ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่อตาล้า

โดย

จิรัชญา เชียงทอง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก

คณะทัศนมาตรศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2567

EFFECT OF WARM WHITE LIGHT AND COOL WHITE LIGHT ON ASTHENOPIA

BY

JIRATCHAYA CHIENGTHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN CLINICAL OPTOMETRY

FACULTY OF OPTOMETRY

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2024

วิทยานิพนธ์เรื่อง

ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่อตาล้า

โดย

จิรัชญา เชียงทอง

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2567

รศ. นพ. ภฤศ หาญอุตสาหะ ประธานกรรมการสอบ	รศ. พญ. วัฒนีย์ เย็นจิตร กรรมการ
ศ. เกียรติคุณ พญ. สมสงวน อัษญคุณ กรรมการ	ศ. เกียรติคุณ นพ. ยศอนันต์ ยศไพบูลย์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศ. ดร.สื่อจิตต์ เพ็ชร์ประสาน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
31 มีนาคม 2568

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Thesis entitled

EFFECT OF WARM WHITE LIGHT AND COOL WHITE LIGHT ON ASTHENOPIA

by

JIRATCHAYA CHIENGTHONG

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Clinical Optometry

Rangsit University
Academic Year 2024

----------	----------
Assoc. Prof. Prut Hanutsaha, MD.	Assoc. Prof. Watanee Jenchitr, MD.
Examination Committee Chairperson	Member
----------	----------
Prof. Emer. Somsanguan Ausayakhun, MD.	Prof. Emer. Yosanan Yospaiboon, MD.
Member	Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Prof. Suejit Pechprasarn,Ph.D.)
Dean of Graduate School
March 31, 2025

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีเนื่องมาจากได้รับความเมตตาอนุเคราะห์จาก ศ. เกียรติคุณ นพ. ยศอนันต์ ยศไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความเอาใจใส่ช่วยเหลือสนับสนุนจนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อีกทั้งคอยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และคอยให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ขอขอบคุณคณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อำนวยความสะดวกในห้องที่ใช้ทำวิจัย รวมทั้งนักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิต ที่สละเวลาในการเข้าร่วมและให้ข้อมูลในการทำวิจัย

ขอขอบคุณบริษัท ฮอลลีวู้ด อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณคณะทำงานหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก และขอขอบพระคุณ รศ.พญ.วัฒนีย์ เย็นจิตร เป็นอย่างยิ่งที่ให้โอกาสในการศึกษาต่อในระดับการศึกษาปริญญาโท ให้คำแนะนำช่วยเหลือมาโดยตลอดรวมถึงประธานกรรมการ และกรรมการในการสอบที่กรุณาตรวจสอบ ความถูกต้อง รวมถึงให้คำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้หากงานวิจัยฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำวิจัยขออภัย ณ ที่นี้ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

จิรัชญา เชียงทอง
ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6509672 : จิรัชญา เชียงทอง
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่อตาล้า
หลักสูตร : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก
อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. เกียรติคุณ นพ. ยศอนันต์ ยศไพบูลย์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลของแสงสีขาวโทนอุ่น (Warm Light) และแสงสีขาวโทนเย็น (Cool Light) ต่อตาล้า ในผู้ที่มาใช้บริการคลินิกสายตาทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ด้วยการใช้เครื่องมือตรวจ Accommodative microfluctuations (AMFs) และแบบสอบถามประเมินตาล้า (ASQ-17) โดยมีอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า 48 คน อายุเฉลี่ย 24.81 ± 1.63 ปี ทำการสุ่มเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธี Block randomization เพื่อเข้าสู่การทดลอง แบบ Cross-over design แล้วให้อาสาสมัครทำการเล่นเกมส์ในโทรศัพท์เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงโดยที่อาสาสมัครจะได้เข้าร่วมการทดลองทั้งในสภาวะแสงโทนอุ่นและแสงโทนเย็นในช่วงเวลาที่ต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่าในสภาวะแสงสีขาวโทนอุ่น ค่าเฉลี่ย AMFs ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกลุ่ม1 ($p < 0.001$) และ กลุ่ม 2 ($p = 0.025$) ตามลำดับ และพบว่าในสภาวะแสงสีขาวโทนเย็น มีค่าเฉลี่ย AMFs เพิ่มขึ้น ในทั้งสองกลุ่ม แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ค่า AMFs ในแสงโทนเย็น มากกว่าค่า AMFs ในแสงโทนอุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.029$) หรือ การใช้สายตาในแสงโทนเย็นทำให้มีอาการแสดงของตาล้ามากกว่าการใช้สายตาในแสงโทนอุ่น และจากคะแนน ASQ-17 หลังจากการทดลอง มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทั้งสองสภาวะแสง แต่เมื่อพิจารณาจาผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองสภาวะแสง สรุปได้ว่าแสงทั้งสองโทนสีส่งผลต่อความรู้สึกของตาล้าจากคะแนน ASQ-17 ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งคู่ แต่แสงสีขาวโทนอุ่นมีผลในการลดค่า AMFs อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นแสงไฟสีขาวโทนอุ่นอาจเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมต่อการใช้งานภายในห้องที่มีการใช้งานในระยะเวลา 1 ชั่วโมงได้

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 62 หน้า)

คำสำคัญ: ตาล้า, แสงสีขาวโทนอุ่น, แสงสีขาวโทนเย็น, แบบสอบถามประเมินอาการตาล้า, AMFs

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

6509672 : Jiratchaya Chiengthong

Thesis Title : Effect of warm white light and cool white light on asthenopia

Program : Master of Science in Clinical Optometry

Thesis Advisor : Prof. Emer. Yosanan Yospaiboon, MD.

Abstract

The objective of this study was to compare the effects of warm white light and cool white light on asthenopia in participants visiting the Optometry Clinic at Rangsit University. The study evaluated asthenopia using Accommodative microfluctuations (AMFs) measurements and the ASQ-17 questionnaire. A total of 48 participants, who met the inclusion criteria, with an average age of 24.81 ± 1.63 years, were randomly assigned into two groups using the block randomization method. Participants underwent two experimental conditions (warm and cool white light) in a cross-over design, playing mobile games for one hour under each lighting condition in sequence.

The results showed that under the warm light condition, AMFs values were significantly decreased in Group 1 ($p < 0.001$) and Group 2 ($p = 0.025$) respectively. Under cool light condition, AMFs values were increased in both groups but did not reach a significant level. According to the analysis of treatment effect, AMFs values under cool light condition were significantly higher than those under warm light condition ($p = 0.029$). This indicates that cool light has a greater impact on asthenopia than warm light. After each experiment, ASQ-17 scores were significantly increased under both lighting conditions in both groups; nevertheless there was no significant difference between warm and cool white light. In conclusion, both lighting conditions significantly affected asthenopia, as indicated by the increased ASQ-17 scores. However, warm white light demonstrated a statistically significant reduction in AMFs, suggesting that it may be a more suitable option for environments requiring near-vision activities, such as rooms used for one-hour near work.

(Total 62 pages)

Keywords: Asthenopia, ASQ-17, AMFs, Cool white light, Warm white light

Student's Signature …..... Thesis Advisor's Signature .....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ฉ**
สารบัญรูป		**ช**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
	1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	2
	1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	2
	1.5 นิยามศัพท์	2
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**4**
	2.1 ตาล้า (Asthenopia)	4
	2.2 แสง (Light)	14
	2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**20**
	3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	20
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	21
	3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	22
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	28

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**29**
	4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มอาสาสมัคร	29
	4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามตาล้า และ Accommodative microfluctuations	30
	4.3 ผลการทดลอง	31
บทที่ 5	**อภิปรายสรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**35**
	5.1 อภิปรายผล	35
	5.2 สรุปผลการวิจัย	39
	5.3 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม		**40**
ภาคผนวก		**46**
ภาคผนวก ก	แบบบันทึกผลการตรวจ	47
ภาคผนวก ข	เอกสารรับรองโครงการวิจัยโดยคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน(Certificate of Approval)	51
ภาคผนวก ค	หนังสือแสดงเจตนายินยอม 18 ปี ขึ้นไป (Informed Consent Form 18+)	54
ภาคผนวก ง	เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยอายุ 18 ปี ขึ้นไป (Participant Information Sheet 18+)	56
ภาคผนวก จ	เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยสำหรับการวิจัยด้วยแบบสอบถาม (Self-administered Questionnaire)	59
ประวัติผู้วิจัย		**62**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	2
2.1	แสดงแบบสอบถามประเมินอาการตาล้า ASQ-17	9
2.2	แสดงค่าความส่องสว่างในแต่ละพื้นที่	15
2.3	แสดงอุณหภูมิสีสหสัมพันธ์	16
3.1	เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมโครงการวิจัย	22
3.2	แสดงการแบ่งกลุ่มในการทดลอง	24
3.3	แสดงแบบสอบถามที่ดัดแปลงจาก ASQ-17	25
4.1	แสดงข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มอาสาสมัคร	29
4.2	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบถามตาล้า (ASQ-17) ของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม	30
4.3	แสดงค่าเฉลี่ย Accommodative microfluctuations (AMFs) ของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม	30
4.4	แสดงผลต่างของ ASQ-17 และค่า AMFs ในแต่ละช่วงของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม	31

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องวัด Accommodative Microfluctuations (AMFs)	12
2.2	แสดงผลที่ได้จากเครื่อง Auto Refractors-Keratometer : ACOMOREF 2	13
3.1	แสดงการคำนวณจำนวนผู้เข้าร่วมในงานวิจัย โดยใช้โปรแกรม G-power	21
3.2	แผนผังขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	23

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แสงเป็นพลังงานที่ไม่มีมวลแต่มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยมนุษย์สามารถรับรู้แสงที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 400 – 700 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงของแสงที่มองเห็นได้ (Visible Light) แหล่งกำเนิดของแสงสามารถมาจากธรรมชาติ เช่น ดวงอาทิตย์ สิ่งมีชีวิต เช่น แมลงบางชนิด หรือสิ่งประดิษฐ์จากมนุษย์ เช่น หลอดไฟ (คัดคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ, 2563)

การเลือกใช้หลอดไฟที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะในการทำงานในอาคารหรือห้องทำงาน ซึ่งต้องพิจารณาความสว่างและสีของแสงตามมาตรฐานความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่ (ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2561) การเลือกหลอดไฟที่มีความสว่างและสีที่เหมาะสมสามารถช่วยให้การทำงานสะดวกสบายยิ่งขึ้น โดยสีของแสงและระดับความสว่างของหลอดไฟมีผลต่ออารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้ การปรับอุณหภูมิสีของแสงสามารถเปลี่ยนบรรยากาศจากความรู้สึกน่าเบื่อไปเป็นความรู้สึกสดใสและมีพลัง (Hsieh et al., 2020) อย่างไรก็ตาม ความสว่างที่ไม่เพียงพอหรือมากเกินไปสามารถทำให้เกิดตาล้า ปวดตา และมึนศีรษะ (วาสนา พาวิน, 2560)

การศึกษาโดย Chen, Ma, Ye, and Li (2023) พบว่า ความสว่างที่เหมาะสม (500 lux) ร่วมกับอุณหภูมิสีปานกลาง (4000 Kelvin) ช่วยลดตาล้าได้ดีที่สุด แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิสีโทนอุ่น (<3300 K) และโทนเย็น (>5300 K) ที่อาจมีผลกระทบแตกต่างกันต่อตาล้า การศึกษานี้จึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิสีใดที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งานในห้องทำงาน

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาอุณหภูมิสีของหลอดไฟที่มีผลต่อตาล้า โดยมุ่งเน้นการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิสีโทนอุ่นและโทนเย็น เพื่อค้นหาค่าอุณหภูมิสีที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานในห้องทำงาน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นของแสงสีขาวโทนอุ่น(Warm Light) และแสงสีขาวโทนเย็น(Cool Light) ต่อตาล้า

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลของตาล้าก่อนและหลังภายใต้แสงไฟสีขาวโทนอุ่น(Warm Light) และแสงสีขาวโทนเย็น(Cool Light)

1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 โทนของแสงไฟที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อตาล้าแตกต่างกันอย่างไร

1.3.2 โทนแสงไฟแบบใด ที่เหมาะสมกับการทำงานภายในห้องทำงาน

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตารางที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
โทนสีของไฟ - โทนอุ่น (Warm Light) - โทนเย็น (Cool Light)	ตาล้า(Asthenopia) - คะแนนแบบสอบถาม ASQ-17 - ค่าHFC จากเครื่อง Auto Refractors-Keratometer

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.5 นิยามศัพท์

Accommodative Microfluctuations; AMFs คือ สภาวะที่กล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา (Ciliary Muscle) เกิดการหดเกร็งเมื่อมองไปยังวัตถุหนึ่งในช่วงระยะใกล้

Asthenopia คือ ตาล้าร่วมกับ มีการ ปวดหัว ปวดตา ตาพร่ามัว

Asthenopia Survey Questionnaire – 17; ASQ-17 คือ แบบสอบถามประเมินตาล้ามีทั้งหมด 17 ข้อ

Auto Refract-Keratometer คือ เครื่องที่ใช้วัดค่า Accommodative Microfluctuations มีหน่วยเป็น เดซิเบล(dB)

Cool Light คือ แสงไฟสีขาวโทนเย็น เกิดจากหลอดไฟที่มีอุณหภูมิสีของหลอดไฟมากกว่า 5300 เคลวิน

Warm Light คือ แสงไฟสีขาวโทนอุ่น เกิดจากหลอดไฟมีอุณหภูมิสีของหลอดไฟน้อยกว่า 3300 เคลวิน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตาล้า (Asthenopia)

หรือ Eye Strain คือการที่เกิดจากความเมื่อยล้าของตา ปวดบริเวณดวงตา ปวดศีรษะ มักจะรุนแรงขึ้นจากการใช้สายตาในการมองระยะใกล้ มีการวิงเวียนศีรษะ อาการข้างเคียง เช่น คลื่นไส้ กล้ามเนื้อใบหน้ากระตุก และไมเกรน(อาการปวดศีรษะ โดยมักปวดข้างเดียว หรือเริ่มปวดข้างเดียวก่อนแล้วจึงปวดทั้ง 2 ข้าง) (Shariff & Melendez, 2024)

2.1.1 พยาธิสรีรวิทยา (Pathophysiology)

อาการตาล้าเกิดจากการทำงานหนักของกล้ามเนื้อตาและระบบการมองเห็น สาเหตุหลักมาจากการใช้สายตาในระยะใกล้เป็นเวลานาน เช่น การอ่านหนังสือ การใช้คอมพิวเตอร์ หรือการเล่นโทรศัพท์มือถือ การทำงานเหล่านี้ทำให้เกิดการเพ่ง (Accommodation) และการรวมภาพ (Convergence) จากการใช้กล้ามเนื้อตา (Ciliary Muscle) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานาน อาจนำไปสู่ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อตา

