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [เข้าถึงเมื่อ 10 ตค. 2556]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ktoptic.com

98. Yekta A, Hashemi H, Ostadimoghaddam H, Jafarzadehpur E, Salehabadi S, Sardari S, et al. Amplitude of accommodation and add power in an adult population of Tehran, Iran. Iranian journal of ophthalmology. 2013;25(3):182-89.

99. Moghaddam HM, Jason SN, Cesana BM, Yekta AA, Sedaghat MR. Accommodative amplitude using the minus lens at different near distances. Indian Journal of Ophthalmology. 2017 65(3):221-7.

100. Arif KM, Alam MJ. Computer vision syndrome. Faridpur medical college journal. 2015;10(1):33-5.

101. สิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ. สุขภาพตา. จุลสารวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพออนไลน์. 2557:1-4.

102. โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวง. ข้อมูลนักเรียนโรงเรียน [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 10 ตค. 2558]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thkschool.com/index.php/2014-05-20-18-43-33/2014-06-06-19-01-39.

103. กลุ่มงานสารสนเทศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 10 ตค. 2558]. เข้าถึงได้จาก: https://data.bopp-obec.info/emis/schooldata-view_student.php?School_ID=1013270183&Area_CODE=101704.

104. กลุ่มงานสารสนเทศ สนผ.สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนทีปังกรวิทยาพัฒน์ (มัธยมวัดหัตถสารเกษตร)ในพระราชูปถัมภ์ฯ ปีการศึกษา 2558[อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 10 ตค. 2558]. เข้าถึงได้จาก:https://data.bopp-obec.info/emis/schooldata-view_student.php?School_ID=1013270182&Area_CODE=101704.

105. Ergonomic design procedures Manager, OH&S. [Internet]. 2017 [cited 2018 Jan1]. Available from: https://www.monash.edu/__data/assets/pdf_file/0003/147072/Ergonomic-Design-Procedure-02Feb17.pdf.

106. Vate-U-Lan P, editor Text neck epidemic: a growing problem for smart phone users in Thailand. Proceedings of the twelfth international conference on eLearning for knowledge-based society; 2015; Bangkok Siam technology college, Thailand.

Ref. code: 25605562300037DYG

107. Sornboot J, Phakthongsuk P, Thangtrison S. Prevalence of visual fatigue and its determinants among computer users in the faculty of medicine. Songklanagarind medical journal. 2009;27(2):91-104.

108. Akinbinu TR, YJ. M. Impact of computer technology on health:computer vision syndrome (CVS). Medical practice and reviews. 2014;5(3):20-30.

109. Mahalingam V. Computer vision syndrome among nurses. Journal of nursing education and practice. 2015;1(1):1-5.

110. Chiemeke SC, Akhahowa AE, Ajayi OB. Evaluation of vision-related problems amongst computer users: A Case study of university of Benin, Nigeria. Proceedings of the World Congress on Engineering 2007 Vol I: WCE 2007; . July 2-4,2007;London, U.K.

111. Shantakumari N, Eldeeb R, Sreedharan J, Gopal K. Computer use and vision-related problems among university students in ajman, United arab emirate. Annals of Medical and health sciences research. 2014;4(2):258-63.

112. Sadagopan AP, Manivel R, Marimuthu A, Nagaraj H, Ratnam K, Taherakumar, et al. Prevalence of smart phone users at risk for developing cell phone vision syndrome among college students. Journal of psychology and psychotherapy. 2017;7(3):1-3.

113. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.หน่วยที่ 15 การประยุกต์การยศาสตร์ในสำนักงานและในโรงพยาบาล [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 10 ตค. 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.safety stou.com/UserFiles/File/master205410920unit2015.pdf

114. Rempel AG. Perceptual considerations for displays under varying ambient illumination. : The university of British Columbia (Vancouver); 2012.

115. Bhagat YB, Patil SG, editors. A Literature review on ergonomically study of VDT workstation operators. IETE 46th Mid term symposium “Impact of technology on skill development” MTS- 2015 Special issue of international journal of engineering, economics and management, ISSN: 2319-7927; 2015; New Delhi: India.

116. Lee DS, Ko YH, Shen IH, Chao CY. Effect of light source, ambient illumination, character size and interline spacing on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. Displays. 2011;32(1):1-7.

Ref. code: 25605562300037DYG

117. NEC Display Solutions. How Display brightness affects successful implementation of Digital Signage applications;2015 [cited 2017 Nov.1] Available from: www.nec-display-solutions.com.

118. Heron G, W. Charman N, Schor CM. Age changes in the interactions between the accommodation and vergence systems. Optometry and vision science 2001;78(10):754-62.

119. Rosenfield M. Computer vision syndrome (a.k.a. digital eye strain). Optometry in practice. 2016;17 (1):1-10.

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ก
ใบอนุมัติจริยธรรมการวิจัยในคน

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มธ. ชุดที่3 สาขาวิทยาศาสตร์ โทร.7373
ที่ ศธ. 0516.25/จค ๖๕ **วันที่** ๑๕ มกราคม 2561
เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาการปรับเปลี่ยนชื่อโครงการวิจัย

เรียน นางสาววาสนา พาวิน

ตามที่ท่านได้ส่งโครงร่างการวิจัยเรื่อง "ปัญหาตาล้า และความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสำหรับการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น (Eye strain and appropriate lighting levels on smartphone user in early adolescence)" รหัสโครงร่างการวิจัยที่ 001/2559 เพื่อขอรับการพิจารณาจากคณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มธ. ชุดที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนชื่อโครงการวิจัยตามมติคณะสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ โดยขอปรับเปลี่ยนชื่อเป็น "ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น (EYE STRAIN AND LIGHTING LEVELS FOR EARLY ADOLESCENCE SMARTPHONE USERS)" นั้น

บัดนี้ คณะอนุกรรมการฯ ได้พิจารณาโครงการวิจัยของท่านและมีมติอนุมัติให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการปรับเปลี่ยนชื่อโครงร่างการวิจัยดังกล่าวได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(ศาสตราจารย์ ดร. ประนอม โอทกานนท์)
ประธานคณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มธ. ชุดที่ 3

Ref. code: 25605562300037DYG

AF 01_12

คณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์
อาคารราชสุดา ชั้น 1 ภายในศูนย์วิจัยฯ คณะพยาบาลศาสตร์ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121
โทรศัพท์: 0-2986-9213 ต่อ 7373 โทรสาร: 0-2516-5381 E-mail: ecsctu3@nurse.tu.ac.th

COA No. 104/2559

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่	:	001/2559
ชื่อโครงการวิจัย	:	ปัญหาตาล้า และ ความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น
	:	EYE STRAIN AND APPROPRIATE LIGHTING LEVELS ON SMARTPHONE USER IN EARLY ADOLESCENCE.
ผู้วิจัยหลัก	:	นางสาววาสนา ฬาวิน
หน่วยงาน	:	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะอนุกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ 3 ได้พิจารณาโดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม..... ลงนาม.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ประนอม โอทกานนท์) (อาจารย์ ดร.สารัตน์ วุฒิอาภา)
ประธานคณะอนุกรรมการ อนุกรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 19 พฤษภาคม 2560 **วันหมดอายุ** : 18 พฤษภาคม 2561

กำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า: ครั้งที่ 3: 19 พฤศจิกายน 2560

เอกสารที่คณะอนุกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับประชากร/กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของประชากร/กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ประวัติผู้วิจัย
4) เอกสารเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย เป็นต้นว่า แบบสอบถาม
5) เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เอกสารประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

Ref. code: 25605562300037DYG

AF 01_12

คณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ 3 สาขาวิทยาศาสตร์
อาคารราชสุดา ชั้น 1 ภายในศูนย์วิจัยฯ คณะพยาบาลศาสตร์ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121
โทรศัพท์: 0-2986-9213 ต่อ 7373 โทรสาร: 0-2516-5381 E-mail: ecsctu3@nurse.tu.ac.th

COA No. 104/2559

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ : 001/2559

ชื่อโครงการวิจัย : ปัญหาตาล้า และ ความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น

: EYE STRAIN AND APPROPRIATE LIGHTING LEVELS ON SMARTPHONE USER IN EARLY ADOLESCENCE.