นอกจากนี้ การสัมผัสกับแสงที่ไม่เหมาะสมหรือการใช้สายตาในสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้อต่อการมองเห็นยังสามารถกระตุ้นให้เกิดอาการตาล้าได้ เนื่องจากในสภาวะที่มืดเกินไป รูม่านตาจะเกิดการขยาย ภาพที่เห็นจะเบลอ ไม่คมชัด ส่งผลให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากขึ้นเพื่อปรับภาพให้ชัดขึ้น ในขณะที่แสงสว่างมากเกินไป กล้ามเนื้อตาจะตอบสนองต่อแสงมากขึ้น เพื่อทำให้รูม่านตาหด หรือมีขนาดเล็กลง ซึ่งจากแสงสว่างที่ไม่พอดีนี้เอง นำไปสู่ตาล้าได้ (วาสนา พาวิน, 2560)

2.1.2 สาเหตุของตาล้า

แบ่งเป็น 4 ประเภท

1) Accommodative asthenopia ตาล้าที่เกิดจากการเพ่ง หรือค่าสายตาที่ผิดปกติ พบได้บ่อยในคนที่มีภาวะสายตาผู้สูงอายุ (Presbyopia) หรือสายตายาว (Hyperopia) ที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขค่าสายตา และอาจพบได้ในคนสายตาสั้น (Myopia) ที่ได้รับการจ่ายค่าสายตาเกิน (Overminus)

2) Photogenous asthenopia เกิดจากภาวะที่มีแสงมากเกินไปหรือไม่เหมาะสม

3) Muscular asthenopia เกิดจากการไม่สมดุลกันของกล้ามเนื้อตา (Extraocular muscles)

4) Nervous asthenopia เกิดจากการทำงานหรืออวัยวะที่เกี่ยวกับโรคประสาท มักพบในคนที่มีภาวะวิตกกังวล (Shariff & Melendez, 2024)

2.1.3 ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors)

1) การใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล

เช่น การเล่นโทรศัพท์มือถือ การจ้องหน้าคอมพิวเตอร์หรือแทปเลต โดยขณะใช้งานกล้ามเนื้อตาจะต้องทำการปรับเปลี่ยนโฟกัสใกล้-ไกลรวมถึงการกลอกของตาไปมาตลอดเวลา สามารถเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดตาล้าได้ (วาสนา พาวิน, 2560)

2) ระดับความสว่างของอุปกรณ์ดิจิทัล

เนื่องจากอุปกรณ์แต่ละชนิดหรือแต่ละยี่ห้อ ถูกผลิตออกมาจากวัสดุที่แตกต่างกัน เช่น ในปัจจุบันหน้าจอส่วนมากถูกใช้เป็น Light-Emitting Diode (LED) เนื่องจากให้ภาพที่ สว่าง สีเข้ม และมีสีสันสดใสมากกว่า แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดอาการตาล้าได้มากกว่า (Cajochen et al., 2011)

3) ระยะเวลาในการใช้งานในระยะใกล้

จากการซักประวัติเรื่องการเล่นโทรศัพท์มือถือ หรือเล่นไอแพดเป็นระยะเวลานานๆ มักจะมีอาการทางตาต่างๆที่นำไปสู่ตาล้าได้ ในขณะเดียวกันเมื่อเกิดการพักสายตา อาการเหล่านี้จึงจะหายไป ซึ่งอาการทางตาเหล่านี้จะพบได้มากในคนที่ใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานาน (Wang, Li, Zhu, & Cao, 2020)

4) ค่าสายตาที่ผิดปกติ (Refractive error)

ความผิดปกติของค่าสายตาที่ไม่ได้รับการแก้ไข เช่น สายตาสั้น สายตายาว หรือสายตาเอียง จะทำให้เกิดการใช้งานของกล้ามเนื้อตาเพิ่มมากขึ้น (Achukumar, 2023) โดยเฉพาะในคนสายตาสั้นที่จะทำให้เกิดตาล้าได้ง่ายกว่าคนสายตาปกติ (Yu et al., 2022) แต่เมื่อได้รับการแก้ไขค่าสายตาที่ถูกต้องแล้วความเสี่ยงนี้ก็จะน้อยลงหรือไม่แตกต่าง (Onu, Timothy, Omaka, & Chidinma, 2020)

5) การนอนหลับ

มีการศึกษาเปรียบเทียบคนที่มีปริมาณการนอนหลับน้อยกว่า 7 ชั่วโมง ส่งผลต่อตาล้ามากกว่าคนที่นอนหลับมากกว่า 7 ชั่วโมง เนื่องจากคนที่นอนมากกว่าจะมีเวลาพักผ่อนมากกว่าและลดระยะเวลาในการใช้งานในระยะใกล้ลงได้ (Lin, Zhu, Wu, et al., 2023) หรือรวมไปถึง

คุณภาพการนอนหลับที่ดีจะช่วยลดตาล้าได้ จากการที่ดวงตาได้รับการพักผ่อนอย่างเต็มที่ (Han et al., 2013)

6) ช่วงอายุ

อายุที่เพิ่มมากขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบการมองเห็น ทำให้ระบบการเพ่งไม่สามารถยืดหยุ่นได้ดีเท่าในเด็ก ผู้สูงอายุจึงมีความเสี่ยงในการเกิดตาล้ามากกว่าในเด็ก (Lin, Zhu, Wu, et al., 2023) ในขณะที่วัยเรียนจะเกิดตาล้าจากการทำงาน หรือการใช้งานที่ติดต่อกัน (Hashemi et al., 2019)

7) สภาพแวดล้อม

โดยในสภาวะที่แสงสว่างไม่เพียงพอหรือมากเกินไปจะส่งให้เกิดตาล้าทั้งคู่ รวมถึงอุณหภูมิสีของหลอดไฟที่ต่างกันก็จะให้ความรู้สึก และส่งผลต่อความเครียดที่แตกต่างกัน (Chen et al., 2023) หรือการจัดวางหน้าจอที่ไม่ถูกต้อง อาจเกิดแสงสะท้อนที่ทำให้ต้องใช้กล้ามเนื้อตามากขึ้นได้ (Glimne, Brautaset, & Österman, 2020)

8) โรคทางตา

โรคทางตาบางชนิด เช่น ต้อหิน หรือโรคของจอตา อาจส่งผลต่อกระบวนการทำงานของระบบประสาทได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อตาไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะบริเวณจอตาที่มีเซลล์ส่งสัญญาณไปยังสมอง (Ayaki, Kuze, Kondo, Tsubota, & Negishi, 2019)

9) เพศ

ในเพศหญิงจะมีความเสี่ยงในการเกิดตาล้ามากกว่าเพศชาย อาจเนื่องจากเพศหญิงมีภาวะตาแห้งเนื่องมาจากฮอร์โมนด้วย เลยส่งผลให้เกิดตาล้าได้มากกว่าในเพศชาย (Ortiz-Toquero, Sanchez, Serrano, & Martin, 2024) แต่ก็มีการศึกษาที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศ (Yu et al., 2022)

10) แสงสีฟ้า

เนื่องจากแสงสีฟ้าเป็นช่วงของความยาวคลื่นสั้นที่มีพลังงานสูง โดยจากหลายๆ การศึกษาบอกว่าแสงสีฟ้าจะส่งผลต่อตาล้าได้ เนื่องจากมีสารไปยับยั้งการหล่องของเมลาโทนิน (Brainard et al., 2001) ซึ่งในปัจจุบันจึงมีเทคโนเลยีป้องกันแสงสีฟ้าเพื่อลดแสงสีฟ้าเข้าที่ตา ส่งผลให้ลดตาล้าได้ (Ide, Toda, Miki, & Tsubota, 2015)

2.1.4 การประเมินอาการตาล้า (Assessment of Asthenopia)

1) การประเมินตามอาการ (Symptom assessment)

เกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ป่วยเกี่ยวกับอาการที่เกิดขึ้นที่ผ่านมาหรือยังคงเกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยผ่านการซักประวัติหรือการแสดงอาการที่เกี่ยวข้อง นำมาวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นแบบสอบถามชนิดต่างๆ ได้แก่

(1) Visual Analog Scale (VAS)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรุนแรงของอาการหรือความรู้สึกที่ผู้ป่วยรายงาน โดยเฉพาะในการประเมินความปวด เครื่องมือนี้ประกอบด้วยเส้นตรงยาว 10 เซนติเมตร โดยปลายด้านหนึ่งแทนค่าด้วยเลข 0 หมายถึง "ไม่ปวด" และปลายอีกด้านหนึ่งแทนค่าด้วยเลข 10 หมายถึง "ปวดรุนแรงมากที่สุด"โดยให้ผู้ป่วยทำเครื่องหมายบนเส้นตรงในตำแหน่งที่ตรงกับความรู้สึกของตนเองเกี่ยวกับความรุนแรงของอาการที่กำลังเจออยู่ ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายจะถูกวัดเป็นระยะทางจากจุดเริ่มต้นของเส้นตรง และค่านี้จะถูกใช้เป็นตัวเลขแทนความรุนแรงของอาการ

โดยข้อดีของ VAS คือ ง่ายต่อการใช้งานและไม่ต้องการการฝึกฝนพิเศษ นอกจากนี้ยังมีความไวในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอาการ ทำให้เป็นที่นิยมในการวิจัยและการปฏิบัติทางคลินิก(Wikipedia Contributors, 2024) อย่างไรก็ตาม VAS สามารถใช้เป็นเพียงการตรวจสอบและบันทึกตรวจดูอาการตาล้า (Asthenopic Symptoms) หรือใช้เพื่อดูว่าอาการดังกล่าวได้ถูกบรรเทาลงเมื่อใด เนื่องจากมีการศึกษาว่า VAS ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการระบุข้อบกพร่องเกี่ยวกับการปรับโฟกัส (Accommodative Deficiency) ได้ (Abdi, Rydberg, Pansell, & Brautaset, 2006)

(2) Computer Vision Syndrome Questionnaire (CVS-Q)

เป็นแบบสอบถามที่ออกแบบมาเพื่อประเมินอาการที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน โดยมีกลุ่มอาการที่รวมถึงความไม่สบายตาและปัญหาการมองเห็นซึ่งเกิดจากการใช้งานหน้าจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ดิจิทัลเช่น ตาล้า, แสบตา, มองเห็นไม่ชัด, และปวดศีรษะ เป็นต้น

CVS-Q ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยและการปฏิบัติทางคลินิก เนื่องจากสามารถประเมินอาการได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามสามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยและประเมินความรุนแรงของ CVS เพื่อกำหนดวิธีการรักษาหรือแนะนำการปรับพฤติกรรมในการใช้งานหน้าจอได้ (Seguí, Cabrero-García, Crespo, Verdú, & Ronda, 2015) โดยข้อจำกัดของ CVS-Q คือ ผู้ป่วยจะมีความยากลำบาก ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำถาม

(3) Asthenopia Survey Questionnaire (ASQ)

เป็นแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินและวัดความรุนแรงของตาล้า (Asthenopia) ซึ่งเป็นอาการที่เกิดจากการใช้งานดวงตาอย่างหนัก เช่น การอ่านหนังสือหรือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน

นักวิจัยได้พัฒนาแบบสอบถาม Asthenopia Survey Questionnaire (ASQ) ที่ประกอบด้วยแบบสอบถามจำนวน 19 ข้อ โดยผ่านการออกแบบและทดสอบความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ASQ-19 มีคุณสมบัติทางจิตวิทยาที่เหมาะสม ในการประเมินอาการตาล้าและค้นหาสาเหตุของอาการดังกล่าว (Lin et al., 2021)

ต่อมามีการพัฒนาเป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วย 11 ข้อ หรือ ASQ-11 เพื่อให้การประเมินอาการตาล้าในประชากรทั่วไปเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งใช้เวลาทำแบบสอบถามเฉลี่ยประมาณ 2.82 นาที และมีความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือที่ยอมรับได้ ทำให้เหมาะสำหรับการคัดกรองหรือการประเมินตนเองในประชากรทั่วไป (Deng et al., 2023) และมีการปรับปรุง ASQ-19 โดยใช้การวิเคราะห์ Rasch เพื่อเพิ่มความแม่นยำ ส่งผลให้ได้แบบสอบถามที่มีจำนวนลดลงคือ 17 ข้อ การทดสอบแสดงว่า ASQ-17 มีความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือที่ดี เหมาะสำหรับการใช้งานในบริบทที่ต้องการความละเอียด เช่น งานวิจัยที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก หรือการประเมินผู้ป่วยในคลินิกที่ต้องการข้อมูลที่ครบถ้วน (Lin, Li, Yang, et al., 2023) เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการความแม่นยำและละเอียด จึงเลือกใช้แบบสอบถาม ASQ-17 ในการทดสอบประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล

โดยให้อาสาสมัครทำการตอบแบบสอบถาม เลือกระดับความรู้สึกในแต่ละข้อ ได้แก่ ไม่เคย น้อย ปานกลาง มาก นำคะแนนของระดับความรุนแรงในแต่ละอาการมาบวกกัน โดยที่ 13-51 คะแนน มีอาการ Asthenopia (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงแบบสอบถามประเมินอาการตาล้า ASQ-17

Items related to asthenopia symptoms			Frequency			
			No	Mild	Moderate	Severe
			0	1	2	3
A	1	Did you feel discomfort around your eyes?				
	2	Did you have eye dryness?				
	3	Did you have eye pain such as tingling, flatulence, etc?				
	4	Did you have eye soreness?				
	5	Did you have a feeling of heavy eyelid?				
	6	Did you have a feeling of tight eyes?				
	7	Were you sensitivity to light (such as fear of light and dark)?				
B	8	When using mobile phones or computers, did the brightness of the screen cause eye discomfort?				
	9	Did you squint?				
	10	Did you feel strenuous when using eyes at near?				
	11	Did you have blur or ghosting vision when using eyes at near?				
	12	Did it make you feel slower to read due to ocular symptoms?				
	13	Did you have eye discomfort when looking moving objects?				
C	14	Were you lack of concentration when using eyes?				
	15	Was it difficult to remember what you just read?				
	16	Did you have dizziness or headache when using eyes?				
	17	Did eye discomfort make you feel anxious or depressed?				