ผู้วิจัยหลัก : นางสาววาสนา ฬาวิน

หน่วยงาน : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะอนุกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ 3 ได้พิจารณาโดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม..... **ลงนาม**.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ประนอม โอทกานนท์) (อาจารย์ ดร.สารีรัตน์ วุฒิอาภา)
ประธานคณะอนุกรรมการ อนุกรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 19 พฤษภาคม 2559 **วันหมดอายุ** : 19 พฤษภาคม 2560

กำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า: ครั้งที่ 1: 19 พฤศจิกายน 2559

เอกสารที่คณะอนุกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับประชากร/กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของประชากร/กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ประวัติผู้วิจัย
4) เอกสารเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย เป็นต้นว่า แบบสอบถาม
5) เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เอกสารประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ข
ข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในปีการศึกษา 2558

ตารางแสดงข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในปีการศึกษา 2558

ข้อมูลนักเรียน	มัธยม 1 (คน)		มัธยม 2 (คน)		มัธยม 3 (คน)		รวม (คน)
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
ธรรมศาสตร์คลองหลวง (103)	270	424	294	396	294	380	2,058
ทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์ (105)	226	157	238	174	210	207	1,212
สวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต (104)	267	327	296	320	272	331	1,813
รวม	763	908	828	890	776	918	5,083

ตารางแสดงข้อมูลโรงเรียน ธรรมศาสตร์คลองหลวง (102)

ชั้น/เพศ	ชาย	หญิง	รวม	ห้องเรียน	สุ่มเก็บ (คน)
ม.1	270	424	694	15	50
ม.2	294	396	690	15	50
ม.3	294	380	674	15	50
รวมมัธยมต้น	858	1,200	2,058	45	150 คน

ตารางแสดงข้อมูลโรงเรียน ทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์ (104)

ชั้น/เพศ	ชาย	หญิง	รวม	ห้องเรียน	สุ่มเก็บ (คน)
ม.1	226	157	383	9	50
ม.2	238	174	412	9	50
ม.3	210	207	417	10	50
รวมมัธยมต้น	674	538	1,212	28	150 คน

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางแสดงข้อมูลโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยรังสิต (103)

ชั้น/เพศ	ชาย	หญิง	รวม	ห้องเรียน	สุ่มเก็บ (คน)
ม.1	267	327	594	14	50
ม.2	296	320	616	14	50
ม.3	272	331	603	14	50
รวมมัธยมต้น	835	978	1,813	42	150 คน

รวมเก็บข้อมูลในนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในระยะที่ 1 ทั้งหมด 150 คน + 150 คน+ 150 คน = 450 คน

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามสำหรับการวิจัย

เรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล
(Digital eye strain syndrome)

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล ในเด็กมัธยมศึกษาชั้นปีที่1-3 ช่วงอายุ12-15ปี ที่ใช้งานสมาร์ทโฟน ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากหนู/ผม ผู้วิจัยจะนำไปใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชาดุษฎีบัณฑิต สาขาปัจจัยปัจจัยมนุษย์ในงานวิศวกรรม และ การยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการทางสายตาและอาการทางร่างกาย ที่มีผลจากการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล

คำตอบที่ได้รับจะไม่มีผลกระทบหรือทำให้หนู/ผม เสียหายแต่อย่างใด การวิจัยครั้งนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากหนู/ผม ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณในความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้ เป็นอย่างสูง

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาว วาสนา ฬาวิน)
นักศึกษาปริญญาปรัชาดุษฎีบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมทางการแพทย์
สาขาปัจจัยปัจจัยมนุษย์ในงานวิศวกรรมและการยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605562300037DYG

No._____

แบบสอบถามเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกับกลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล

(Digital eye strain syndrome)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ❒ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ตรงตามความเป็นจริง

1. หมายเลขประจำตัว _____

2. อายุ _____ปี

3. เพศ ❒ ชาย ❒ หญิง

4. น้ำหนัก _____ กิโลกรัม

5. ส่วนสูง _____ เซนติเมตร

6. โรงเรียน

❒ ธรรมศาสตร์คลองหลวง ❒ ทีปังกรณ์วิทยาพัฒน์ ❒ สวนกุหลาบวิทยาลัยรังสิต

7. ระดับการศึกษา มัธยมศึกษา

❒ ปีที่ 1 ❒ ปีที่ 2 ❒ ปีที่ 3

8. ห้องเรียน ตัวอย่าง 1/5 หรือ 2/4 เป็นต้น

ห้อง _____/_____

9. ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

_____

10. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้

_____

11.คุณมีโรคประจำตัวหรือไม่

❒ ไม่มี ❒ มี

12.คุณมีโรคเกี่ยวกับทางตาหรือไม่

❒ ไม่มี (ให้ข้ามไปข้อ 13) ❒ มี

ถ้ามีโรคทางตาคุณมีโรคอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ โรคตาแห้ง ❒ ภูมิแพ้ที่ตา ❒ อื่นๆ ระบุ.....

Ref. code: 25605562300037DYG

13.คุณมีความผิดปกติเกี่ยวกับสายตาหรือไม่

❒ ไม่มี (ให้ข้ามไปข้อ 14) ❒ มี

ถ้ามีความผิดปกติเกี่ยวกับสายตา คุณมีความผิดปกติอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ สายตาสั้น ❒ สายตายาว ❒ สายตาเอียง ❒ ตาเหล่

14. ถ้าคุณมีความผิดปกติของสายตา คุณใช้อุปกรณ์ช่วยขณะใช้งานให้ชัดเจน หรือไม่

❒ ใช้ ❒ ไม่ได้ใช้

15. คุณใช้อุปกรณ์ช่วยชนิดใด เมื่อใช้งานสมาร์ทโฟน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ ใช้คอนแทคเลนส์ ❒ ใช้แว่นสายตา ❒ อื่นๆ ระบุ.....

16. คุณมีโรคประจำตัวภูมิแพ้ ใช่ หรือ ไม่

❒ ไม่ใช่ ❒ ใช่

17. ความบ่อยของการออกกำลังกาย

❒ ไม่ได้ออกกำลังกาย ❒ 1 ครั้ง/สัปดาห์ ❒ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ ❒ มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์

ส่วนที่ 2 การใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลและสถานีงานของการใช้งานสมาร์ทโฟน

18. ยี่ห้อโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

❒ ไอโฟน (Apple iPhone) โปรดระบุ รุ่น.....

❒ ซัมซุงกาแล็กซี (Samsung Galaxy) โปรดระบุ รุ่น.....

❒ ไอ-โมบาย (i-mobile) โปรดระบุ รุ่น.....

❒ แอลจี (LG) โปรดระบุ รุ่น.....

❒ เอชทีซี (HTC) โปรดระบุ รุ่น.....

❒ ยี่ห้ออื่นๆ โปรดระบุ รุ่น.....

19. ขนาดหน้าจอสมาร์ทโฟนของหนู/ผม (วิธีวัด วัดจากแนวทะแยงถึงขอบจอ เป็นนิ้ว โปรดใส่เฉพาะตัวเลข) _____นิ้ว

20. คุณใช้งานสมาร์ทโฟน ใช่ หรือ ไม่

❒ ไม่ใช่ ❒ ใช่

ถ้าตอบใช่ (จากคำถามข้อ 20) โปรดตอบคำถามต่อไปนี้

21. คำถามเกี่ยวกับการใช้งาน สมาร์ทโฟน

21.1 คุณใช้งานสมาร์ทโฟนมาเป็นเวลา_____ปี

(กรณีตอบ 1ปี 6 เดือน ให้ลง 1.6 ปี ใส่เฉพาะตัวเลข)

21.2 ประมาณเวลาเฉลี่ยที่คุณใช้สมาร์ทโฟนในวันจันทร์-ศุกร์ _____ชั่วโมงต่อวัน

Ref. code: 25605562300037DYG

(กรณีตอบ 30 นาที ให้ลง 0.5 ชั่วโมง ใส่เฉพาะตัวเลข)

21.3 ประมาณเวลาเฉลี่ยที่คุณใช้สมาร์ทโฟนในวันเสาร์-อาทิตย์ _____ชั่วโมงต่อวัน

(กรณีตอบ 30 นาที ให้ลง 0.5 ชั่วโมง ใส่เฉพาะตัวเลข)

21.4 ในช่วงที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟน คุณได้มีการหยุดพักสายตาในระหว่างใช้งานบ้างหรือไม่

❒ ไม่มีการหยุดพักสายตาเลย

❒ มี โดยวิธี_____ครั้งละประมาณ_____นาที จำนวน_____ครั้ง/วัน

21.5 แอพพลิเคชั่นที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟนบ่อยที่สุด

❒ ไม่ได้ใช้งาน ❒ ใช้งาน โปรดระบุ_____

21.6 คุณใช้สมาร์ทโฟน สำหรับทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามความเป็นจริง

การใช้งานสมาร์ทโฟน	ไม่เคยใช้งาน (0)	ใช้งานเป็นบางครั้ง (1)	ใช้งานเป็นประจำ (2)
เล่นไลส์ (line)			
เล่นเฟซบุ๊ก (Facebook)			
ดูรายการผ่านเวปไซด์ต่างๆ			
ส่งเมลล์			
เล่นเกมส์			

22. คุณทำความสะอาดหน้าจอสมาร์ทโฟน บ่อยแค่ไหน

❒ ทุกวัน ❒ 1 ครั้ง/สัปดาห์ ❒ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

❒ เดือนละ1 ครั้ง ❒ น้อยกว่า 1ครั้ง/เดือน ❒ไม่เคยทำ

23. หน้าจอสมาร์ทโฟนมีรอยขีดข่วนหรือไม่

❒ ไม่มีรอยขีดข่วน ❒ มีรอยขีดข่วน

24. คำถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน:

24.1 ขณะใช้งานสมาร์ทโฟนในห้องนอน ตอนกลางวัน เปิดไฟ หรือปิดไฟ

❒ ปิดไฟ ❒ เปิดไฟ

24.2 ทิศทางของแสงในการใช้งาน

❒ แสงส่องจากด้านหน้า ❒ แสงส่องจากด้านหลัง ❒ แสงส่องจากด้านข้าง

24.3 คุณคิดว่า ***ความสว่าง*** ของห้องที่ใช้งานสมาร์ทโฟน

Ref. code: 25605562300037DYG

❒ มีแสงสว่างมากเกินไป ❒ มีแสงสว่างพอดี ❒ มีแสงสว่างน้อยเกินไป

24.4 คุณใช้งานสมาร์ทโฟนในห้องนอนบ่อยแค่ไหน

❒ ไม่เคยใช้งาน ❒ นานๆ ครั้ง ❒ ทุกครั้งก่อนนอน

24.5 ขณะใช้งานในห้องนอนกลางคืน แหล่งกำเนิดแสงสว่าง มาจากไหน

❒ เปิดโคมไฟที่เตียง ❒ เปิดไฟกลางห้องนอน ❒ ปิดไฟ

24.6 หนู/ผม รู้สึกว่ามีแสงสะท้อนที่รบกวนในการมองเห็นบนจอภาพในขณะใช้งานสมาร์ทโฟน

❒ ใช่ ❒ ไม่ใช่

24.7 หนู/ผม รู้สึกว่าตัวอักษณบนจอสมาร์ทโฟนเต้น / กระพริบ หรือไม่

❒ มีการเต้น/กระพริบ ❒ ไม่มีการเต้น/กระพริบ

24.8 สถานที่ที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟนบ่อยที่สุด

❒ โรงเรียน ❒ บ้าน ❒ ในห้องนอน ❒ ร้านเกมส์

24.9 สถานที่ที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟน อยู่ในสภาพแวดล้อม

❒ ห้องพักมีหน้าต่าง ❒ ห้องพักมีแอร์ ❒ ที่โล่งแจ้ง

24.10 สถานที่ที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟน มีอุณหภูมิพอดีกับการใช้งาน เช่น อุณหภูมิไม่ร้อนหรือเย็นเกินไป

❒ ใช่ ❒ ไม่ใช่

25. คำถามเกี่ยวกับสถานีงานของสมาร์ทโฟน

25.1 ระยะห่างจากตาของคุณถึงแป้นพิมพ์สมาร์ทโฟน _____เซนติเมตร

25.2 หน้าจอมีตัวกรองแสงจ้า เช่น กระจกกรองแสง ติดฟิล์มกรองแสง

❒ ไม่มี ❒ มี

25.3 คุณทราบวิธีปรับความสว่างหน้าจอ (Brightness) สมาร์ทโฟน หรือไม่

❒ ไม่ทราบ ❒ ทราบ

25.4 คุณปรับความสว่างหน้าจอ (Brightness) สมาร์ทโฟน หรือไม่

❒ ไม่ใช่ ❒ ใช่

25.5 ถ้าคุณปรับความสว่างของหน้าจอสมาร์ทโฟน (Brightness) แล้ว คุณปรับไประดับใด

❒ ไม่เคยปรับ ❒ สว่างมากที่สุด ❒ สว่างปานกลาง ❒ สว่างน้อยสุด

Ref. code: 25605562300037DYG

26. คุณเคยมีอาการทางสายตา เช่น ตาล้า ระหว่างการใช้งาน หรือ หลังการใช้งาน สมาร์ทโฟนหรือไม่

❒ ไม่เคย ❒ เคย

27. ถ้าคุณเคยมีอาการทางสายตา ระหว่างการใช้งาน หรือ หลังการใช้งาน คุณเคยไปพบแพทย์หรือไม่

❒ ไม่เคย ❒ เคย

คำถามส่วนที่ 3 กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain syndrome) จากการใช้งานสมาร์ทโฟน

28. ขณะใช้งานสมาร์ทโฟนคุณมีอาการใดบ้าง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามความเป็นจริง

ขณะใช้งานสมาร์ทโฟน คุณเคยมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่	**ไม่เคยมีอาการ (0)**	**มีอาการบางครั้ง (1)**	**มีอาการประจำ (2)**
1. อาการปวดตา			
2. อาการแสบตา			
3. อาการเคืองตา			
4.ตาแห้งง่ายเวลาใช้สายตา			
5. น้ำตาไหล			
6. ตามองสู้แสงลำบาก			
7. ตาปรับโฟกัสภาพช้าลงเมื่อมองวัตถุระยะใกล้/ไกล			
8. ปวดศีรษะระหว่างใช้งาน หรือหลังใช้งานสมาร์ทโฟน			
9. ปวดหลัง ไหล่ ระหว่างการใช้งาน หรือหลังการใช้งานสมาร์ทโฟน			
10. ปวดคอ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟน			

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ง
การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามในการวิจัย

แบบสอบถามนี้ส่งให้ผู้ทรงคุณวุติตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยการตรวจสอบความตรงโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ และได้ทำการแปลผลคะแนนเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย (validity) และผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1. ผศ. ดร. สุจินดา จารุพัฒน์ มารุโอ อาจารย์ประจำ โรงเรียนพยาบาลรามาธิบดี คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลพยาบาลรามาธิบดี
2. ผศ.พญ.อนิตา มนัสสากร อาจารย์ประจำภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร. จุฑาสิริ โลหิตรัตนะ อาจารย์พิเศษ สอนนักศึกษาที่วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภายหลังจากได้รับผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยนำไปหาค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาของแบบสอบถาม (Index of item objective congruence; IOC) โดยคำถามทั้งหมดนำค่าที่หาได้มาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างผู้เชี่ยวชาญ

การหาค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC)

สูตรคำนวณ IOC = $\frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด

R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้ค่าเป็น+1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้ค่าเป็น-1

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

Ref. code: 25605562300037DYG

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✔ ลงในช่อง ถ้าคำถามสอดคล้องกับคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล (1)

: ทำเครื่องหมาย ✔ ลงในช่อง ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล (0) หรือไม่

: ทำเครื่องหมาย ✔ และลงในช่อง ถ้าคำถามไม่สอดคล้องกับคำถามเกี่ยวกับคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่ว (1-) บุคคล

การตอบแบบสอบถาม	คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป	ระดับความสอดคล้อง									ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	$IOC = \frac{\sum R}{N}$ R = ผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
		สอดคล้อง (1)			ไม่แน่ใจ (0)			ไม่สอดคล้อง (-1)				
❒ มี ❒ ไม่มี	1. คุณมีโรคประจำตัวหรือไม่	1	1	1							-	3/3=1
❒ มี ❒ ไม่มี	2. คุณมีโรคเกี่ยวกับทางตาหรือไม่	1	1	1							-	3/3=1
❒ โรคตาแห้ง ❒ ภูมิแพ้ที่ตา ❒ อื่นๆ ระบุ.....	3. ถ้ามีโรคเกี่ยวกับทางตาคุณมีโรคอะไรบ้าง	1	1	1							-	3/3=1
❒ มี ❒ ไม่มี	4. คุณมีความผิดปกติเกี่ยวกับสายตาหรือไม่ ข้อ 4 ถ้าตอบว่า ***ไม่มี ข้ามไป*** ตอบข้อ **8**	1	1	1							-	3/3=1
❒ สายตาสั้น ❒ สายตายาว ❒ สายตาเอียง	5.ถ้ามีความผิดปกติเกี่ยวกับสายตา คุณมีความผิดปกติ	1	1	1							-	3/3=1