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2) การประเมินด้วยอุปกรณ์ (Objective Assessment)

การประเมินนี้ต้องใช้เครื่องมือและการทดสอบทางคลินิกเพื่อวัดค่าที่เกี่ยวกับการเพ่งที่เกิดขึ้น ได้แก่

2.1) Near Point of Convergence (NPC)

คือ การทดสอบที่ใช้ประเมินความสามารถของกล้ามเนื้อตาในการรวมภาพของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าใกล้ โดยเน้นตรวจสอบการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำให้ตาทั้งสองข้างสามารถทำงานร่วมกันเพื่อสร้างภาพที่ชัดเจนได้ ส่วนมากใช้วินิจฉัยปัญหาเกี่ยวกับ Convergence Insufficiency (CI) ที่เป็นสาเหตุที่พบบ่อยของตาล้า (Asthenopia) เมื่ออ่านหนังสือหรือใช้อุปกรณ์ดิจิทัลเป็นเวลานาน จะเกิดสภาวะที่ดวงตาทั้งสองไม่สามารถรวมภาพได้อย่างเหมาะสมเมื่อมองวัตถุใกล้ โดยข้อจำกัดของการทดสอบด้วย NPC เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการทดสอบและความร่วมมือของผู้ป่วย ที่อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำได้ (Scheiman & Wick, 2015)

2.2) Range of Accommodation

คือ การทดสอบช่วงระยะที่ดวงตาสามารถปรับโฟกัสเพื่อให้มองเห็นวัตถุได้อย่างชัดเจน เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อตา (Ciliary Muscle) ในการปรับความโค้งของเลนส์ตาให้เหมาะสมกับระยะการมองเห็นที่แตกต่างกัน ซึ่งความสามารถในการมองใกล้หรือการปรับโฟกัสจะลดลงอย่างมากในผู้สูงอายุ (Presbyopia) โดยข้อจำกัดของการทดสอบเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการทดสอบและความร่วมมือของผู้ป่วย ที่อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำได้ (Scheiman & Wick, 2015)

2.3) Eye Movement Tracker

คือ เทคโนโลยีหรือเครื่องมือที่ใช้สำหรับติดตามและบันทึกการเคลื่อนไหวของดวงตา โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการมองเห็นและการทำงานของกล้ามเนื้อตา คอยดูลักษณะการเคลื่อนไหวของดวงตาในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคทางระบบประสาท หรือประเมินตาล้าได้ เทคโนเลยีนี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถวิเคราะห์ความเมื่อยล้าได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำมากยิ่งขึ้น(Wang et al., 2019) ซึ่งเครื่องมือนี้มีราคาค่อนข้างสูง และหาได้ยาก

2.4) Accommodative Microfluctuations (AMFs)

คือ การเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องของการเพ่งตาที่เกิดขึ้น แม้ในขณะที่ตากำลังพยายามโฟกัสที่วัตถุอย่างคงที่ การสั่นสะเทือนนี้ช่วยปรับการเพ่งของตาให้แม่นยำมากขึ้น ในการรักษาความคมชัดของภาพและลดความเมื่อยล้าของตา (Winn, 2000)

Monticone และ Menozzi (2011) ได้ศึกษาวิธีการบันทึกและวิเคราะห์ความผันผวนของการปรับโฟกัส (Microfluctuations of the Accommodation) ในตามนุษย์ จากเทคนิคต่าง ๆ ในการประเมินระบบสายตา เนื่องจาก AMFs เป็นส่วนสำคัญในการปรับโฟกัส จากการเคลื่อนไหวของเลนส์ตาที่ช่วยในการรักษาความคมชัดของภาพ โดยในการศึกษาได้สรุปเทคโนโลยีหลัก ที่ใช้ในการบันทึกค่า AMFs ดังนี้

(1) Infrared Autorefractors ใช้แสงอินฟราเรดในการบันทึกการตอบสนองการปรับโฟกัสของดวงตาด้วยการวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าสายตาแบบต่อเนื่องที่ความถี่สูง (20–50 Hz) ข้อดีคือ ใช้งานง่ายและมีความรวดเร็วเหมาะสำหรับการประเมินค่าสายตาและการตอบสนองโฟกัสในเบื้องต้น แต่มีความละเอียดน้อยกว่าการตรวจแบบ Wavefront Aberrometry

(2) Wavefront Aberrometry ใช้แสงเลเซอร์หรือแสงที่มีการควบคุม (Controlled Light) ส่งเข้าสู่ดวงตา และสะท้อนกลับออกมาจากจอตา โดยจะแบ่งการแปลผลข้อมูลออกเป็น Lower-order Aberrations ใช้วิเคราะห์ค่าสายตาที่ผิดปกติทั่วไป และ Higher-order Aberrations ใช้วิเคราะห์ความผิดปกติที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ที่ส่งผลต่อคุณภาพการมองเห็น โดยให้ข้อมูลที่ละเอียดกว่าการวัดสายตาทั่วไป

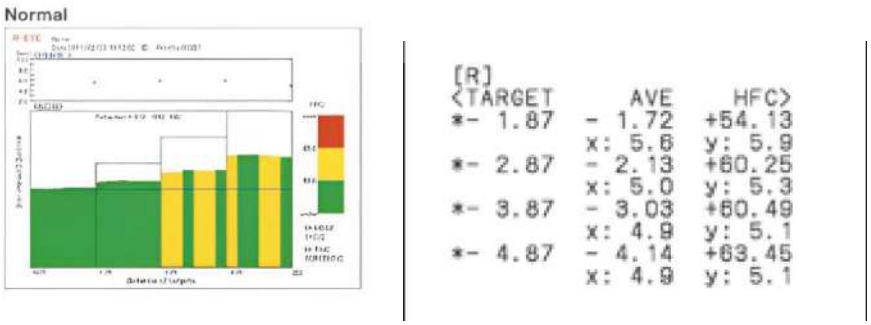
(3) Ultrasound ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อตรวจสอบโครงสร้างภายในของดวงตา เช่น ความหนาและความโค้งของเลนส์แก้วตา หรือความยาวกระบอกตา สามารถใช้กับเคสที่ซับซ้อนได้ เช่น ต้อกระจก แต่ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์การตอบสนองของการปรับโฟกัส (Accommodation) หรือคุณภาพการมองเห็น

โดยในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการวัดด้วยเครื่องมือ Auto Refractors-Keratometer : ACOMOREF 2 จะมีการแสดงผลของค่า AMFs ชนิด HFC ออกมาในรูปของกราฟแท่งทั้งหมด 3 สี ได้แก่ สีเขียว เหลือง และสีแดง ซึ่งแต่ละสีจะแสดงถึงระดับปริมาณของค่า HFC โดยที่ สีเขียวหมายถึงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 57.00 dB สีเหลือง หมายถึง 57.01 – 65.00 dB และสีแดง หมายถึง มากกว่า 65.00 dB และแสดงค่า HFC ในรูปแบบตัวเลขที่แตกต่างกันได้อย่างต่อเนื่องเช่น 60.2 dB, 65.7 dB เป็นต้น ซึ่งบ่งบอกถึงความเข้มของสัญญาณที่ได้จากการวัดแบบละเอียด

รูปที่ 2.1 เครื่องวัด Accommodative Microfluctuations (AMF)

ที่มา: Medicolle, 2024

หลักการทำงานของเครื่องคือ ใช้ลำแสงอินฟราเรด (Infrared) ยิงเข้าไปในดวงตาและวิเคราะห์การสะท้อนกลับจากจอตาเพื่อตรวจสอบความสามารถในการโฟกัสของตา ระบบจะวัดค่าความผิดปกติในการหักเหแสง โดยเริ่มต้นวัดค่าสายตาที่ระยะไกลในตาทั้ง 2 ข้าง หลังจากได้ค่าสายตา ตัวเครื่องจะทำการวัดปริมาณของตาล้าโดยทำการเพิ่มเลนส์จาก +0.50 D ถึง -3.00 D จำนวน 8 ครั้งๆละ -0.50 D ซึ่งในการเพิ่มเลนส์แต่ละครั้งเครื่องจะจับการสั่นของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา ออกมาในหน่วย เดซิเบล(dB) ซึ่งผู้ที่ถูกทดสอบจะต้องมองภาพวัตถุที่ปรากฏอยู่ในเครื่องให้ชัดเจนอยู่เสมอ (Hampson, Cufflin, & Mallen, 2017)



รูปที่ 2.2 ผลที่ได้จากเครื่อง Auto Refractors-Keratometer : ACOMOREF 2

ที่มา: Kajita, Muraoka, & Orsborn, 2020

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ค่าแบบละเอียดในครั้งที่ 6 ของการวัดในการคำนวณ เนื่องจากเป็นค่าที่เพิ่มไปจากค่าสายตา จำนวน -2.00 D ซึ่งเป็นค่ากลางระหว่าง -1.00 และ -3.00 Dในการประเมิน และเป็นค่าที่ได้รับการยอมรับในการตรวจหาความสามารถในการเพ่ง (Accommodative Facility) ในทางคลินิกมากที่สุด(Reilly, Gaiser, & Young, 2023) ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาเกิดอาการอ่อนล้า ภาระในการปรับโฟกัสจะเพิ่มขึ้น จึงทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาทำงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความผันผวนในส่วนของความถี่สูงหรือค่า HFC สูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งบ่งชี้ว่าการผันผวนเหล่านี้จะชัดเจนขึ้นเมื่อดวงตาเหนื่อยล้า (Kajita et al., 2020)

ซึ่งสภาวะของความไม่คงที่ของตาชั่วขณะ เนื่องจากการหดเกร็งของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา (Ciliary Muscle) ในขณะที่มองวัตถุระยะใกล้ สามารถแบ่งออกเป็น Low Frequency Component (LFC) คือ มีความถี่น้อยกว่า 0.6 Hz และ High Frequency Component (HFC) มีความถี่อยู่ในช่วง 1.0-2.3 Hz ซึ่ง LFC จะเป็นการทำงานร่วมกันกับระบบประสาท ในขณะที่ HFC จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ หากกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาเกิดการอ่อนล้าจะทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาทำงานเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลทำให้ค่า HFC สูงมากยิ่งขึ้น โดยค่า AMFs สามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงของกำลังการหักเหแสงในแต่ละระยะที่มอง โดยค่าที่ได้จากเครื่องมือ Auto-refractors จะเป็นเชิงปริมาณ ดังนั้นจึงสามารถใช้ในการวัดตาล้าให้ออกมาในเชิงปริมาณได้ (Lupón, Gispets, Cardona, Tàpia, & Abril, 2019)

2.2 แสง (Light)

คือ พลังงานรูปแบบหนึ่งที่ไม่มีตัวตน แต่สามารถทำงานได้ ช่วยให้มองเห็นสิ่งต่างๆซึ่งแสงสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานอย่างอื่นได้ เช่น พลังงานความร้อน

แหล่งกำเนิดแสง เกิดได้ทั้งจากธรรมชาติ ได้แก่ ดวงอาทิตย์ หรือจากสัตว์บางชนิด เช่น หิ่งห้อย เป็นต้น และแสงที่เกิดได้จากสิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์ เช่น หลอดไฟ ตะเกียง ซึ่งหลอดไฟที่เกิดจากการประดิษฐ์ของมนุษย์ สามารถควบคุมระดับความสว่าง หรือเลือกโทนสีที่ต้องการใช้ได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

2.2.1 ความส่องสว่าง (Illuminance)

คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux, lx) ความส่องสว่างมีผลอย่างมากต่อการมองเห็น ดังนั้นในการออกแบบความสว่างให้พื้นที่ต่าง ๆ ในบริเวณโดยรอบ ควรมีระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมและสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดี

หน่วยงานสากล International Commission on Illuminance (CIE) ได้กำหนดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมแต่ละประเภท (ตารางที่ 2.1) โดยค่าที่นิยมใช้คือ ค่าตรงกลางหรือค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าความส่องสว่างสามารถปรับเพิ่มหรือลดลงได้ตามปัจจัยต่างๆ เช่น ในงานที่ต้องใช้ความละเอียด อาจต้องเพิ่มความสว่างเพื่อความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น หรือการทำงานชิ้นใหญ่ ใช้ความละเอียดน้อย อาจลดแสงสว่างเพื่อความสบายตาได้

การวัดความสว่างที่ใช้กันหลักๆมี 2 วิธี ได้แก่ การใช้เครื่องมือหรือ ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสว่างได้ทั้งภายใน และภายนอกตัวอาคาร โดยการใช้เครื่องมือนี้สามารถใช้ได้ง่าย และเป็นมาตรฐาน และการวัดความสว่างอีกแบบหนึ่งคือ การคำนวณจากสูตร

$$E = F/A \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ E แทน ความสว่าง มีหน่วย ลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m^2) หรือลักซ์(lx)

F แทน การเปลี่ยนแปลงของอนุภาคพลังงานส่องสว่างที่ตกกระทบพื้น มีหน่วยคือ ลูเมน(lm)

A แทน พื้นที่รับแสง มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าความส่องสว่างในแต่ละพื้นที่

ค่าความส่องสว่าง (Lux)	พื้นที่และกิจกรรม
20-30-50	ทางเดินและพื้นที่ใช้งานภายนอก
50-100-150	ทางเดินภายใน
100-150-200	ห้องที่ไม่ได้ใช้ทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน
200-300-500	งานที่ไม่ใช้สายตามากนัก
300-500-750	งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่นงานสำนักงาน
500-750-1000	งานที่ใช้สายตามาก เช่นงานเขียนแบบ
750-1000-1500	งานที่ใช้สายตามากๆ เช่นงานประกอบชิ้นส่วนเล็ก
1000-1500-2000	งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ เช่นงานชิ้นส่วนเล็กมาก
มากกว่า 2000	งานที่ใช้สายตาเพื่อการทำงานอย่างพิถีพิถัน เช่น ผ่าตัด

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551

2.2.2 อุณหภูมิสีสหสัมพันธ์ (Correlated Color Temperature, CCT)

ลักษณะสีของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ มีหน่วยเป็น เคลวิน(K) โดยเปรียบเทียบกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการดูดซับความร้อนได้สมบูรณ์ เช่น สีที่ปรากฏจากหลอดไส้จะคล้ายกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่มีความร้อน 3000 องศาเคลวิน (3000K) หรือเรียกว่า หลอดไส้มีอุณหภูมิสี 3000 K (ตารางที่ 2.3)

ซึ่งการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสี 6500 K ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดน้อยกว่าในอุณหภูมิสี 4000 K ดังนั้น อุณหภูมิสีที่สูง (6500 K) จึงเหมาะสมกับการเรียนรู้ในมหาวิทยาลัยมากกว่า (Kocaoglu, 2015)

ตารางที่ 2.3 แสดงอุณหภูมิสีสหสัมพันธ์

ลักษณะสีปรากฏ	อุณหภูมิสีสหสัมพันธ์
อุ่น	ต่ำกว่า 3300 K
ปานกลาง	ระหว่าง 3300 ถึง 5300 K
เย็น	สูงกว่า 5300 K

ที่มา: สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2561

การเลือกสีเป็นเรื่องทางด้านจิตวิทยา ความสวยงาม และความเป็นธรรมชาติ โดยขึ้นกับระดับความสว่าง สีของห้องและเฟอร์นิเจอร์ ภูมิอากาศ การใช้งานและความคมชัดในการมองเห็น (Visual Clarity) ตัวอย่าง เช่นคนที่อาศัยอยู่ในภูมิอากาศเย็นมักชอบสีอุ่น ส่วนคนที่อาศัยอยู่ในภูมิอากาศร้อนมักชอบสีที่เย็นกว่า(สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2561)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chen และคณะ(2023) ได้ศึกษาปริมาณแสงสว่างและอุณหภูมิสีของหลอดไฟต่ออาการตาล้า ในการศึกษามีผู้เข้าร่วม 22 คน โดยให้อ่านหนังสือภายใต้ปริมาณแสงสว่าง 300 lx, 500 lx, 750 lx และ 1000 lx และ อุณหภูมิสีของหลอดไฟ 4 แบบ คือ 2700, 4000, 5000 และ 6500 K เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำแบบสอบถามอาการตาล้า เป็นแบบสอบถาม Optical Quality Analysis System (OQAS) และการวิเคราะห์การอักเสบของสารกลุ่มโปรตีน(Cytokine)ในน้ำตา ในการประเมินระดับอาการตาล้า ผลการศึกษาพบว่า ทั้งปริมาณแสงสว่างของห้องและอุณหภูมิสีของหลอดไฟส่งผลต่ออาการตาล้า โดยระดับปริมาณแสง 500 lx อุณหภูมิ4000 K ส่งผลต่ออาการตาล้าในระดับต่ำสุด ในทางกลับกันระดับปริมาณแสง 300 lx อุณหภูมิ 2700K และระดับปริมาณแสง 1000 lx อุณหภูมิ 6500 k จะส่งผลต่ออาการตาล้าที่รุนแรงมากขึ้น