Ref. code: 25605562300037DYG

❒ ตาเหล่	อะไรบ้าง										
คำถาม ข้อ 6-7 ถามเกี่ยวกับอุปกรณ์ช่วยในการมองเห็น											
❒ ใช่ ❒ ไม่ใช่	6. ถ้ามีความผิดปกติเกี่ยวกับสายตา คุณใช้อุปกรณ์ช่วยขณะใช้งานให้ชัดเจนหรือไม่	1	1				0			ไม่แน่ใจเรื่องสายตาว่ามีผลไหม	2/3=0.67
❒ ใช้คอนแทคเลนส์ ❒ ใช้แว่นสายตา ❒ อื่นๆ ระบุ.....	7. คุณใช้อุปกรณ์ช่วยชนิดใด เมื่อใช้งานสมาร์ทโฟน	1	1				0			ไม่แน่ใจเกี่ยวกับคำถาม	2/3=0.67
❒ มี ❒ ไม่มี	8. คุณมีโรคประจำตัวภูมิแพ้		1	1		0				ไม่แน่ใจเรื่องอาการแพ้	2/3 = 0.67
❒ไม่ได้ออกกำลังกาย ❒1 ครั้ง/สัปดาห์ ❒2-3 ครั้ง/สัปดาห์ ❒มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์	9. ความบ่อยของการออกกำลังกาย	1	1	1						-	3/3 = 1

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

คำถามส่วนที่ 2 ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) รวมเท่ากับ 8.01 / 9 = 0.89

Ref. code: 25605562300037DYG

ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าคำถามสอดคล้องสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน (1)
: ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง (0)ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับคำถามเกี่ยวกับถ้า คำถามสอดคล้องสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน หรือไม่
: ทำเครื่องหมาย ✔และลงในช่อง ถ้าคำถามไม่สอดคล้องกับคำถามเกี่ยวกับถ้าคำถาม (1-) สอดคล้องสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน

การตอบแบบสอบถาม	คำถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน	ระดับความสอดคล้อง									ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	$IOC = \frac{\sum R}{N}$ R = ผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
		สอดคล้อง			ไม่แน่ใจ			ไม่สอดคล้อง				
		(1)			(0)			(-1)				
❒เปิดไฟ ❒ปิดไฟ	1. ขณะใช้งานสมาร์ทโฟนในห้องนอน ตอนกลางวัน เปิดไฟ หรือปิดไฟ	1	1				0				ไม่แน่ใจเกี่ยวกับข้อคำถามส่วนนี้	2/3 = 0.67
❒ แสงส่องจากด้านหน้า ❒ แสงส่องจากด้านหลัง ❒ แสงส่องจากด้านข้าง	2. ทิศทางของแสงในการใช้งานสมาร์ทโฟน	1	1				0				-	2/3 = 0.67
❒ มีแสงสว่างมากเกินไป ❒ มีแสงสว่างพอดี ❒ มีแสงสว่างน้อยเกินไป	3. ความสว่างของห้องที่ใช้งานสมาร์ทโฟน	1		1	0						-	2/3 = 0.67
❒ไม่เคยใช้งาน ❒ทุกครั้งก่อน	4. ความบ่อยการใช้งาน	1	1	1							-	3/3 = 1

Ref. code: 25605562300037DYG

นอน ❒นานๆ ครั้ง	สมาร์ทโฟนในห้องนอน											
❒โคมไฟที่เตียง ❒เปิดไฟกลางห้องนอน ❒ปิดไฟ	5. แหล่งกำเนิดแสงสว่างเมื่อใช้งานในห้องนอนกลางคืน	1	1	1							-	3/3 = 1
❒ ใช่ ❒ ไม่ใช่	6. มีแสงสะท้อนที่รบกวนในการมองเห็นบนจอภาพในขณะใช้งานสมาร์ทโฟน	1	1	1							-	3/3 = 1
❒ ใช่ ❒ ไม่ใช่	7. ตัวอักษรบนจอสมาร์ทโฟนเต้น / กระพริบหรือไม่	1	1				0					2/3 = 0.67
❒โรงเรียน ❒บ้าน ❒ในห้องนอน ❒ร้านเกมส์	8.สถานที่ ที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟนบ่อยที่สุด	1	1	1							-	3/3 = 1
1= ห้องพักมีหน้าต่าง 2=ห้องพักมีแอร์ 3=ที่โล่งแจ้ง	9.สถานที่ ที่ใช้งานสมาร์ทโฟนบ่อยที่สุด? อยู่ในสภาพแวดล้อม (การระบายอากาศ)	1	1				0					2/3 = 0.67
❒ ใช่ ❒ ไม่ใช่	10.อุณหภูมิในห้องที่ใช้งานสมาร์ทโฟนบ่อยที่สุด? มีความพอดี เช่น	1	1	1							-	3/3 = 1

Ref. code: 25605562300037DYG

	อุณหภูมิไม่ร้อน หรือ เย็นเกินไป											

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

คำถามส่วนที่ 3 ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) รวมเท่ากับ 8.35/10 = 0.85

Ref. code: 25605562300037DYG

ส่วนที่ 4 คำถามเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การใช้งานสมาร์ทโฟน

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งานสมาร์ท (1) โฟน

: ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้ (0) งานสมาร์ทโฟน หรือไม่

: ทำเครื่องหมาย ✔และลงในช่อง ถ้าคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน (1-) สมาร์ทโฟน

ระดับการตอบคือ 0 = ไม่เคยใช้งาน 1 = ใช้งานเป็นบางครั้ง 2= ใช้งานเป็นประจำ

วัตถุประสงค์การใช้งานสมาร์ทโฟน	ระดับความสอดคล้อง									ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	$IOC = \frac{\sum R}{N}$ R = ผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	สอดคล้อง (1)			ไม่แน่ใจ (0)			ไม่สอดคล้อง (-1)				
1.ทำการบ้าน	1	1	1							-	3/3 = 1
2.เล่นไลส์	1	1	1							-	3/3 = 1
3.เล่นเฟซบุ๊ก	1	1	1							-	3/3 = 1
4.ดูรายการผ่านเวปไซต์ต่างๆ	1	1	1							-	3/3 = 1
5.ส่งเมลล์	1	1	1							-	3/3 = 1
6.เล่นเกมส์	1	1	1							-	3/3 = 1

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

คำถามส่วนที่ 4 ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) รวมเท่ากับ 6 / 6 = 1

Ref. code: 25605562300037DYG

ส่วนที่ 5 คำถามเกี่ยวกับสถานีงานของสมาร์ทโฟน

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าคำถามสอดคล้องกับสถานีงานของสมาร์ทโฟน (1)

: ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับสถานีงานของสมาร์ท (0)
โฟนหรือไม่

: ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าคำถามไม่สอดคล้องกับสถานีงานของสมาร์ทโฟน (1-)

การตอบแบบสอบถาม	คำถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการใช้งานสมาร์ทโฟน	ระดับความสอดคล้อง									ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	$IOC = \frac{\sum R}{N}$ R = ผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
		สอดคล้อง			ไม่แน่ใจ			ไม่สอดคล้อง				
		(1)			(0)			(-1)				
ระยะห่าง____ เซนติเมตร	1. ระยะห่างจากตาของคุณถึงแป้นพิมพ์สมาร์ทโฟน _____ เซนติเมตร	1	1	1								3/3 = 1
❒ไม่ได้ใช้งาน ❒ใช้งาน โปรดระบุ.....	2. แอพพลิเคชั่นที่คุณใช้งานสมาร์ทโฟนบ่อยที่สุด	1	1	1								3/3 = 1
❒ไม่มี ❒ มี	3.หน้าจอมีตัวกรองแสงจ้า เช่น กระจก กรองแสง ติดฟิล์มกรองแสง	1	1	1								3/3 = 1
❒ไม่ทราบ ❒ทราบ	4.ทราบวิธีปรับความสว่างหน้าจอ	1	1	1								3/3 = 1

Ref. code: 25605562300037DYG

	(Brightness) สมาร์ทโฟน หรือไม่											
❒ไม่ใช่ ❒ใช่	5.คุณปรับความสว่างหน้าจอ (Brightness) สมาร์ทโฟน ใช่ หรือ ไม่	1	1	1								3/3 = 1
❒ ไม่เคยปรับ ❒ สว่างมากที่สุด ❒ สว่างปานกลาง ❒ สว่างน้อยสุด	6.ถ้าคุณปรับความสว่างของหน้าจอสมาร์ทโฟน (Brightness) แล้ว คุณปรับไประดับใด	1	1	1								3/3 = 1
❒ ไม่เคย ❒ เคย	7.คุณเคยมีอาการทางสายตา เช่น ตาล้า ระหว่างการใช้งาน หรือ หลังการใช้งานสมาร์ทโฟน ใช่ หรือ ไม่ใช่	1	1	1								3/3 = 1
❒ ไม่เคย ❒ เคย	8. ถ้าคุณเคยมีอาการทางสายตาระหว่างการใช้งาน หรือ หลังการใช้งาน คุณเคยไปพบแพทย์หรือไม่	1	1	1								3/3 = 1

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

คำถามส่วนที่ 5 ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) รวมเท่ากับ 8/8 = 1

Ref. code: 25605562300037DYG

ส่วนที่ 6 กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain syndrome)