Shahidi, Golmohammadi, Babamiri, Faradmal, และ Aliabadi (2021) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้นของโทนแสงสีขาวนวลและขาวเย็นต่อการรับรู้ทางสายตาและอารมณ์ในพื้นที่ทำงานจำลองที่มีสีต่างๆ การทดลองคัดเลือกผู้เข้าร่วมเป็นเพศชายสุขภาพดี 33 คน ทดลองในห้องจำลองที่มีสีผนังห้องต่างกัน คือ สีขาว แดง น้ำเงิน และมีสีแสงไฟต่างกัน คือ สีขาวนวลและสีเย็น จากการทดลองพบว่าผู้เข้าร่วมมีระดับของความตึงเครียด ความโกรธ ความหดหู่ ความวิตกกังวล และระดับความสบายตา ความน่าดึงดูดใจ ความสว่าง และความสงบของสภาพแวดล้อมในผนังห้องสีแดงสูงกว่าผนังห้องสีขาว ในสภาวะที่แสงเหมือนกัน ผนังสีน้ำเงินจะลดความสว่างและเพิ่มความน่าดึงดูดใจของสภาพแวดล้อมมากกว่าเมื่อเทียบกับผนังสีขาว แสงโทนเย็นจะลดความอบอุ่นของสีและเพิ่มความสว่างในสภาพแวดล้อมที่ใช้ผนังทั้งสามสีเมื่อเทียบกับแสงโทนอุ่น สรุปคือ การใช้ผนังห้องสีขาวกับแสงโทนอุ่นหรือผนังห้องสีฟ้ากับแสงโทนเย็นจะส่งผลดีต่อการรับรู้ทางสายตาและอารมณ์ของผู้คนในที่ทำงาน

วาสนา พาวิน (2560) ได้ศึกษาเรื่องตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น เพื่อหาความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในการใช้งานสมาร์ทโฟน โดยการสุ่มเด็กนักเรียนตอนต้น จำนวน 40 คน มาอยู่ภายในห้องที่มีความสว่างต่างกัน คือ 50, 300 และ 600 lx ใช้หลอดไฟอุณหภูมิสี 6500 k แล้วเล่นเกมส์บนโทรศัพท์ เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นทำการประเมินความรู้สึกสบายตา, การประเมินอาการตาล้าโดยการสอบถาม, การประเมินอาการตาล้าโดยการวัดสายตา โดยใช้หลักการ Minus Lens Method และการวัดประสิทธิภาพการเล่นเกมส์โดยเด็กทุกคนจะได้ทำทั้ง 3 ความสว่าง แต่ละระดับจะใช้เวลาพัก 15 นาที สรุปผลที่ได้คือ การใช้งานที่ความเข้มแสง 300 ลักซ์ พบว่า มีความสบายตามากที่สุด คะแนนอาการปวดตาน้อยที่สุด และมีความรู้สึกพึงพอใจที่จะใช้งานในความเข้มแสงนี้มากที่สุด

Hsieh และคณะ(2020) ได้ศึกษา เพื่อประเมินผลของอุณหภูมิสีและระดับความสว่างที่สัมพันธ์กันแบบต่างๆ ต่อการรับรู้ทางสายตาโดยใช้แสง LED (Light Emitting Diode) ผลการศึกษาพบว่า การผสมผสานแสงที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่ออารมณ์ ความรู้สึก ผ่านการรับรู้ทางสายตา เมื่ออุณหภูมิสีของหลอดไฟเพิ่มขึ้นร่วมกับการปรับระดับความสว่าง การรับรู้ทางสายตาของผู้เข้าร่วมเปลี่ยนจากสลัว น่าเบื่อ และง่วงนอนเป็นรุนแรง สดใส มีพลัง และสดใส แต่เมื่ออุณหภูมิสีของหลอดไฟลดลงร่วมกับการปรับระดับความสว่าง ผู้เข้าร่วมจะค่อยๆ รู้สึกว่าแสงนั้นอบอุ่นและผ่อนคลาย โดยสรุปว่า สภาพแสงที่เหมาะสมสามารถช่วยบุคคลในการเพิ่มคุณภาพชีวิตได้

อุมารินทร์ พูลพานิชอุปถัมย์ และฐิตาภรณ์ เหลืองวิลัย (2557) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอาการตาแห้งและความเมื่อยล้าของสายตาในพนักงานกรณีศึกษาในบริษัทอุตสาหกรรมผลิตหินเจียรแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี จำนวน 55 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบสอบถามด้านอาการที่เกี่ยวกับโรคตาแห้งของ Ocular Surface Disease (OSDI) เครื่องตรวจวัดความ เมื่อยล้าของสายตา เครื่องตรวจวัดระดับความเข้มแสงสว่าง ระดับความร้อน และปริมาณฝุ่น ผลการศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะว่าควรมีปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดความล้าของสายตาและอาการตาแห้งโดยเฉพาะแสงสว่างและกำชับให้พนักงานสวมใส่แว่นตานิรภัย เพื่อเป็นการป้องกันฝุ่นละอองและความร้อนที่เกิดจากกระบวนการทำงาน

Bao, Song, Li, Bai, และ Zhou (2021)ได้ศึกษาการตอบสนองทางจิตวิทยาและทางสรีรวิทยาภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน โดยมีอุณหภูมิสีตั้งแต่ 3,000 , 4500 และ 6,500 K และความสว่างตั้งแต่ 300, 750 และ 1,000 lx จากการทดสอบ เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 3000k การตอบสนองจะมากขึ้นเมื่อความสว่างเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) แต่เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิสีไว้ที่ 6500 K เวลาตอบสนองจะน้อยลงเมื่อความสว่างเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) สรุปคือ สภาพแวดล้อมในสำนักงานที่มีอุณหภูมิสี 3,000 K และความสว่าง 750 lx ส่งผลต่อภาระงานทางจิตใจต่ำที่สุด เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำงาน

Osterhaus, Hemphälä, และ Nylén (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดแสงสำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์กับปัจจัยต่างๆ สรุปว่า สภาพการมองเห็นโดยรวมจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถมองเห็นและปฏิบัติงานได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเครียดโดยไม่จำเป็นต่อดวงตาหรือส่วนอื่นๆ ของร่างกาย โดยมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับแสงในสภาพแวดล้อมการมองเห็นที่จะประเมิน ได้แก่ ความสว่าง ทิศทางของแสง แสงจ้า (Glare) อุณหภูมิสีที่สัมพันธ์กันของแหล่งกำเนิดแสง (CCT) สีของแหล่งกำเนิดแสง และ Non-Visual Effects

จามรี สอนบุตร, พิชญา พรภพทองสุข, และสุภาภรณ์ เต็งไตรสรณ์ (2552) ได้ศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อความล้าของตาในผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จำนวน 169 คน โดยการใช้แบบสอบถามและเครื่องวัดความล้าของตา (Flicker Fusion Model 2021) ผลการศึกษาพบว่าความชุกความล้าของตาจากแบบสอบถามคิดเป็นร้อยละ 77.5 จากเครื่องวัดความล้าของตาคิดเป็นร้อยละ 49.7 และจากทั้งสองร่วมกันคิดเป็นร้อยละ 40.8 และพบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความล้าของตา ได้แก่ ระยะห่างระหว่างตากับจอภาพ ระยะเวลาในการใช้คอมพิวเตอร์ที่มากกว่า 2 ชั่วโมง และอัตรารีเฟรชที่น้อย

Lin, Li, Yang, และคณะ(2023) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาแบบสอบถามใหม่ 17 ข้อเกี่ยวกับอาการตาล้า (ASQ-17) โดยใช้การวิเคราะห์และประเมินคะแนนของคำถามเพื่อทำนายการนำไปใช้ทางในทางคลินิก การวิเคราะห์แบ่งเป็นสี่ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ประเมิน ASQ-19 ดั้งเดิม และรวมรายการที่ 18 และ 19 ให้เป็นรายการเดียว จากนั้นจึงได้ ASQ-18 มาวิเคราะห์ ขั้นตอนที่ 2 จากการวิเคราะห์ส่งผลให้มีการลบข้อที่ 11 ออก จึงได้ ASQ-17 ขั้นตอนที่ 3 และ 4 เป็นการประเมิน ASQ-17 ใหม่ที่ได้ ผลการศึกษาคือ ASQ-17 ใหม่เป็นเครื่องมือประเมินภาวะอาการตาล้าที่มีประสิทธิภาพ โดยมีค่าเกณฑ์จุดตัดที่เหมาะสมคือ 12.5 ซึ่งเหมาะสำหรับการวินิจฉัยและการประเมินผลการรักษา

Glimne และคณะ (2020) ได้ศึกษาผลกระทบของสภาพการมองเห็นต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและความล้าของสายตา โดยตรวจสอบสภาพการมองเห็นจากภายในห้องควบคุม 9 ห้อง และให้ผู้ปฏิบัติงาน 18 คน ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกของพวกเขาต่อภาระงานที่ได้รับ และเรื่องการมองเห็น ผลการศึกษาคือ สภาพการมองเห็นที่ไม่เหมาะสมในห้องควบคุมทำให้ความต้องการทางสายตาสูงขึ้นและเพิ่มภาระทางจิตใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยแสงสะท้อนส่งผลให้เกิดความล้าทางสายตา

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

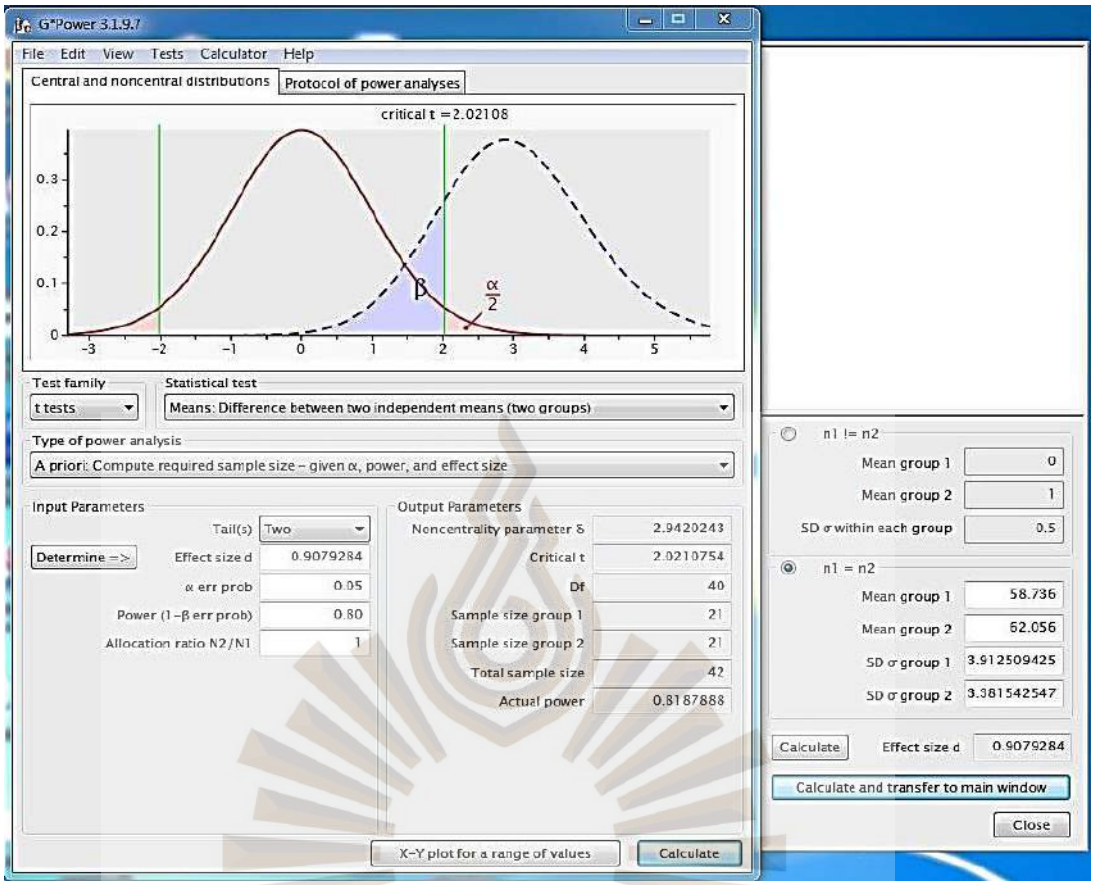
งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง(Experimental Research) ในรูปแบบ Cross-over Design เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นของแสงสีขาวโทนอุ่น(Warm White Light) และแสงสีขาวโทนเย็น(Cool White Light) ต่ออาการตาล้า โครงการวิจัยนี้ได้การรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต รหัส COA. NO. RSUERB2024-163

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของแสงสีขาวโทนอุ่นและแสงสีขาวโทนเย็นที่มีต่ออาการตาล้ามาก่อน ผู้วิจัยจึงได้ทำ Pilot Study จำนวน 10 คน ทำการตรวจวัด Accommodative Microfluctuations (AMFs) ด้วยเครื่อง Auto Refractors-Keratometer ได้ค่าเป็นหน่วย เดซิเบล หลังการทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยจากกลุ่มแสงสีขาวโทนอุ่น เท่ากับ 58.74 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.91 ค่าเฉลี่ยกลุ่มแสงสีขาวโทนเย็นเท่ากับ 62.06 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.38

จากนั้น คำนวณหาจำนวนอาสาสมัครที่ต้องใช้ในงานวิจัยด้วยโปรแกรม G*Power โดยใส่ค่าที่ได้มาลงในโปรแกรม กำหนดให้ Significant Level 0.05 และ Power 80% (ดังแสดงในรูปที่ 3.1) ดังนั้น งานวิจัยนี้จะต้องใช้อาสาสมัคร อย่างน้อยกลุ่มละ 21 คน รวมเป็น 42 คน แต่ในการทดลองนี้มีผู้เข้าร่วมที่ผ่านการคัดกรองทั้งหมด 48 คน โดยแบ่งสุ่มเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 คน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 3.1 แสดงการคำนวณจำนวนผู้เข้าร่วมในงานวิจัย โดยใช้โปรแกรม G-power

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1) เครื่อง Auto Refractors-Keratometer : ACOMOREF 2

2) แบบสอบถามประเมินอาการตาล้า (ASQ-17)

3) แผ่นป้ายตรวจระดับการมองเห็นระยะใกล้ (Near Chart Rosenbaum)

4) แผ่นป้ายตรวจตาบอดสี (H.R.R. Pseudoisochromatic Plates 4 Edition)

5) อุปกรณ์วัดความสว่าง (Lux Meter รุ่น Lx1010B)

6) หลอดไฟ LED ปรับอุณหภูมิสีได้จำนวน 2 หลอด (3000 K และ 6500 K)

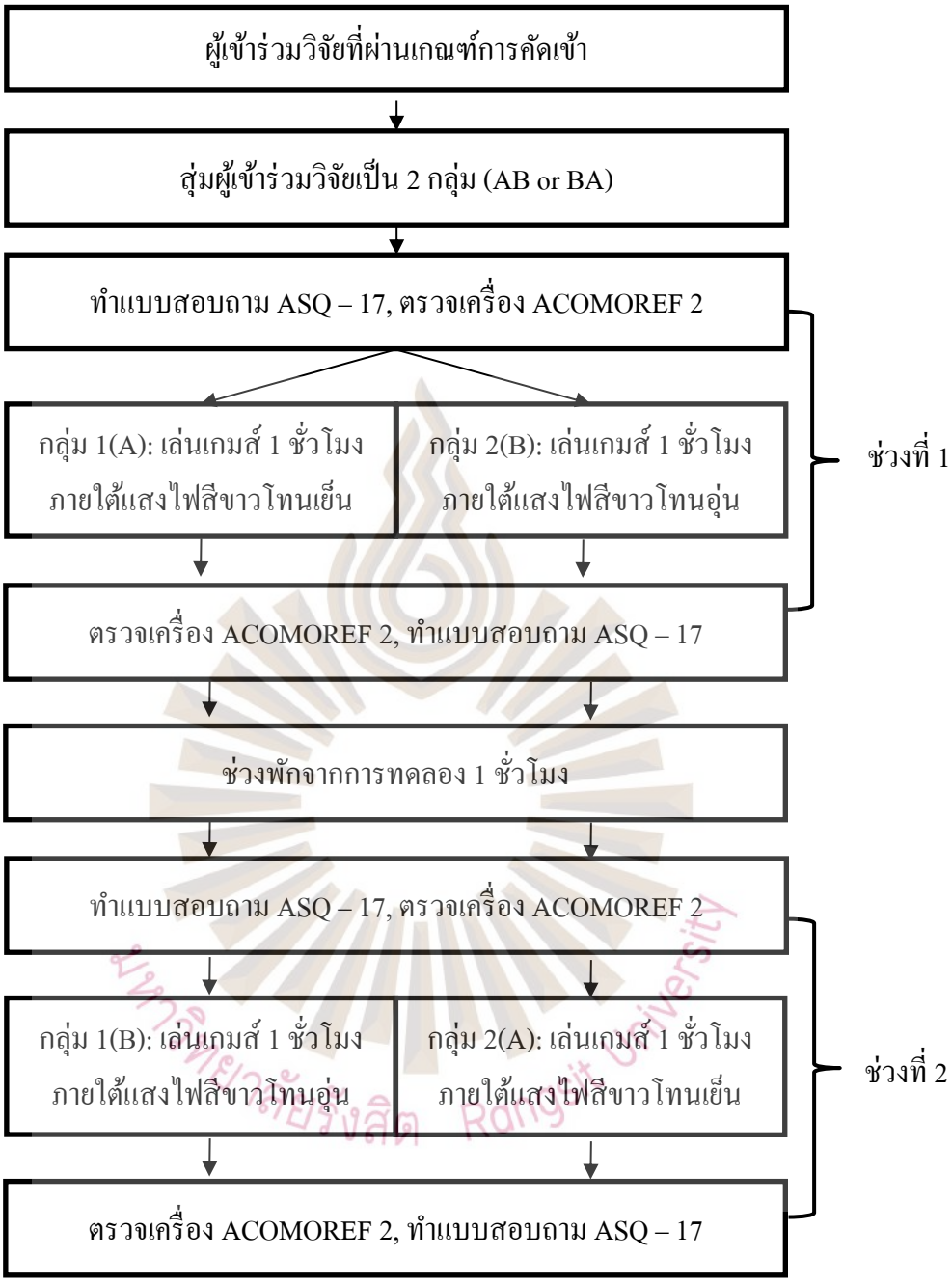
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้ทำวิจัยจะทำการซักประวัติและ ตรวจสุขภาพตาเบื้องต้น รวมถึงระดับการมองเห็นในระยะใกล้ โดยการใช้ Near Chart ที่ระยะ 40 เซนติเมตรและการตรวจคัดกรองตาเหล่ตาเข ด้วยเทคนิค Cover Test เมื่อผู้เข้าร่วมผ่านเกณฑ์คัดเข้าแล้ว(เกณฑ์การคัดเลือกแสดงดังตารางที่ 3.1) ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงนามเอกสารยินยอมเข้าร่วมวิจัย และทำการสุ่มแสงที่ผู้เข้าร่วมจะต้องทดลอง(ตารางที่ 3.2) เป็นแสงไฟสีขาวโทนอุ่นหรือแสงไฟสีขาวโทนเย็น จึงให้ทำแบบสอบถามประเมินตาล้า (ASQ-17) และ ตรวจ Accommodative Microfluctuations (AMFs) ดูอาการแสดงของตาล้าด้วยเครื่อง Auto Refract-Keratometer: ACOMOREF2 ก่อนการทดลอง หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการเล่นเกมส์จับคู่บนโทรศัพท์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วตรวจ AMFs และทำแบบสอบถาม ASQ-17 หลังการทดลองอีกครั้ง แล้วนำผลที่ได้มาบันทึก หลังจากเสร็จการทดลองในแสงโทนสีแรก จะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพักเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนที่จะเริ่มทำการทดลองในแสงโทนต่อไปอีกครั้ง ด้วยกระบวนการเดิม แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ผล (ดังรูปที่ 3.2)

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมโครงการวิจัย

เกณฑ์การคัดเข้า	เกณฑ์การคัดออก
- มีระดับการมองเห็นด้วยตาเปล่าในระยะใกล้ที่ 40 cm เท่ากับ 20/20 - กลุ่มผู้ที่มีช่วงอายุ18-30 ปี - สุขภาพตาดี	- มีภาวะมองเห็นสีบกพร่อง (Color Vision deficiency) - เป็นต้อกระจก (Cataract) - ได้รับการผ่าตัดทางตา - มีแผลที่กระจกตา (Cornea Scar) - ผู้ที่มีอาการแพ้แสง (Photophobia) - ผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้อตาไม่สมดุลหรือตาเหล่ (Strabismus)



รูปที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยมีรายละเอียดขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ซักประวัติ และลงนามใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

หลังจากผ่านเกณฑ์การคัดเข้า

3.3.2 สุ่มอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธี Block randomization

กลุ่ม 1 AB (24 คน) Cool light -> Washing period 1 ชั่วโมง -> Warm light

กลุ่ม 2 BA (24 คน) Warm light -> Washing period 1 ชั่วโมง -> Cool light

โดย Code A หรือ B ถูกใส่ในซองทึบปิดผนึกเรียงลำดับ 1- 48 ซอง คนที่เปิดปิดไฟ เป็นคนเดียวที่รู้ว่า Code A หรือ B คืออะไร ซึ่งผู้ที่ประเมิน ASQ-17 และตรวจ AMFs ไม่รู้ว่า Code A หรือ B คืออะไร เพื่อไม่ให้มี Bias และเปิดเผย Code เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัย

ตารางที่ 3.2 แสดงการแบ่งกลุ่มในการทดลอง

	Period 1	**Washout period**	**Period 2**
Group 1 AB	Cool white light (1hr)	Break (1hr)	Warm white light (1hr)
Group 2 BA	Warm white light (1hr)	Break (1hr)	Cool white light (1hr)

Washing Period หมายถึง ช่วงห่างระหว่างแต่ละการทดลอง เพื่อให้ผลจากการทดลองครั้งแรกหมดไปเสียก่อน ซึ่งระหว่างที่อยู่ในช่วง Washing Period ผู้เข้าร่วมจะทำการคลายกล้ามเนื้อตาด้วย Fogging Technique โดยไม่สามารถเล่นโทรศัพท์มือถือหรือทำการใช้งานในระยะใกล้ และให้ผู้เข้าร่วมอยู่ภายใต้แสงสลัวเท่านั้น เพื่อทำให้เกิดการคลายกล้ามเนื้อตาจากการใช้งานในระยะใกล้ (Turull-Mallofré et al., 2023)

3.3.3 ทำแบบสอบถามประเมินตาล้าก่อนการทดลอง

เนื่องจากแบบสอบถาม ASQ-17 เป็นภาษาอังกฤษ ครบถ้วน (Lin, Li, Yang, et al., 2023) และผู้เข้าร่วมวิจัยอาจอ่านภาษาอังกฤษไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงใช้แบบสอบถามที่ดัดแปลงจาก ASQ-17 (ดังตารางที่ 3.3)

1) ผู้เข้าร่วมทำการอ่าน และตอบคำถาม จากแบบสอบถามด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่างที่กำหนด บนกระดาษ A4

2) ผู้ทำวิจัยรวบรวมคะแนนจากแบบสอบถาม

ตารางที่ 3.3 แสดงแบบสอบถามที่ดัดแปลงจาก ASQ-17

อาการโรคตาล้า			ระดับความรู้สึก			
			ไม่เคย	น้อย	ปานกลาง	มาก
			0	1	2	3
A	1	คุณรู้สึกไม่สบายรอบดวงตาของคุณหรือไม่				
	2	คุณมีอาการตาแห้งหรือไม่				
	3	คุณมีอาการเจ็บตาเหมือนมีเข็มทิ่มในตาหรือไม่				
	4	คุณมีอาการปวดตาหรือไม่				
	5	คุณมีความรู้สึกหนักเปลือกตาหรือไม่				
	6	คุณมีความรู้สึกตึงตาหรือไม่				
	7	คุณรู้สึกมีภาวะไวต่อแสงหรือไม่				
B	8	คุณรู้สึกไม่สบายตาเวลาเล่นโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์หรือไม่				
	9	คุณมีอาการตากระตุกหรือไม่				
	10	คุณรู้สึกลำบากเวลาใช้สายตาในระยะใกล้หรือไม่				
	11	คุณเคยเห็นภาพพร่ามัวหรือภาพซ้อนหรือไม่				
	12	คุณรู้สึกว่าอาการทางตาที่มีทำให้อ่านหนังสือได้ช้าลงหรือไม่				
	13	คุณรู้สึกไม่สบายตาเมื่อมองวัตถุสิ่งของหรือไม่				
C	14	คุณรู้สึกไม่ค่อยมีสมาธิเวลาใช้สายตามองหรือไม่				
	15	คุณรู้สึกจำเนื้อหาไม่ค่อยได้ทั้งที่เพิ่งอ่านไปหรือไม่				
	16	คุณมีอาการวิงเวียนศีรษะหรือปวดหัวเวลาใช้สายตาหรือไม่				
	17	คุณมีอาการวิตกกังวลหรือซึมเศร้าจากความไม่สบายตาของคุณหรือไม่				

3.3.4 ตรวจเครื่อง Auto Refract-Keratometer: ACOMOREF2 ก่อนการทดลอง

1) เตรียมเครื่องให้พร้อมสำหรับการใช้งาน

2) ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์95% ทำความสะอาดบริเวณForehead rest และChin rest

3) จัดท่าทางของผู้เข้าร่วมวิจัยให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยวางคางกับหน้าผากให้แนบกับ Forehead Rest และ Chin Rest พร้อมปรับระดับศีรษะของผู้เข้าร่วมวิจัยให้อยู่ในระดับ ที่เหมาะสม

4) เริ่มวัดที่ตาขวาก่อนทุกครั้ง และให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมองภาพที่ฉายอยู่ในตัวเครื่อง

5) ตัวเครื่องจะเริ่มทำการวัดค่าสายตา และขนาดรูม่านตาในตาขวา จากนั้นให้เลื่อนตัวเครื่องด้วย Joy stick เพื่อวัดตาซ้าย

6) เมื่อได้ค่าสายตาและขนาดรูม่านตาทั้งสองข้างแล้ว ตัวเครื่องจะแสดงหน้าจอให้เราเลื่อนตัวเครื่องกลับไปที่ตาข้างขวาอีกครั้ง เพื่อทำการวัดค่า AMFs

7) เมื่อวัดตาข้างขวาเสร็จแล้ว ตัวเครื่องจะแสดงที่หน้าจอให้เลื่อนไปยังตาซ้ายและเริ่มทำ การวัด AMFs อีกครั้ง โดยเวลาที่ใช้ต่อข้าง จะอยู่ที่ 2-3 นาที

8) ตัวเครื่องจะทำการพิมพ์ผลที่ได้ออกมา ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นหน่วย เดซิเบล

9) เก็บบันทึกผลค่าที่ได้จากเครื่อง

10) ใช้ค่าเฉลี่ยของตาทั้ง 2 ข้างในการวิเคราะห์ผล

3.3.5 เปิดไฟตามโทนสีที่ผู้เข้าร่วมสุ่มได้

1) ผู้วิจัยจะทำการเปิดไฟตามสีที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสุ่มได้ โดยหลอดไฟที่ใช้ จะเป็นหลอดไฟยาว LED ที่สามารถเปิดได้ทั้ง 2 สี

โดยการกดสวิตซ์ไฟ 1 ครั้ง ไฟที่ได้จะเป็นโทนสีเย็น(Cool Light)

2 ครั้ง ไฟที่ได้จะเป็นโทนสีอุ่น(Warm Light)

2) ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งตรงตำแหน่งที่จัดไว้ โดยกำหนดค่าแสงตามมาตรฐานความเข้มของแสงสว่างอยู่ที่ 500 lux

3) ทำการวัดความสว่างโดยใช้เครื่องมือ Lux Meter

4) ปรับเก้าอี้ให้เหมาะสม

3.3.6 ให้อาสาสมัครเล่นเกมส์จับคู่จากโทรศัพท์มือถือเครื่องที่ใช้ทดลอง และจับเวลา เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง

1) ทำการเปิดเกมส์จับคู่บนโทรศัพท์ I-Phone 12

2) บอกวิธีการเล่นเกมส์จับคู่ให้ผู้เข้าร่วมทราบ และให้ทดลองเล่น

3) ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเล่นเกมส์จับคู่เป็นเวลา 1 ชั่วโมงภายใต้แสงของหลอดไฟที่สุ่มได้

4) พอครบ 1 ชั่วโมง ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหยุดการเล่น

3.3.7 ตรวจวัดค่าอาการตาล้าจากเครื่อง Auto Refract-Keratometer: ACOMOREF2 หลังการทดลอง

จากการเปลี่ยนมาวัดหาค่า AMFs ก่อน หลังจากเข้าร่วมการทดลอง เพราะว่าในระหว่างที่ผู้เข้าร่วมวิจัยทำแบบสอบถามอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเวลาในการทำแบบสอบถามของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน จึงให้ผู้เข้าร่วมทำการตรวจหาค่า AMFs ก่อน แล้วจึงทำแบบสอบถามประเมินตาล้า ซึ่งจะเป็นขั้นตอนเดียวกัน ที่จะใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด

1) เตรียมเครื่องให้พร้อมสำหรับการใช้งาน

2) ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์95% ทำความสะอาดบริเวณForehead Rest และChin Rest