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าคำถามสอดคล้องกับ (1)อาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล)Digital eye strain syndrome)

: ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับ (0)อาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล)Digital eye strain syndrome) หรือไม่

: ทำเครื่องหมาย ✔ลงในช่อง (1-)ถ้าคำถามไม่สอดคล้องกับอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain syndrome)

ระดับการตอบคือ 0 = มีไม่เคยมีอาการ 1 = มีอาการบางครั้ง 2= บ่อยครั้ง

กลุ่มอาการตาล้าจากอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital eye strain syndrome)	ระดับความสอดคล้อง									ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	$IOC = \frac{\sum R}{N}$ R = ผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	สอดคล้อง			ไม่แน่ใจ			ไม่สอดคล้อง				
	(1)			(0)			(-1)				
1. อาการปวดตา	1	1	1								3/3 = 1
2. อาการแสบตา	1	1	1								3/1 = 1
3. อาการเคืองตา	1	1	1								3/3 = 1
4.ตาแห้งง่ายเวลาใช้สายตา	1	1	1								3/3 = 1
5. น้ำตาไหล	1	1	1								3/3 = 1
6. ตามองสู้แสงลำบาก	1	1	1								3/1 = 1
7. ตาปรับโฟกัสภาพช้าลงเมื่อมองวัตถุระยะใกล้/ไกล	1	1	1								3/3 = 1
8. ปวดศีรษะ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งาน	1	1	1								3/3 = 1

Ref. code: 25605562300037DYG

สมาร์ทโฟน											
9. ปวดหลัง ไหล่ ระหว่างการใช้งาน หรือ หลังการใช้งานสมาร์ทโฟน	1	1	1								3/3 = 1
10. ปวดคอ ระหว่างใช้งาน หรือ หลังใช้งานสมาร์ทโฟน	1	1	1								3/1 = 1

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

คำถามส่วนที่ 6 ค่า IOC รวมเท่ากับ 1

ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IOC) ทั้งฉบับรวม

= 0.89 +0.85 +1 +1 +1 /5

= 0.948

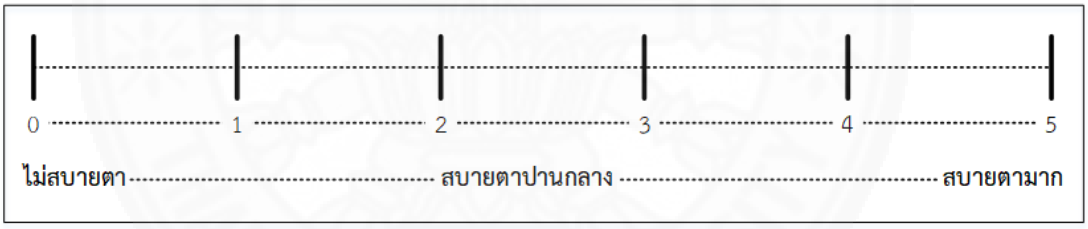
Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก จ
แบบการประเมินในการทดลองระยะที่ 2

1. การประเมินความสบายตาระหว่างการทดลอง

1.1 การประเมินความรู้สึกสบายตา แสง 50 Lux

1.2 การประเมินความรู้สึกสบายตา แสง 300 Lux

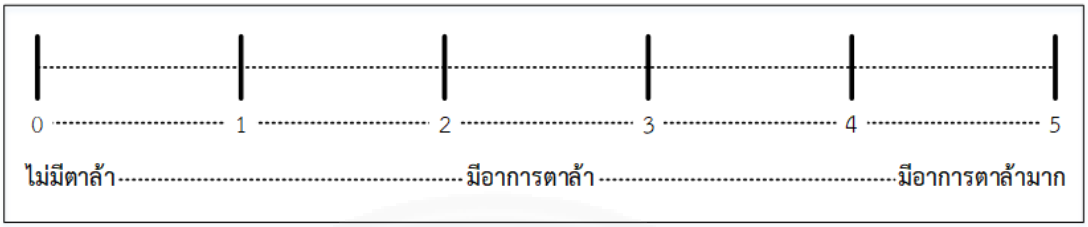


1.3 การประเมินความรู้สึกสบายตา แสง 600 Lux

Ref. code: 25605562300037DYG

2. การประเมินอาการตาล้าระหว่างการทดลอง

2.1 การประเมินอาการตาล้าแสง 50 Lux



2.2 การประเมินอาการตาล้าแสง 300 Lux

2.3 การประเมินอาการตาล้าแสง 600 Lux

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ฉ
การวัดความสามารถในการมองเห็นและการแปรผลการวัดระดับสายตา

1. การวัดความสามารถในการมองเห็นโดยการวัดระดับสายตา (Visual acuity; VA)

การประเมินความสามารถในการมองเห็นขั้นพื้นฐานของตาโดยการวัดระดับสายตา (Visual acuity; VA) ที่ระยะ 6 เมตร (20ฟุต) โดยใช้แผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน (Snellen chart) โดยมีตัวเลขเป็นตัวทดสอบ

1.1 วิธีการวัดระดับสายตาโดยใช้แผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลน การวัดระดับสายตาทีละข้างโดยเริ่มวัดจากใช้ตาเปล่ามองก่อน (VA without correction) โดย

1.1.1 จัดให้ผู้ป่วยนั่งห่างจากแผ่นชาร์ทวัดสายตาสเนลเลนที่ระยะ 6 เมตร (20ฟุต) แนะนำการวัดโดยห้ามโน้มตัวไปข้างหน้าขณะอ่านแผ่นชาร์ทเพราะทำให้ระยะทางคลาดเคลื่อน และห้ามเอียงคอขณะอ่านแผ่นชาร์ท เพราะอาจแอบใช้ตาข้างที่ปกติมาช่วยอ่านแผ่นชาร์ทซึ่งมีผลให้ไม่ได้ค่าสายตาที่แท้จริง

1.1.2 วัดสายตาข้างขวาก่อนโดยใช้แผ่นปิดตาที่มีด้ามจับปิดข้างตาซ้าย

1.1.3 ให้ผู้ร่วมวิจัยเริ่มอ่านตัวเลขทีละแถวโดยเริ่มจากแถวบนสุด โดยเมื่อผู้ร่วมวิจัยอ่านตัวเลขในแถวนั้นๆ ถูกมากกว่าครึ่งให้ผู้ร่วมวิจัยอ่านแถวต่อไปได้ การบันทึกผลการวัดสายตาโดยใช้การอ่านในแถวที่อ่านถูกมากที่สุด และสามารถอ่านถูกมากกว่าครึ่งเป็นหลัก เมื่ออ่านได้ถูกต้องมากกว่าครึ่งหนึ่งของแต่ละแถวให้ผู้ร่วมวิจัยอ่านต่อไปจนอ่านผิดมากกว่าครึ่งหนึ่งในแถวใดแถวหนึ่งหรือไม่สามารถอ่านแผ่นชาร์ทได้เลยให้บันทึกผล

1.1.4 เมื่อวัดสายตาข้างขวาเสร็จ ให้ทำการวัดสายตาข้างซ้ายต่อโดยวิธีเดียวกัน

1.1.5 กรณีผู้ร่วมวิจัยใส่แว่นตาให้วัดสายตาสเนลเลนด้วยตาเปล่าก่อนโดยทำตามขั้นตอน ในข้อ 1.1-1.3 เมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จ ให้วัดสายตาในขณะผู้ร่วมวิจัยสวมแว่นของตนเอง (VA with correction) โดยวัดสายตาที่ระยะ 6 เมตร และเริ่มวัดสายตาตามขั้นตอนต่อตั้งแต่ข้อ 1.1-1.3 ต่อ และบันทึกผล

1.1.6 กรณีใส่ contact lens ให้วัดสายตาสเนลเลนได้เลย โดยทำตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 1.1-1.3 ต่อไป และบันทึกผล

1.1.7 กรณีอ่านได้ไม่ถึงแถวที่ 7 ให้วัดสายตาโดยการมองผ่านรูเล็กๆ (VA with pinhole) โดยทำตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 1.1-1.3 ต่อไป และบันทึกผล

1.2 การวัดสายตาโดยการมองผ่านรูเล็กๆ การวัดสายตาโดยการมองผ่านรูเล็กๆช่วยให้การประสิทธิภาพการมองเห็นดีขึ้น การมองผ่านรูเล็กๆ ทำให้เกิดรูม่านตามีขนาดเล็กลง มีผลทำให้

Ref. code: 25605562300037DYG

ช่วยบีบลำแสงที่ผ่านเข้ามาในตาให้แคบลง และแสงที่ตกบนจอประสาทตาที่ขนาดเล็กลงทำให้เพิ่มความลึกในการโฟกัส มีผลทำให้ภาพที่เห็นความคมชัดมากขึ้น