3) จัดท่าทางของผู้เข้าร่วมวิจัยให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยวางคางกับหน้าผากให้แนบกับ Forehead rest และ Chin rest พร้อมปรับระดับศีรษะของผู้เข้าร่วมวิจัยให้อยู่ในระดับ ที่เหมาะสม

4) เริ่มวัดที่ตาขวาก่อนทุกครั้ง และให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมองภาพที่ฉายอยู่ในตัวเครื่อง

5) ตัวเครื่องจะเริ่มทำการวัดค่าสายตา และขนาดรูม่านตาในตาขวา จากนั้นให้เลื่อนตัวเครื่องด้วย Joy stick เพื่อวัดตาซ้าย

6) เมื่อได้ค่าสายตาและขนาดรูม่านตาทั้งสองข้างแล้ว ตัวเครื่องจะแสดงหน้าจอให้เราเลื่อนตัวเครื่องกลับไปที่ตาข้างขวาอีกครั้ง เพื่อทำการวัดค่า AMFs

7) เมื่อวัดตาข้างขวาเสร็จแล้ว ตัวเครื่องจะแสดงที่หน้าจอให้เลื่อนไปยังตาซ้ายและเริ่มทำ การวัด AMFs อีกครั้ง โดยเวลาที่ใช้ต่อข้าง จะอยู่ที่ 2-3 นาที

8) ตัวเครื่องจะทำการพิมพ์ผลที่ได้ออกมา ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นหน่วย เดซิเบล

9) เก็บบันทึกผลค่าที่ได้จากเครื่อง

10) ใช้ค่าเฉลี่ยของตาทั้ง 2 ข้างในการวิเคราะห์ผล

3.3.8 ให้อาสาสมัครทำแบบสอบถาม ASQ-17 หลังการทดลอง

1) ผู้เข้าร่วมทำการอ่าน และตอบคำถาม จากแบบสอบถามด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนด บนกระดาษ A4

2) ผู้ทำวิจัยรวบรวมคะแนนจากแบบสอบถาม

3.3.9 รวบรวมข้อมูลที่ได้ พร้อมบันทึกข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsoft excel

3.3.10 หลังจากพักสายตา 1 ชั่วโมง ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการทดลองอีกครั้งในแสงโทนที่ 2 (ทำซ้ำข้อ 3.3.3-3.3.9)

3.3.11 รวบรวมข้อมูลที่ได้ พร้อมบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS ทดสอบการแจกแจงข้อมูลด้วย Shapiro Wilk Test (เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คำนวณน้อยกว่า 50 คน) พบว่า ข้อมูล คะแนน ASQ-17 และ AMFs มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ (Normal Distribution) จึงแสดงผลของข้อมูลเป็นค่า Mean และ Standard Deviation ส่วนผลต่างของข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง มีการแจกแจงของข้อมูลแบบไม่ปกติ (Non-normal Distribution) จึงแสดงผลของข้อมูลเป็น Median และ Interquartile Range

ในกรณีที่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ใช้ independent t-test ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่ม และใช้ Paired T-Test ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่ม

และในกรณีที่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบไม่ปกติ ใช้ Mann Whitney U Test ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่ม และใช้ Wilcoxon Signed Ranks Test ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.05

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีอาสาสมัครที่ลงนามยินยอมเข้าร่วมวิจัย จำนวน 51 คน ถูกคัดออกจำนวน 3คน เนื่องจากพบมีภาวะมองเห็นสีบกพร่อง 1 คน และได้รับการผ่าตัดทางตา 2 คน จึงมีอาสาสมัครที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 48 คน อายุเฉลี่ย 24.81 ± 1.63 ปี (อายุต่ำสุด 22 ปี และสูงสุด 28 ปี) แบ่งเป็นเพศชาย 13 คน คิดเป็นร้อยละ 27.08 และเพศหญิง 35 คน คิดเป็นร้อยละ 72.92

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มอาสาสมัคร

จากการสุ่ม Block Randomization แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 คน โดยกลุ่ม 1 เป็นกลุ่มที่ทดลองในรูปแบบ Sequence AB และในกลุ่ม 2 เป็นกลุ่มที่ทดลองในรูปแบบ Sequence BA ซึ่งมีข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มอาสาสมัคร

Demographic and baseline	Group 1 (Cool-warm) n = 24	Group 2 (Warm-cool) n = 24
Age (year) Mean ± SD	24.5 ± 1.41	25.13 ± 1.8
Gender N (%)		
Female	17 (70.83%)	18 (75%)
Male	7 (29.17%)	6 (25%)
ASQ-17 (score) Mean ± SD	15.58 ± 4.93	14.54 ± 5.71
AMFs (dB) Mean ± SD	62.91 ± 3.29	62.82 ± 3

AMF (Accommodative microfluctuations), ASQ-17 (17-item Asthenopia Survey Questionnaire)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามอาการตาล้าและ Accommodative Microfluctuations

4.2.1 ข้อมูลของ AMFs และ ASQ-17

โดยผู้วิจัยได้แสดงข้อมูลของ AMFs และ ASQ-17 เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงแบบ Normal Distribution จึงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย ตามตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย Accommodative Microfluctuations (AMFs) ของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

AMFs	Period 1		*P* value[a]	Period 2		*P* value[a]
	Before	After		Before	After	
Group 1	62.91 ± 3.29	63.56 ± 3.47	0.371	64.76 ± 3.18	61.51 ± 3.56	<0.001*
Group 2	62.82 ± 3	61.27 ± 3.7	0.025*	62.43 ± 3.19	62.96 ± 3.99	0.174

AMF (Accommodative microfluctuations), * (Statistically significant), [a] Paired t-test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Accommodative microfluctuations (AMFs) ก่อนและหลังการทดลอง พบว่าทั้งในกลุ่มที่ 1 และ 2 ในแสงสีขาวโทนอุ่น มีค่าเฉลี่ย AMFs ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ และ $p = 0.025$ ตามลำดับ) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของแสงสีขาวโทนเย็นจากทั้ง 2 กลุ่ม (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ-17) ของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

ASQ-17	Period 1		*P* value[a]	Period 2		*P* value[a]
	Before	After		Before	After	
Group 1	15.58 ± 4.93	20.00 ± 9.07	0.009*	13.13 ± 6.97	19.58 ± 8.97	<0.001*
Group 2	14.54 ± 5.71	19.04 ± 7.86	0.002*	15.75 ± 6.07	19.17 ± 7.14	0.004*

ASQ-17 (17-item Asthenopia Survey Questionnaire), * (Statistically significant), [a] Paired t-test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ-17) ของอาสาสมัครก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มที่ 1 พบว่า หลังการทดลองในสภาวะแสงสีขาวโทนเย็น และแสงสีขาวโทนอุ่นมีค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.009$ และ $p < 0.001$ ตามลำดับ) และการเปรียบเทียบในกลุ่มที่ 2 พบว่า

หลังการทดลองในสภาวะแสงสีขาวโทนอุ่นและแสงสีขาวโทนเย็น มีค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$ และ $p = 0.004$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.3)

4.3 ผลการทดลอง

ผลการทดลอง (Treatment Effect) คำนวณจากผลต่างของข้อมูลก่อนและหลังการทดลองของผู้ร่วมวิจัยแต่ละคนในแต่ละช่วงเวลา ค่ากลางของผลต่างดังกล่าว แสดงในตารางที่ 4.4 เนื่องจากข้อมูลผลการทดลองมีการกระจายตัวของข้อมูลไม่ปกติ จึงนำเสนอเป็นค่า Median และ Interquartile Range

Treatment Effect ของ Period ที่ 1 = After – Before ใน Period ที่ 1

Treatment Effect ของ Period ที่ 2 = After – Before ใน Period ที่ 2

ตารางที่ 4.4 แสดงผลต่างของ ASQ-17 และค่า AMFs ในแต่ละช่วงของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม

Treatment effect	**Period 1**	**Period 2**
Group 1 (AB) n = 24	Cool White Light	Warm White Light
AMFs	1.2 (-2.07, 2.76)	-2.31 (-3.89, -0.67)
ASQ - 17	2 (-1, 6.5)	6 (2, 9)
Group 2 (BA) n = 24	Warm White Light	Cool White Light
AMFs	-0.95 (-3.66, 0.69)	0.88 (-0.34, 2.66)
ASQ - 17	5 (0, 8.5)	2 (0, 6)

AMF (Accommodative microfluctuations), ASQ-17 (17-item Asthenopia Survey Questionnaire)

วิเคราะห์ผลกระทบจากการทดลองแบบ Cross-over Design จากข้อมูล ASQ-17 และ AMFs โดยผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1) Treatment Effect: เปรียบเทียบแสงสีขาวโทนเย็นและแสงสีขาวโทนอุ่น

2) Carryover Effect: ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ในการทดลองช่วงที่ 2

3) Sequence Effect: เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 1(AB) and 2(BA)

4) Period Effect: เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาของการทดลอง

4.3.1 ผลการทดลอง (Treatment Effect)

เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการทดลองในแสงสีขาวโทนเย็นและแสงสีขาวโทนอุ่นของทั้ง 2 กลุ่ม โดยรวมผลการทดลองในแสงโทนเย็นของกลุ่มที่ 1 ช่วงเวลาที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ช่วงเวลาที่ 2 และ รวมผลการทดลองในแสงโทนอุ่นของกลุ่มที่ 1 ช่วงเวลาที่ 2 กับกลุ่มที่ 2 ช่วงเวลาที่ 1 แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลการทดลอง ได้ผลดังนี้

1) AMFs

(1) ค่า AMFs ในแสงโทนเย็น เท่ากับ 1.02 (-1.97, 2.67) เดซิเบล

(2) ค่า AMFs ในแสงโทนอุ่น เท่ากับ -1.87 (-3.85, 0.18) เดซิเบล

(3) ค่า AMFs ในแสงโทนเย็น มากกว่า ค่า AMFs ในแสงโทนอุ่น 2.89 เดซิเบล หรือ การใช้สายตาในแสงโทนเย็นทำให้มีอาการแสดงของตาล้ามากกว่าการใช้สายตาในแสงโทนอุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

2) ASQ-17

(1) ค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนเย็น เท่ากับ 2 (0, 6)

(2) ค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนอุ่น เท่ากับ 6 (0, 8.5)

(3) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนเย็นและแสงโทนอุ่น ($p = 0.099$)

4.3.2 ผลกระทบต่อเนื่อง (Carryover Effect)

เป็นผลของการทดลองในช่วงแรกที่ค้างอยู่ในตัว ต่อเนื่องไปถึงผลในช่วงที่ 2 วิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทดลองในช่วงที่สอง ที่อาจมีผลต่อเนื่องจากการทดลองในช่วงแรก

1) AMFs

Treatment Difference หรือผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ในทั้ง 2 ช่วงเวลาควรมีค่าเท่ากัน หรือ ใกล้เคียงกัน จากตารางที่ 4.4 พบว่า

(1) Treatment Difference ในช่วงที่ 2 เท่ากับ 0.88 - (-2.31) = 3.19 เดซิเบล

(2) Treatment Difference ในช่วงแรก เท่ากับ 1.2 - (-0.95) = 2.15 เดซิเบล

(3) ข้อมูลนี้บอกถึงความเป็นไปได้ของผลกระทบต่อเนื่อง

2) ASQ-17

(1) กลุ่มที่ 1: ค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนอุ่น หลังจากการทดลองในแสงโทนเย็น เท่ากับ 6 (2, 9)

(2) กลุ่มที่ 2: ค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนเย็น หลังจากการทดลองในแสงโทนอุ่น เท่ากับ 2 (0, 6)

(3) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.06)

4.3.3 ผลกระทบจากลำดับ (Sequence Effect)

เป็นผลจากการถูกจัดเป็นกลุ่มที่ได้ sequence แบบ AB หรือ BA เปรียบเทียบผลการทดลองรวมระหว่างกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 โดยรวมผลการทดลองในแสงโทนเย็น ช่วงเวลาที่ 1 กับแสงโทนอุ่น ช่วงเวลาที่ 2 ของกลุ่มที่ 1 และ รวมผลการทดลองในแสงโทนอุ่น ช่วงเวลาที่ 1 กับแสงโทนเย็น ช่วงเวลาที่ 2 ของกลุ่มที่ 2 แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างผลการทดลอง ระหว่างกลุ่มได้ผลดังนี้

1) AMFs

(1) กลุ่ม 1 ค่า AMFs รวมของแสงโทนเย็น และแสงโทนอุ่น เท่ากับ -1.81 (-3.25, 1.85) เดซิเบล

(2) กลุ่ม 2 ค่า AMFs รวมของแสงโทนอุ่น และแสงโทนเย็น เท่ากับ -0.01 (-2.29, 1.41) เดซิเบล

(3) ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.35)

2) ASQ-17

(1) กลุ่ม 1 ค่า ASQ-17 รวมของแสงโทนเย็น และแสงโทนอุ่น 4.5 (1, 8)

(2) กลุ่ม 2 ค่า ASQ-17 รวมของแสงโทนเย็น และแสงโทนอุ่น 3 (0, 7)

(3) ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.43)

สรุปว่า ไม่มีผลกระทบจากลำดับของการทดลอง

4.3.4 ผลกระทบจากช่วงเวลา (Period Effect)

เป็นผลจากการประเมินที่ต่างกันในแต่ละ ช่วงเวลาของการทดลอง

เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างการทดลองช่วงแรกและช่วงที่สอง โดยไม่คำนึงถึงว่าเป็นแสงโทนเย็นหรือแสงโทนอุ่น

1) AMFs

(1) ช่วงแรก ค่า AMFs รวมของกลุ่ม 1 แสงโทนเย็น และกลุ่ม 2 แสงโทนอุ่น เท่ากับ -0.39 (-2.44, 2.31) เดซิเบล

(2) ช่วงที่สอง ค่า AMFs รวมของกลุ่ม 1 แสงโทนเย็น และกลุ่ม 2 แสงโทนอุ่น เท่ากับ -0.53 (-3.17, 1.12) เดซิเบล

(3) ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.52)

2) ASQ-17

(1) ช่วงแรก ค่า ASQ-17 รวมของกลุ่ม 1 แสงโทนเย็น และกลุ่ม 2 แสงโทนอุ่น เท่ากับ 2.5 (-0.5, 8)

(2) ช่วงที่สอง ค่า ASQ-17 รวมของกลุ่ม 1 แสงโทนเย็น และกลุ่ม 2 แสงโทนอุ่น เท่ากับ 4 (0, 7)

(3) ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.76)

สรุปว่า ไม่มีผลกระทบจากช่วงเวลาของการทดลอง

เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดผลกระทบต่อเนื่อง (Carryover Effect) จึงต้องวิเคราะห์เฉพาะผลของการทดลองในช่วงแรกเท่านั้น

AMFs

(1) ค่า AMFs ในแสงโทนเย็น เท่ากับ 1.20 (-2.07, 2.76) เดซิเบล

(2) ค่า AMFs ในแสงโทนอุ่น เท่ากับ -0.95 (-3.66, 0.69) เดซิเบล

(3) ค่า AMFs ในแสงโทนเย็น มากกว่า ค่า AMFs ในแสงโทนอุ่น 2.15 เดซิเบล

หรือ การใช้สายตาในแสงโทนเย็นทำให้มีอาการแสดงของตาล้ามากกว่าการใช้สายตาในแสงโทนอุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.029)