2. การแปรผลโดยการวัดระดับสายตา

2.1. การแปรผลตัวเลข

2.1.1 ตัวเลขเศษ หมายถึง ระยะห่างจากแผ่นทดสอบสายตาที่ผู้ร่วมวิจัยสามารถอ่านตัวเลขหรือสัญลักษณ์ในแถวนั้นๆได้

2.1.2 ตัวเลขส่วน หมายถึง ระยะห่างจากแผ่นทดสอบสายตาที่คนปกติสามารถอ่านตัวเลขหรือสัญลักษณ์ในแถวนั้นๆได้

2.2 การบันทึกผลการวัดระดับสายตาและการแปลผล

2.2.1 เมื่อกำหนดระยะทางที่ 6 เมตร (20ฟุต) แล้วผู้ร่วมวิจัยวัดสายตาข้างขวาก่อนโดยอ่านตัวเลขแถวที่ 7 ถูกต้องทุกตัวให้บันทึกผลที่ได้ว่ามีระดับสายตาข้างขวาที่ 20 / 20 การแปลผลการอ่านคือ ผู้ร่วมวิจัยสามารถอ่านตัวเลขในแถวนั้นได้ในระยะ 20 ฟุต ในขณะที่คนปกติอ่านได้ในระยะ 20 ฟุต (RE, VA sc 20 / 20; sc = without correction)

2.2.2 กรณีผู้ร่วมวิจัยวัดสายตาโดยการมองผ่านรูเล็กๆ (VA with pinhole) อ่านตัวเลขแถวที่ 7 ได้ 5 ตัวจากจำนวน 7 ตัว ให้บันทึกผลที่ได้ว่ามีระดับสายตาที่ 20 / 20 $^{-2}$ (VA with pinhole) การแปลผลการอ่านคือ ผู้ร่วมวิจัยสามารถอ่านตัวเลขในแถวนั้นได้ในระยะ 20 ฟุต ในขณะที่คนปกติอ่านได้ในระยะ 20 ฟุต เมื่อมองผ่านรูเล็กๆ (pinhole) การบันทึกผลใช้ (VA c PH 20 / 20^{-2}; c PH = with pinhole)

2.2.3 กรณีผู้ร่วมวิจัยอ่านตัวเลขแถวที่ 7 ได้ 5 ตัวจากจำนวน 7 ตัว ให้บันทึกผลที่ได้ว่ามีระดับสายตาที่ 20 / 20 $^{-2}$ การแปลผลการอ่านคือ ผู้ร่วมวิจัยสามารถอ่านตัวเลขในแถวนั้นได้ในระยะ 20 ฟุต ในขณะที่คนปกติอ่านได้ในระยะ 20 ฟุต การบันทึกผลใช้ (VA sc 20 / 20^{-2}; sc = without correction)

2.2.4 กรณีผู้ร่วมวิจัยสวมใส่แว่นสายตา แล้วผู้ร่วมวิจัยอ่านตัวเลขแถวที่ 6 ถูกต้องทุกตัว แต่อ่านตัวเลขได้แถวที่ 7 ได้ 2 ตัวจากจำนวน 7 ตัว ให้บันทึกผลที่ได้ว่า RE มีระดับสายตาที่ 20 / 30 $^{+2}$ การแปลผลการอ่านคือ ผู้ร่วมวิจัยสามารถอ่านตัวเลขในแถวนั้นได้ในระยะ 20 ฟุต ในขณะที่คนปกติอ่านได้ในระยะ 30 ฟุต (VA sc 20 / 30^{+2}; sc = with correction)

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ช
ใบรับรองเครื่องมือวัดแสงและผลการทดสอบเครื่องมือวัดแสง

INTERNATIONAL TESTING SERVICE CO., LTD
1213/388 Ladprao 94 Ladprao Rd. Wangtonglang Bangkok 10310
Tel 0-2559-2095 Fax 0-2559-2096
E-mail : sale@itest-lab.com **web site** : www.itest-lab.com

NSC-TISI-TIS 17025
CALIBRATION 129

CALIBRATION CERTIFICATE

Issued date : 23 June 2016

Client Name : **BOONCHU PRODUCT CO., LTD.**

Address : 28/365 Moo 2, T. Khlongsam, Klongluang, Pathumthani 12120.

Request No : **C-1606 - 401**

Laboratory No.: **CAL - 401**

Date of Request : 22 June 2016.

Date of Calibration : 22 June 2016.

1. Unit Under Calibration (UUC) :

Nomenclature : Digital Light Meter **Serial No. :** S 956099

Maker : ---- **Model** : LX-91 (TES1334)

2. Place of Calibration : Photometry Standard Laboratory, INTERNATIONAL TESTING SERVICE CO., LTD.

3. Range of Calibration : 1 Range

4. Condition of Laboratory : Ambient temperature : 25 ± 2 °C and relative humidity 60 ± 20 %.

5. Reference Standard : Standard Tungsten Halogen Lamp , Serial No.: 504007 , which was calibrated on 24 June 2015, can be traceable to International System of Unit (SI) through National Institute of Metrology (Thailand), Certificate No.: PP-1013-15.

6. Support Equipment :

1. Photometric bench , 6.3 meter long.
2. DC. power supply, Serial No.: EJ 19A 009, Model : GPR-25H 300 , Maker : GW INSTEK.
3. Digital Multimeter , Model : 34401A , S/N : MY44011212 and MY44011215.
4. Foot Candle / Lux Meter , Model : 407026, S/N : Q 558437, Maker : EXTECH.

7. Calibration Procedure :

The measurement was done in accordance with WI-CP-01.The reported uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k = 2, providing a level of confidence of approximately 95 %.

The Results shown in this certification report refer only to the equipment(s) calibrated unless otherwise stated
This Calibration Certificate cannot be reproduced, except in full, without permission of company.

Ref. code: 25605562300037DYG

INTERNATIONAL TESTING SERVICE CO., LTD
1213/388 Ladprao 94 Ladprao Rd. Wangtonglang Bangkok 10310
Tel 0-2559-2095 Fax 0-2559-2096
E-mail : sale@itest-lab.com **web site** : www.itest-lab.com

NSC-TISI-TIS 17025
CALIBRATION 129

Request No : **C-1606 - 401**

Laboratory No.: **CAL - 401** **Serial No.:** S 956099

Results :

UUC Range	Standard (lx)	Unit Under Calibration Reading (lx)	Correction (lx)	Uncertainty of Measurement (± lx)
2000	0	000	0	0.6
	100	104	- 4	1.3 % of Reading
	500	507	- 7	
	1000	1008	- 8	
	1500	1501	- 1	
	2000	1998	+ 2	

Calibration result approved by

(Mr. Yuttana Tholueng)

Approved on behalf of
International Testing Service Co., Ltd

(Mr. Pichit Vivat-Anant)
Managing Director

The Results shown in this certification report refer only to the equipment(s) calibrated unless otherwise stated
This Calibration Certificate cannot be reproduced, except in full, without permission of company.

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ซ

ตารางแสดงผลการทดลองในระยะที่ 2

ตารางเปรียบเทียบค่าผลต่างความสามารถในการเพ่ง

(Delta amplitude of accommodation) จำนวน 33 คน

คนที่	Amplitude of accommodation		Delta	Amplitude of accommodation		Delta	Amplitude of accommodation		Delta
	ก่อน 50 ลักซ์	หลัง 50 ลักซ์	50 ลักซ์	ก่อน 300 ลักซ์	หลัง 300 ลักซ์	300 ลักซ์	ก่อน 600 ลักซ์	หลัง 600 ลักซ์	600 ลักซ์
1	4	4.25	+0.25	3.5	4.5	+1	3.5	3.75	+0.25
2	4.5	4.25	-0.25	7	7.5	+0.5	4.5	5.5	+1
3	6.25	7.75	+1.5	6.5	6.5	0	6.5	6.5	0
4	4.25	4.75	+0.5	3.75	4.5	+0.75	3.75	4.25	+0.5
5	3.75	4.25	+0.5	3.25	4.75	+1.5	3.5	4.25	+0.75
6	4.5	5	+0.5	4.5	4	-0.5	4.5	4.5	0
7	5.5	6.5	+1	6	7	+1	7	6	-1
8	4.5	3.5	-1	4.5	3.5	-1	4.5	5	+0.5
9	4.5	4.5	0	3.5	4.5	+1	4	4.5	+0.5
10	4.5	4	-0.5	4.5	3.5	-1	3.5	2.5	-1
11	6.5	4.5	-2	4.5	3.5	-1	4	4	0
12	6.5	7	+0.5	5	6	+1	6.5	5	-1.5
13	4.25	4.25	0	3.75	3.25	-0.5	3.75	4.25	+0.5
14	6.5	5.5	-1	5	5	0	4	6.5	+2.5
15	7.5	5.5	-2	5.5	4	-1.5	5.5	4.5	-1
16	7.5	7.5	0	6	6.5	+0.5	7.5	7.5	0
17	4.5	6	+1.5	4.5	5.5	+1	5.5	5	-0.5
18	4.5	3	-1.5	2.5	3.5	+1	3.5	4	+0.5
19	3	3.5	+0.5	3	2.5	-0.5	3.5	2.5	-1
20	3.5	3	-0.5	3	3.5	+0.5	3.5	3	-0.5
21	3	2	-1	3.5	3	-0.5	3	4	1
22	4.5	5	0.5	4.5	4.5	0	4.5	5	+0.5

Ref. code: 25605562300037DYG

คนที่	Amplitude of accommodation		Delta	Amplitude of accommodation		Delta	Amplitude of accommodation		Delta
	ก่อน 50 ลักซ์	หลัง 50 ลักซ์	50 ลักซ์	ก่อน 300 ลักซ์	หลัง 300 ลักซ์	300 ลักซ์	ก่อน 600 ลักซ์	หลัง 600 ลักซ์	600 ลักซ์
23	3.5	4.5	+1	2	2.5	+0.5	2.5	3.5	+1
24	7.5	6.5	-1	4.5	5	+0.5	4.5	7.5	+3
25	2.5	3	+0.5	2.5	1.75	-0.75	3	2.5	-0.5
26	3.5	5	+1.5	4	3.5	-0.5	4	4.5	+0.5
27	7.5	8	+0.5	5	5	0	8.5	8.5	0
28	4	4.5	+0.5	4	3.5	-0.5	4	4	0
29	4.5	4.5	0	3	4	+1	4	4	0
30	6.5	7	+0.5	4.5	5	+0.5	4.5	7	+2.5
31	5	5	0	4.5	4.5	0	5	5	0
32	7.5	8	+0.5	7	7.5	+0.5	7	7.5	+0.5
33	4	4.5	+0.5	4	4.5	+0.5	3.5	3.5	0
Mean ±SD			0.06 ±0.91	Mean ±SD		0.15 ±0.75	Mean ±SD		0.27 ±0.99

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางแสดงค่าสบายตาในขณะใช้งานสมาร์ทโฟน จำนวน 33 คน

คนที่	ความสบายตาที่ 50 ลักซ์	ความสบายตาที่ 300 ลักซ์	ความสบายตาที่ 600 ลักซ์
1	1	3	3
2	2	4	2
3	3	5	5
4	4	3	5
5	5	3	3
6	6	5	5
7	7	1	3
8	8	1	5
9	9	2	4
10	10	2	5
11	11	3	5
12	12	4	4
13	13	1	2
14	14	3	3
15	15	3	1
16	16	2	2
17	17	3	4
18	18	1	2
19	19	2	3
20	20	0	1
21	21	3	3
22	22	2	3
23	23	3	3
24	24	2	4
25	25	2	3
26	26	4	5
27	27	2	3
28	28	3	4
29	29	2	4
30	30	1	3
31	31	3	4

Ref. code: 25605562300037DYG

คนที่	ความสบายตาที่ 50 ลักซ์	ความสบายตาที่ 300 ลักซ์	ความสบายตาที่ 600 ลักซ์
32	32	4	3
33	33	2	3
Mean ±SD	2.54 ±1.17	3.39 ±1.14	2.84 ±1.00

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางแสดงคะแนนความเร็ว (Level) ในขณะใช้งานสมาร์ทโฟน จำนวน 33 คน

คนที่	ความเร็วที่ 50 ลักซ์	ความเร็วที่ 300 ลักซ์	ความเร็วที่ 600 ลักซ์
1	7	7	7
2	7	8	6
3	9	9	7
4	7	7	7
5	7	4	6
6	9	6	7
7	7	3	6
8	10	10	10
9	7	8	8
10	4	2	5
11	9	7	8
12	8	7	8
13	6	6	6
14	3	6	6
15	5	3	3
16	6	5	6
17	8	5	6
18	7	5	6
19	8	5	8
20	6	6	6
21	7	7	7
22	7	6	7
23	9	6	7
24	11	10	10
25	8	5	8
26	8	6	8
27	7	7	8
28	8	6	7
29	9	9	6
30	6	4	6
31	7	6	7

Ref. code: 25605562300037DYG

คนที่	ความเร็วที่ 50 ลักซ์	ความเร็วที่ 300 ลักซ์	ความเร็วที่ 600 ลักซ์
32	5	3	5
33	9	8	8
Mean ±SD	7.30 ±1.66	6.12 ±1.96	6.85 ±1.37

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางแสดงคะแนนความถูกต้องในขณะใช้งานสมาร์ทโฟน จำนวน 33 คน

คนที่	ความถูกต้องที่ 50 ลักซ์	ความถูกต้องที่ 300 ลักซ์	ความถูกต้องที่ 600 ลักซ์
1	3800	3850	3900
2	3890	3750	3050
3	4916	4927	3940
4	3863	3080	3785
5	3059	1610	2818
6	4636	2610	3616
7	3266	1138	3158
8	6167	6520	6709
9	3644	3796	4079
10	1779	1000	2447
11	4765	3457	4209
12	3976	3444	3643
13	2963	2540	3019
14	1292	2595	2755
15	2264	1221	1131
16	2946	2151	2655
17	3950	2619	2343
18	3622	2336	3423
19	4452	2461	3569
20	3475	3201	3513
21	3540	3262	3205
22	4000	2849	3643
23	4770	3068	3730
24	7285	5030	6485
25	4167	2315	4167
26	4438	3172	4438
27	3663	3255	3821
28	4306	3054	3913
29	5638	4888	3421
30	3199	2151	2834
31	3408	2871	3731

Ref. code: 25605562300037DYG

คนที่	ความถูกต้องที่ 50 ลักซ์	ความถูกต้องที่ 300 ลักซ์	ความถูกต้องที่ 600 ลักซ์
32	2184	1233	2191
33	5287	4268	4574
Mean	3897.27	3021.88	3573.18
±SD	**±**1206.00	**±**1211.45	**±**1058.03

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางแสดงกลุ่มอาการทางสายตาในขณะใช้งานสมาร์ทโฟน จำนวน 33 คน

อาการขณะใช้งานสมาร์ทโฟน	แสงในระดับต่างๆ (ลักซ์)		
	50 (จำนวน %)	300 (จำนวน %)	600 (จำนวน %)
คันตา	0 (0)	1 (3.0)	2 (6.1)
ปวดศีรษะ	1 (3.0)	1 (3.0)	1 (3.0)
มองภาพเบลอ	0 (0)	1 (3.0)	1 (3.0)
ปวดตา	15 (45.5)	9 (27.2)	10 (30.3)
แสบตา	3 (9.1)	4 (12.1)	0 (0)
น้ำตาไหล	0 (0)	0 (0)	1 (3.0)
เคืองตา	3 (9.1)	1 (3.0)	5 (15.2)
คันตา	0 (0)	1 (3.0)	2 (6.1)
ไม่มีอาการ	11 (33.3)	16 (48.4)	13 (39.4)

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ฌ
วิธีการวัดแสงและขนาดพื้นที่ห้องทดลอง