ASQ-17

(1) ค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนเย็น เท่ากับ 2 (-1, 6.5)

(2) ค่าคะแนน ASQ-17 ในแสงโทนอุ่น เท่ากับ 5 (0, 8.5)

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในแสงโทนเย็นและแสงโทนอุ่น (p = 0.64)

บทที่ 5

อภิปรายสรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผล

ในการศึกษาผลของแสงสีขาวโทนอุ่น (Warm Light) และแสงสีขาวโทนเย็น (Cool Light) ต่ออาการตาล้า ในอาสาสมัครจำนวน 48 คน แบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่ม ทำการทดลองแบบ Cross-over design โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลค่า Accommodative microfluctuations (AMFs) และคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ-17)

5.1.1 ค่า Accommodative Microfluctuations (AMFs)

จากการศึกษา หลังจากทำการทดลองโดยการให้อาสาสมัครเล่นเกมส์จับคู่ในโทรศัพท์ มือถือ เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในสภาวะแสงโทนเย็น และแสงโทนอุ่น เมื่อดูผลจากการเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลองในตารางที่ 4.2 พบว่าในสภาวะแสงสีขาวโทนอุ่นทั้งในกลุ่ม1 และ กลุ่ม2 ค่าเฉลี่ย AMFs มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$ และ $p = 0.025$ ตามลำดับ และพบว่าในสภาวะแสงสีขาวโทนเย็นจากทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ย AMFs เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อดูที่ผลการทดลอง (Treatment Effect) หรือผลต่างของค่า AMFs ก่อนและหลังการทดลองในตารางที่ 4.4 โดยรวมผลการทดลองในแสงโทนเย็นของกลุ่มที่ 1 ช่วงเวลาที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ช่วงเวลาที่ 2 และ รวมผลการทดลองในแสงโทนอุ่นของกลุ่มที่ 1 ช่วงเวลาที่ 2 กับกลุ่มที่ 2 ช่วงเวลาที่ 1 พบว่า ค่า AMFs ในแสงโทนเย็น มากกว่า ค่า AMFs ในแสงโทนอุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า การใช้สายตาในแสงโทนเย็นทำให้มีอาการแสดงของตาล้ามากกว่าการใช้สายตาในแสงโทนอุ่น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

โดยทั่วไป ในการศึกษาวิจัยแบบ Crossover Design ถ้าไม่มี Carryover Effect ผลต่างของการทดลอง หรือ Treatment Difference ในทั้ง 2 ช่วงเวลาจะมีค่าเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน แต่ในงานวิจัยนี้ พบว่า Treatment Difference ในช่วงที่ 2 มีค่ามากกว่าช่วงแรก หรือมี Carryover Effect ดังนั้นจึงวิเคราะห์เฉพาะผลของการทดลองในช่วงแรกเท่านั้น ซึ่งได้ผลค่า AMFs ในแสงโทนเย็นมากกว่า ค่า AMFs ในแสงโทนอุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาที่ให้อาสาสมัครเล่นเกมส์จับคู่ในโทรศัพท์มือถือ ในสภาวะแสงสีขาวโทนอุ่น (Warm Light) จะได้ค่า AMFs ที่ลดลง ในทั้ง 2 กลุ่ม ($p < 0.001$ และ $p = 0.025$ ตามลำดับ) ซึ่งการลดลงของ AMFs หมายถึง สภาวะที่กล้ามเนื้อตา(Ciliary Muscle) ทำงานน้อยลง เมื่อต้องใช้สายตาในการเพ่งวัตถุ แสดงให้เห็นว่าในสภาวะแสงสีขาวโทนอุ่น (Warm Light) สามารถลดความล้าของสายตาได้ อาจเป็นเพราะว่า ในสภาวะแสงสีขาวโทนเย็น (Cool Light) ให้แสงที่แสดงเป็นสีขาวฟ้า เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นอยู่ในช่วง 435 – 500 นาโนเมตร (Jones, 2024) แต่ให้พลังงานสูง ในขณะที่แสงสีขาวโทนอุ่นให้พลังงานสูง ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 550 -650 นาโนเมตร ซึ่งความยาวคลื่นของแสงที่ต่างกันนั้น ส่งผลกระทบต่อจังหวะชีวิต (Circadian Rhythms) และอารมณ์อีกด้วย (Blume, Garbazza, & Spitschan, 2019)

โดย Brainard และคณะ (2001) บอกว่าแต่ละช่วงของความยาวคลื่นแสงมีผลในการยับยั้งเมลาโทนิน ซึ่งช่วงที่ส่งผลมากที่สุดคือช่วง 446 – 477 นาโนเมตร โดยความยาวคลื่นที่ส่งผลมากที่สุดคือ 464 นาโนเมตร ($R^2 = 0.91$) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อสารสี Melanopsin ใน Photoreceptors ของชั้นจอตา ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการปลดปล่อยเมลาโทนิน เมื่อได้รับคลื่นแสงในช่วงสีฟ้าที่มีพลังงานสูง จึงทำให้เกิดการยับยั้งการหลั่งของเมลาโทนิน ที่ส่งผลต่อการใช้กล้ามเนื้อตา (Ciliary Muscle) ในการเพ่ง ทำการกระตุ้นให้เกิดอาการตาล้าได้มากกว่าแสงสีขาวโทนอุ่น ซึ่งความยาวคลื่นของแสง และอุณหภมิสีของแสงที่ต่างกัน จะส่งผลต่อการปลดปล่อยของเมลาโทนิน จากการศึกษาในอาสาสมัคร 13 คน ทดลองหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เปรียบเทียบระหว่างจอคอมพิวเตอร์ ชนิด LED อุณหภูมิสี 6953 K ช่วงความยาวคลื่น 454 – 474 นาโนเมตร กับจอคอมพิวเตอร์ชนิด Non-LED อุณหภูมิสี 4775 K ในช่วงความยาวคลื่นเดียวกัน ซึ่งจอ LED ดังกล่าวมีคุณสมบัติให้คลื่นแสงในช่วงสีฟ้ามากกว่าจอ Non-LED 3.32 เท่า ผลการศึกษา พบว่าในการทดลองหน้าจอ LED มีการลดลงของเมลาโทนินมากกว่าจอ Non-LED อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.045$) (Cajochen et al., 2011)

เหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการมีนวัตกรรมการป้องกันแสงสีฟ้าสามารถช่วยลดอาการตาล้าได้ดีกว่า ซึ่งเมื่อวัดด้วยเครื่อง Critical Flicker Frequency เป็นเครื่องมือวัดความเมื่อยล้าของสายตา พบว่าการใส่เลนส์ที่ป้องกันแสงสีฟ้าได้มาก (53.9%) ช่วยลดอาการตาล้าได้ดีกว่าการใส่เลนส์ที่สามารถกรองแสงสีฟ้าออกได้น้อย (26.1%หรือ 35.1%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ide et al., 2015)

นอกจากนี้ แสงสีขาวโทนอุ่นซึ่งมีความเข้มสว่างน้อยกว่าแสงสีขาวโทนเย็น จะให้แสงสะท้อนที่น้อยกว่า หรือแยกความแตกต่างของสีที่เห็น(Contrast Sensitivity)ได้ดีกว่า (Patterson, Bargary, & Barbur, 2015) โดยความแตกต่างกันจากโทนสีทั้งสองแบบ อาจส่งผลให้เกิดตาล้าที่ต่างกันในรูปแบบต่างๆได้

5.1.2 คะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ-17)

จากการศึกษาคะแนนแบบสอบถามที่ใช้ประเมินอาการตาล้าจำนวน 17 ข้อ (ASQ-17) พบว่า หลังการทดลองในสภาวะแสงสีขาวโทนเย็น และแสงสีขาวโทนอุ่นมีค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม (ตารางที่ 4.2) แต่เมื่อวิเคราะห์ผลการทดลอง (Treatment Effect) พบว่า หลังการทดลองในสภาวะแสงสีขาวโทนเย็น และแสงสีขาวโทนอุ่น ค่าคะแนน ASQ-17 จากทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากแสงทั้งสองโทนสีให้ความรู้สึกของอาการตาล้าที่มากขึ้นทั้งคู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen et al. (2023) ทำการศึกษาเพื่อดูความสว่างและอุณหภูมิสีของแสง LED พบว่ามีผลกระทบอย่างชัดเจนต่ออาการเมื่อยล้าทางสายตาในระหว่างการอ่านหนังสือ เช่นเดียวกับการศึกษาของวาสนา พาวิน (2560) ที่ทำการทดสอบในแสงสีขาวโทนเย็น แล้วทำการเทียบกันในแต่ละระดับความเข้มสว่างของแสง พบว่ามีอาการตาล้าเพิ่มหลังจากการทดลอง ($p < 0.01$) แต่อาการตาล้าที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยจะแตกต่างกันไปตามความเข้มสว่างของแสง แต่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ide et al. (2015) ที่ให้ทำแบบสอบถามหลังทำงานกับคอมพิวเตอร์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วพบว่าไม่มีอาการตาล้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ 17) จากผลการทดลองในสภาวะแสงโทนสีที่ 1 แล้วต่อด้วยแสงโทนสีที่ 2 ส่งผลต่อความรู้สึกอาการตาล้าที่แตกต่างกัน ตามการศึกษาของ Hsieh et al. (2020) อธิบายไว้ว่าเมื่ออุณหภูมิสีของหลอดไฟเพิ่มขึ้นร่วมกับการปรับระดับความสว่าง การรับรู้ทางสายตาของผู้เข้าร่วมจะเปลี่ยนจากสลัว น่าเบื่อ และง่วงนอน เป็นรุนแรง สดใส และมีพลัง

ได้ เมื่อเปลี่ยนโทนสีของหลอดไฟจากสีขาวโทนเย็นไปสีขาวโทนอุ่น ทำให้รู้สึกถึงอาการตาล้าที่น้อยลง และมีการปรับเปลี่ยนทางอารมณ์ ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นได้ (Mostafavi, Xu, & Kalantari, 2024) นอกจากนี้ เมื่อเปลี่ยนจากสภาวะแสงสีขาวโทนเย็นเป็นแสงสีขาวโทนอุ่น จะให้ความรู้สึกอบอุ่น ผ่อนคลาย ไม่มีการตื่นตัวทำให้มีความรู้สึกอาการตาล้าน้อยลงได้ เช่นเดียวกัน ในการศึกษาผลรวมของแสงไฟและสภาพแวดล้อมที่มีต่ออารมณ์และการมองเห็น พบว่า แสงสีขาวโทนอุ่นร่วมกับผนังห้องสีขาว จะช่วยลดความเครียด และอาการตาล้าได้ดีกว่า (Shahidi et al., 2021) ซึ่งคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้านี้ เป็นผลจากการรับรู้ทางสายตาและอารมณ์ของอาสาสมัครในขณะที่ทำการทดลอง

5.1.3 ค่า Accommodative Microfluctuations (AMFs) และคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ-17)

ผลการศึกษานี้พบว่ามีความไม่สอดคล้องจากคะแนนจากแบบสอบถามตาล้า (ASQ-17) ของผู้เข้าร่วมที่มีคะแนนเพิ่มขึ้น ขณะที่ผลการตรวจทางเครื่องมือ (AMFs) กลับแสดงค่าที่บ่งบอกถึงตาล้าลดลงในแสงสีขาวโทนอุ่น ซึ่งอาจอธิบายได้จากความแตกต่างระหว่างการรับรู้ส่วนตัวและผลจากการวัดด้วยเครื่องมือ รวมถึงปัจจัยทางจิตวิทยาและสิ่งแวดล้อมที่อาจมีบทบาทในการแปลผลเหล่านี้

ซึ่งการประเมินด้วยแบบสอบถามที่ใช้ความรู้สึกของผู้เข้าร่วมแล้ว อาจเกิดจากสภาวะทางจิตใจขณะใช้งานในสภาพแวดล้อมที่กำหนดอยู่ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับระดับความเครียด ประสิทธิภาพในการทำงาน และความเหนื่อยล้าทางจิตใจ ซึ่งแสงอาจไม่ได้ส่งผลต่อการมองเห็นเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีบทบาทสำคัญต่อสภาวะทางจิตใจและประสิทธิภาพการทำงานของบุคคลได้ (Bao et al., 2021) หรืออาจเกี่ยวข้องกับการพักผ่อนที่ไม่เพียงพอ (Lin et al., 2023) โดยอาการเหล่านี้อาจสัมพันธ์กับความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อตา แม้ว่าการตรวจด้วยเครื่องมือจะไม่สามารถจับการเปลี่ยนแปลงหรือวัดค่าได้

สอดคล้องกับการศึกษาของจามรี สอนบุตร และคณะ (2552) ที่พบว่าความชุกความล้าของตาจากแบบสอบถาม มีมากถึงร้อยละ 77.5 และการตรวจวัดตาล้าจากค่า CFF เหลือเพียงร้อยละ 49.7 ซึ่งผลจากแบบสอบถามส่งผลให้มีตาล้ามากกว่าการตรวจด้วยเครื่องอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ความชุกที่ได้จากแบบสอบถามร่วมกับเครื่องวัดความล้าของตาได้ร้อยละ 40.8 ดังงนั้น ควรเลือกใช้

วิธีการทั้งสองร่วมกัน เนื่องจากวิธีประเมินจากแบบสอบถามให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาการที่ผู้เข้าร่วมรู้สึกจริง ขณะที่การตรวจด้วยเครื่องมือสามารถยืนยันความถูกต้องและช่วยแยกแยะอาการที่อาจรู้สึกไม่ชัดเจน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและแม่นยำต่อการรักษามากยิ่งขึ้น

5.2 สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบว่าจากการประเมินด้วยคะแนนแบบสอบถามอาการตาล้า (ASQ-17) มีคะแนนที่มากขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในสภาวะแสงทั้งสองโทนสี แต่จากการประเมินด้วยค่า Accommodative Microfluctuations (AMFs) แสงสีขาวโทนอุ่นมีผลในการลดค่า AMFs อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าเฉลี่ย AMFs จากแสงสีขาวโทนเย็นเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นแสงไฟสีขาวโทนอุ่นอาจเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมต่อการใช้งานภายในห้องที่มีการใช้งานเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) เพื่อให้ผลการศึกษาที่แม่นยำมากขึ้นแนะนำให้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระยะเวลาการทดลองที่เหมาะสม เพื่อประเมินผลกระทบของแสงในระยะยาว

2) เพิ่มจำนวนอาสาสมัครให้มากขึ้น เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ชัดเจนและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

3) เพิ่มระยะเวลาในการพักให้นานขึ้น เพื่อป้องกันผลกระทบต่อเนื่อง (Carryover Effect)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2551). *คู่มือประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร "พัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติด้านเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง"*. สืบค้นจาก http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15167โครงการการฝึกอบรมภาคปฏิบัติการอนุรักษ์ พลังงานในระบบแสงสว่าง.pdf

คัดคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (2563). *แสงและสมบัติของแสง*. สืบค้นจาก https://ngthai.com/science/31390/light-and-properties

จามรี สอนบุตร, พิชญา พรภททองสุข และสุภาภรณ์ เต็งไตรสรณ์. (2552). ความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อความล้าของตาในผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารการแพทย์สงขลานครินทร์*, *27*(2), 91-104. สืบค้นจาก https://medinfo.psu.ac.th/smj2/27_2/27_2pdf/01-jammare.pdf

ราชกิจจานุเบกษา. (2561). *ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง*. เล่ม 135 ตอนที่ 39 หน้า 15 ประกาศใช้ 21 กุมภาพันธ์ 2561.