ขั้นตอนและเทคนิควิธีการวัดแสงสว่าง

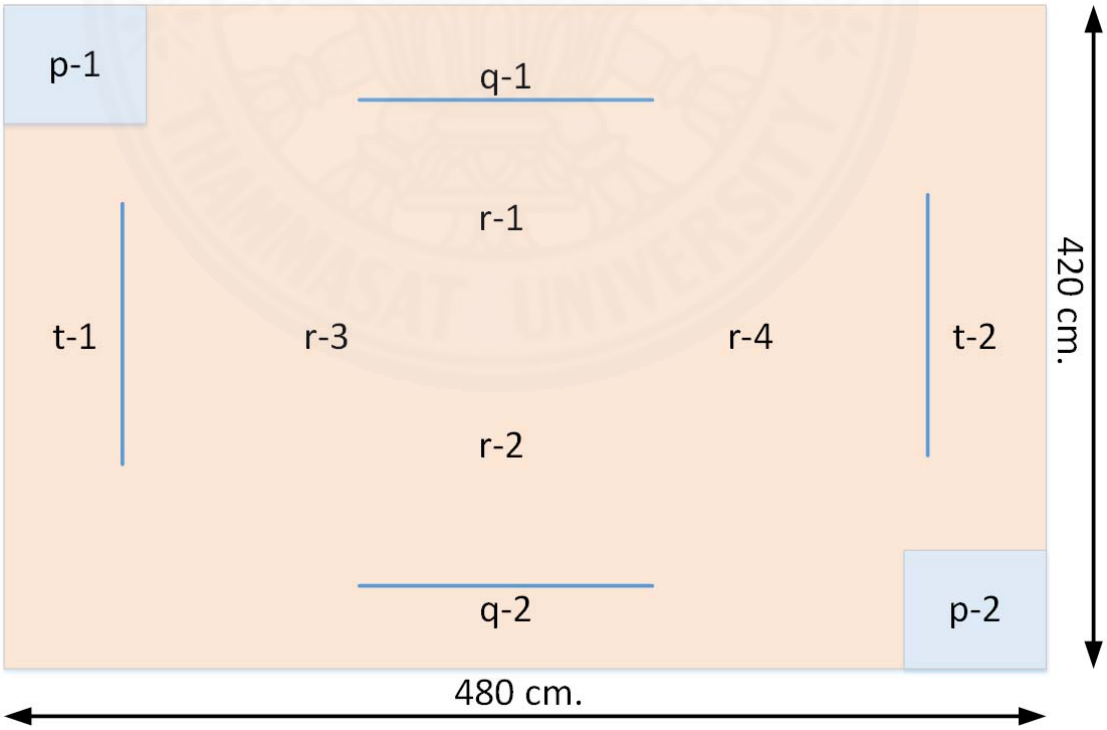
1. ก่อนทำการตรวจวัดแสงสว่างโดยเครื่องวัดค่าแสง (Lux meter) ให้ปิดเครื่องวัดค่าแสงและปิดช่องรับแสงที่เซลรับแสง

2. เปิดเครื่องวัดค่าแสงโดยเครื่องวัดค่าแสงจะต้องอ่านค่าไปที่ศูนย์ (Zeroing) แล้วเปิดช่องรับแสงที่เซลรับแสง

3. ปรับเลือกช่วงของความเข้มแสงสว่างระดับต่างๆที่เครื่องวัดค่าแสง เพื่อให้เครื่องอ่านค่าได้แม่นยำที่สุด

4. วางเซลรับแสงให้อยู่ในระนาบเดียวกับพื้นผิว โดยวางเซลรับแสงประมาณ 5 – 15 นาที แล้วอ่านค่าจากหน้าจอเครื่องวัดค่าแสงและบันทึกผล

ขนาดพื้นที่ห้องที่ใช้ในการทดลอง



ภาพแสดงพื้นที่ห้องที่ใช้ในการทดลอง

Ref. code: 25605562300037DYG

ตารางแสดงค่าแสงที่ตำแหน่งต่างๆในการทดลองที่ 300 และ 600 ลักซ์

Position	300 Lux	600 Lux
r-1	413	425
r-2	460	466
r-3	373	376
r-4	356	370
q-1	315	323
q-2	386	390
t-1	316	319
t-2	254	255
p-1	243	451
p-2	301	304

สูตรที่ใช้ในการหาค่าแสงเฉลี่ยของแสงในห้องทดลอง

$$\text{ค่าแสงเฉลี่ยของห้อง} = \frac{R\,(L-8)\,(W-8) + 8Q\,(L-8) + 8T\,(W-8) + 64P}{WL}$$

โดย R = ค่าเฉลี่ยของค่า r

Q = ค่าเฉลี่ยของค่า q

T = ค่าเฉลี่ยของค่า t

P = ค่าเฉลี่ยของค่า p

L = ความยาวของห้องมีหน่วยเป็นเมตร = 4.8

W = ความกว้างของห้องมีหน่วยเป็นเมตร = 4.2

Ref. code: 25605562300037DYG

ค่าแสงเฉลี่ยของแสงในห้องทดลองขณะทำการทดลองที่ 300 ลักซ์

= (400.5(4.8–8)(4.2–8) + 8(350.5)(4.8–8) + 8(285)(4.2–8) + 64(272)) / (4.2)(4.8)

= (4,870.08 – 8,972.8 – 8,664.0 + 17,408.0) / 20.16

= 4,641.28 / 20.16

= 230.22 Lux

ค่าแสงเฉลี่ยของแสงในห้องทดลองขณะทำการทดลองที่ 600 ลักซ์

= (409.25(4.8–8)(4.2–8) + 8(356.5)(4.8–8) + 8(287)(4.2–8) + 64(377.5)) / (4.2)(4.8)

= (4,976.48 – 9,126.4 – 8,724.8 + 24,160.0) / 20.16

= 11,285.28 / 20.16

= 559.78 Lux

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ญ
สมาร์ทโฟนที่ใช้ในการทดลอง

ยี่ห้อ Samsung

รุ่น Galaxy J7

หน้าจอ เป็นชนิด Super AMOLED (Active Matrix Organic Light Emitting Diode; AMOLED) มีความคมชัดมาก สีสันสดใส แสดงผลสีดำได้คมชัด เร็วในการตอบสนองต่อการสัมผัสมาก และสม่ำเสมอ มีองศาในการมองที่กว้าง ใช้พลังงานน้อยประหยัดพลังงาน มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่แตกต่างกันของสีแดง สีฟ้า สีเขียว

อัตราส่วนของจอภาพ มีขนาด 1,280 x 720 พิกเซล อัตราส่วนหน้าจอเป็น 16 ต่อ 9 (16:9) เปรียบเทียบค่าได้จากการนำค่าของความกว้างกับความสูงมาหารกันตามคือ 1,280/720 เท่ากับ 16/9

ขนาดจอภาพ

การวัดขนาดของหน้าจอแสดงผล วัดจากเส้นทะแยงมุมระหว่างมุมหน้าจอด้านหน้าไปยังอีกด้านหนึ่ง โดย Samsung Galaxy J7 ความยาวของเส้นทะแยงมุม 5.5 นิ้ว เรียกว่ามีหน้าจอขนาด 5.5 นิ้ว

ค่า PPI (Pixel Per Inch) ใช้บอกความละเอียดภาพที่แสดงผลบนหน้าจอแสดงผล ในแง่เม็ดพิกเซลต่อพื้นที่แสดงผลขนาด 1 ตารางนิ้ว Samsung Galaxy J7 หน้าจอความละเอียด 267 ppi หมายถึง ในพื้นที่หน้าจอขนาด 1 ตารางนิ้ว จะมีเม็ดพิกเซลเล็กๆเรียงกัน 267 พิกเซล

สูตรคำนวณหาค่า PPI

ค่า PPI = (Squt (ความกว้าง^2+ ความยาว^2)) / ขนาดหน้าจอ (นิ้ว)

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาคผนวก ฎ
ภาพการทดลอง

ภาพแสดงพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองเล่นเกมส์จับคู่สัตว์

ภาพแสดงการทดลองขณะเล่นเกมส์จับคู่สัตว์ที่ความสว่างของแสง 300 ลักซ์

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาพแสดงการทดลองขณะเล่นเกมส์จับคู่สัตว์ที่ความสว่างของแสง 50 ลักซ์

ภาพแสดงการทดลองขณะเล่นเกมส์จับคู่สัตว์ที่ความสว่างของแสง 600 ลักซ์

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาพแสดงการอธิบายก่อนการวัดค่าความสามารถในการเพ่ง

ภาพแสดงการวัดค่าความสามารถในการเพ่ง

Ref. code: 25605562300037DYG

ภาพแสดงการวัดค่าความสามารถในการเพ่ง

ภาพแสดงการวัดค่าความสามารถในการเพ่ง

Ref. code: 25605562300037DYG

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาววาสนา ฬาวิน
วันเดือนปีเกิด	17 เมษายน 2521
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2543 : พยาบาลศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2553 : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่ง	รักษาการแทนหัวหน้างานการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤต โรงพยาบาลรามาธิดีจักรีนฤบดินทร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
ทุนการศึกษา	ปีการศึกษา 2560 : ทุนวิจัยทั่วไป

ผลงานทางวิชาการ

1. วาสนา ฬาวิน, สสิธร เทพตระการพร, สันทณี เครือขอน.คอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม: กรณีศึกษาในเด็ก 1 ราย. ธรรมศาสตร์เวชสาร;2558: 1-7
2. Wasana Lavin, Sasitorn Taptagaporn, Santhanee Khruakhorn. Computer Vision Syndrome, CVS: one case report in children: IFFS/JSRM International Meeting 2015, Yokohama, Japan (Poster presentation).
3. งานประกันคุณภาพ Kaizen ปี พ.ศ. 2558 คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ประสบการณ์ทำงาน	ปี พ.ศ.2559-ปัจจุบัน รักษาการแทนหัวหน้างานการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤต โรงพยาบาลรามาธิดีจักรีนฤบดินทร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ปี พ.ศ. 2543-2559 พยาบาลหอผู้ป่วยวิกฤตหัวใจ (CCU) คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

Ref. code: 25605562300037DYG