วาสนา พาวิน. (2560). *ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น* (Unpublished Doctoral dissertation). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. (2561). *คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร*. https://electricalroomthailand.com/wp-content/uploads/2024/04/คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร-TIEA-2018.pdf

อุมารินทร์ พูลพานิชอุปถัมย์ และฐิตาภรณ์ เหลืองวิลัย. (2557). *ปัจจัยที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอาการตาแห้งและความเมื่อยล้าของสายตาในพนักงานกรณีศึกษาในบริษัทอุตสาหกรรมผลิตหินเจียรแห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี*. มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. https://has.hcu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/1281/1/Umarin-Poolpanichuppatam.pdf

Abdi, S., Rydberg, A., Pansell, T., & Brautaset, R. (2006). Evaluation of accommodative Insufficiency with the Visual Analogue Scale (VAS). *Strabismus*, *14*(4), 199–204. https://doi.org/10.1080/09273970601026110

Achukumar, S. (2023, August 30). What is asthenopia? Causes, symptoms, diagnosis & management. *The Visionpedia.* Retrieved December 12, 2024, from https://thevisionpedia.com/what-is-asthenopia-causes-symptoms-diagnosis-management/

บรรณานุกรม (ต่อ)

Ayaki, M., Kuze, M., Kondo, M., Tsubota, K., & Negishi, K. (2019). Association between Retinal Nerve Fiber Layer Thickness and Eye Fatigue. *BioMed research international*, *2019*, 3014567. https://doi.org/10.1155/2019/3014567

Bao, J., Song, X., Li, Y., Bai, Y., & Zhou, Q. (2021). Effect of lighting illuminance and colour temperature on mental workload in an office setting. *Scientific reports*, *11*(1), 15284. https://doi.org/10.1038/s41598-021-94795-0

Blume, C., Garbazza, C., & Spitschan, M. (2019). Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie*, *23*(3), 147–156. https://doi.org/10.1007/s11818-019-00215-x

Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., & Rollag, M. D. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, *21*(16), 6405–6412. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-16-06405.2001

Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., . . . Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *110*(5), 1432–1438. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00165.2011

Chen, Y., Ma, T., Ye, Z., & Li, Z. (2023). Effect of illuminance and colour temperature of LED lighting on asthenopia during reading. *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, *43*(1), 73–82. https://doi.org/10.1111/opo.13051

Deng, R. Z., Tian, L., Sun, X. Q., Zhang, J. F., Lin, N., Lin, Y. Y., & Lyu, F. (2023). [Development of an asthenopia survey questionnaire for general surveys]. *Zhonghua yan ke za zhi*, *59*(6), 452–459. https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112142-20220712-00339

Glimne, S., Brautaset, R., & Österman, C. (2020). Visual fatigue during control room work in process industries. *Work*, *65*(4), 903–914. https://doi.org/10.3233/WOR-203141

บรรณานุกรม (ต่อ)

Hampson, K.M., Cufflin, M.P. & Mallen, E.A.H. Sensitivity of Chaos Measures in Detecting Stress in the Focusing Control Mechanism of the Short-Sighted Eye. *Bull Math Biol* 79, 1870–1887 (2017). https://doi.org/10.1007/s11538-017-0310-5

Han, C. C., Liu, R., Liu, R. R., Zhu, Z. H., Yu, R. B., & Ma, L. (2013). Prevalence of asthenopia and its risk factors in Chinese college students. *International journal of ophthalmology*, *6*(5), 718–722. https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2013.05.31

Hashemi, H., Saatchi, M., Yekta, A., Ali, B., Ostadimoghaddam, H., Nabovati, P., Aghamirsalim, M., & Khabazkhoob, M. (2019). High Prevalence of Asthenopia among a Population of University Students. *Journal of ophthalmic & vision research*, *14*(4), 474–482. https://doi.org/10.18502/jovr.v14i4.5455

Hsieh, M. C., Hong, L. Y., Wang, E. M., Chao, W. C., Yang, C. C., & Su, L. C. (2020). Effect of correlated colour temperature and illuminance levels on user's visual perception under LED lighting in Taiwan. *Ergonomics*, *63*(2), 175–190. https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1699964

Ide, T., Toda, I., Miki, E., & Tsubota, K. (2015). Effect of Blue Light-Reducing Eye Glasses on Critical Flicker Frequency. *Asia-Pacific journal of ophthalmology (Philadelphia, Pa.)*, *4*(2), 80–85. https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000069

Jones, A. Z. (2024, May 3). *What is the visible light spectrum?* ThoughtCo. Retrieved from https://www.thoughtco.com/the-visible-light-spectrum-2699036

Kajita, M., Muraoka, T., & Orsborn, G. (2020). Changes in accommodative micro-fluctuations after wearing contact lenses of different optical designs. *Contact lens & anterior eye : the journal of the British Contact Lens Association*, *43*(5), 493–496. https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.03.003

Kocaoglu, R. (2015). *The effects of correlated color temperature on sustained attention and mood of university students in learning environments* (Master's thesis, Bilkent University). Retrieved from http://hdl.handle.net/11693/30065

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Lin, N., Li, X. M., Yang, M. Y., Tian, L., Li, Z. H., Mao, J. L., . . . Deng, R. Z. (2023). Development of a new 17-item Asthenopia Survey Questionnaire using Rasch analysis. *International journal of ophthalmology*, *16*(11), 1867–1875. https://doi.org/10.18240/ijo.2023.11.20

Lin, N., Zhu, Y., Wu, X., Yang, M., Lu, F., & Deng, R. (2023). Prevalence and determinants of asthenopia among ophthalmologists in China: A national cross-sectional survey. *Frontiers in Public Health, 11*, 1290811. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1290811

Lin, Y. Y., Deng, R. Z., Li, Z. H., Zhang, J. F., Li, X. M., Lin, N., & Lyu, F. (2021). [A new valid and reliable questionnaire of asthenopia: development and evaluation]. *Zhonghua yan ke za zhi*, *57*(4), 284–291. https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112142-20200701-00442

Lupón, N., Gispets, J., Cardona, G., Tàpia, A., & Abril, H. (2019). Role of microfluctuations in accommodation: a novel approach to reduce non-accommodative noise. *International journal of ophthalmology, 12*(4), 681–684. https://doi.org/10.18240/ijo.2019.04.25

Medicolle. (2024). *Righton ACOMOREF 2 series*. Retrieved from https://medicolle.com/righton-acomoref-2-series/

Monticone, P. P., & Menozzi, M. (2011). A review on methods used to record and analyze microfluctuations of the accommodation in the human eye. *Journal of the European Optical Society - Rapid Publications, 6*(11003). https://doi.org/10.2971/jeos.2011.11003

Mostafavi, A., Xu, T. B., & Kalantari, S. (2024). Effects of illuminance and correlated color temperature on emotional responses and lighting adjustment behaviors. *Journal of Building Engineering, 86,* 108833. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108833

Onu, N., Timothy, C. O., Omaka, A., & Chidinma, U. (2020, August). *The relationship between subjective and objective near point of convergence and near point of accommodation of emmetropes and corrected ametropes*. Paper presented at the 3rd Joint Congress of the World Council of Optometry and the American Academy of Optometry, Orlando, Florida, USA. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/343770447

บรรณานุกรม (ต่อ)

Ortiz-Toquero, S., Sanchez, I., Serrano, A., & Martin, R. (2024). Prevalence of Computer Vision Syndrome and Its Risk Factors in a Spanish University Population. *Eye & contact lens*, *50*(8), 333–341. https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000001105

Osterhaus, W., Hemphälä, H., & Nylén, P. (2015). Lighting at computer workstations. *Work*, *52*(2), 315–328. https://doi.org/10.3233/WOR-152163

Patterson, E. J., Bargary, G., & Barbur, J. L. (2015). Understanding disability glare: Light scatter and retinal illuminance as predictors of sensitivity to contrast. *Journal of the Optical Society of America A, 32*(4), 576–586. https://doi.org/10.1364/JOSAA.32.000576

Reilly, J. M., Gaiser, H. L., & Young, B. T. (2023). *Clinical procedures for the ocular examination* (5th ed.). McGraw Hill.

Scheiman, M., & Wick, B. (2015). *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. Philadelphia, USA: Wolters Kluwer

Seguí, M. del M., Cabrero-García, J., Crespo, A., Verdú, J., & Ronda, E. (2015). A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace. *Journal of Clinical Epidemiology, 68*(6), 662–673. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.01.015

Shahidi, R., Golmohammadi, R., Babamiri, M., Faradmal, J., & Aliabadi, M. (2021). Effect of warm/cool white lights on visual perception and mood in warm/cool color environments. *EXCLI journal*, *20*, 1379–1393. https://doi.org/10.17179/excli2021-3974

Shariff, A., & Melendez, R. F. (2024). Asthenopia. *EyeWiki.* Retrieved December 12, 2024, from https://eyewiki.org/Asthenopia

Turull-Mallofré, A., García-Guerra, C. E., Mestre, C., Vilaseca, M., Pujol, J., & Aldaba, M. (2023). Influence of power and the time of application of fogging lenses on accommodation. *Biomedical Optics Express, 14*(10), 5488–5498. https://doi.org/10.1364/BOE.486442

Wang, J., Li, M., Zhu, D., & Cao, Y. (2020). Smartphone overuse and visual impairment in children and young adults: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research, 22*(12), e21923. https://doi.org/10.2196/21923

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Wang, Y., Zhai, G., Chen, S., Min, X., Gao, Z., & Song, X. (2019). Assessment of eye fatigue caused by head-mounted displays using eye-tracking. *Biomedical engineering online*, *18*(1), 111. https://doi.org/10.1186/s12938-019-0731-5

Wikipedia contributors. (2024, December 9). *Visual analogue scale*. Retrieved December 13, 2024, from https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_analogue_scale

Winn, B. (2000). Accommodative microfluctuations: A mechanism for steady-state control of accommodation. In O. Franzén, H. Richter, & L. Stark (Eds.), *Accommodation and vergence mechanisms in the visual system*. Birkhäuser. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-7586-8_11

Yu, H., Zeng, J., Li, Z., Hu, Y., Cui, D., Zhao, W., . . . Yang, X. (2022). Variability of Accommodative Microfluctuations in Myopic and Emmetropic Juveniles during Sustained near Work. *International journal of environmental research and public health*, *19*(12), 7066. https://doi.org/10.3390/ijerph19127066

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก

แบบบันทึกผลการตรวจ

แบบบันทึกข้อมูล

รหัส.....

วันที่.....

อายุ …….. ปี

Near VA OD……OS…..……OU…….

Cover test …….

แสง A หรือ B (วงกลม code ที่ได้)

ก่อนทดลอง		**หลังทดลอง**	
คะแนน ASQ-17.....		คะแนน ASQ-17.....	
ค่า AMF	ตาขวา.....	ค่า AMF	ตาขวา.....
	ตาซ้าย.....		ตาซ้าย.....
	รวมกัน.....		รวมกัน.....

แสง B หรือ A (วงกลม code ที่ได้)

ก่อนทดลอง		**หลังทดลอง**	
คะแนน ASQ 17.....		คะแนน ASQ 17.....	
ค่า AMF	ตาขวา.....	ค่า AMF	ตาขวา.....
	ตาซ้าย.....		ตาซ้าย.....
	รวมกัน.....		รวมกัน.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบสอบถามประเมินอาการตาล้า (ASQ 17)

<u>คำชี้แจง</u> ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกระดับความรู้สึกในแต่ละข้อ ได้แก่ ไม่เคย น้อย ปานกลาง มาก แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนด ลงบนกระดาษ A4

Items related to asthenopia symptoms			Frequency			
			No	Mild	Moderate	Severe
			0	1	2	3
A	1	Did you feel discomfort around your eyes?				
	2	Did you have eye dryness?				
	3	Did you have eye pain such as tingling, flatulence, etc?				
	4	Did you have eye soreness?				
	5	Did you have a feeling of heavy eyelid?				
	6	Did you have a feeling of tight eyes?				
	7	Were you sensitivity to light (such as fear of light and dark)?				
B	8	When using mobile phones or computers, did the brightness of the screen cause eye discomfort?				
	9	Did you squint?				
	10	Did you feel strenuous when using eyes at near?				
	11	Did you have blur or ghosting vision when using eyes at near?				
	12	Did it make you feel slower to read due to ocular symptoms?				
	13	Did you have eye discomfort when looking moving objects?				
C	14	Were you lack of concentration when using eyes?				
	15	Was it difficult to remember what you just read?				
	16	Did you have dizziness or headache when using eyes?				
	17	Did eye discomfort make you feel anxious or depressed?				

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบสอบถามที่ดัดแปลงจาก ASQ-17

<u>คำชี้แจง</u> เนื่องจากแบบสอบถาม ASQ-17 เป็นภาษาอังกฤษ และผู้เข้าร่วมวิจัยอาจอ่านภาษาอังกฤษไม่เข้าใจ จึงมีการแปลเป็นภาษาไทยโดยผู้วิจัยเอง เกิดเป็นแบบสอบถามที่ดัดแปลงจาก ASQ-17

อาการโรคตาล้า			ระดับความรู้สึก			
			ไม่เคย	น้อย	ปานกลาง	มาก
			0	1	2	3
A	1	คุณรู้สึกไม่สบายรอบดวงตาของคุณหรือไม่				
	2	คุณมีอาการตาแห้งหรือไม่				
	3	คุณมีอาการเจ็บตาเหมือนมีเข็มทิ่มในตาหรือไม่				
	4	คุณมีอาการปวดตาหรือไม่				
	5	คุณมีความรู้สึกหนักเปลือกตาหรือไม่				
	6	คุณมีความรู้สึกตึงตาหรือไม่				
	7	คุณรู้สึกมีภาวะไวต่อแสงหรือไม่				
B	8	คุณรู้สึกไม่สบายตาเวลาเล่นโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์หรือไม่				
	9	คุณมีอาการตากระตุกหรือไม่				
	10	คุณรู้สึกลำบากเวลาใช้สายตาในระยะใกล้หรือไม่				
	11	คุณเคยเห็นภาพพร่ามัวหรือภาพซ้อนหรือไม่				
	12	คุณรู้สึกว่าอาการทางตาที่มีทำให้อ่านหนังสือได้ช้าลงหรือไม่				
	13	คุณรู้สึกไม่สบายตาเมื่อมองวัตถุสิ่งของหรือไม่				
C	14	คุณรู้สึกไม่ค่อยมีสมาธิเวลาใช้สายตามองหรือไม่				
	15	คุณรู้สึกจำเนื้อหาไม่ค่อยได้ทั้งที่เพิ่งอ่านไปหรือไม่				
	16	คุณมีอาการวิงเวียนศีรษะหรือปวดหัวเวลาใช้สายตาหรือไม่				
	17	คุณมีอาการวิตกกังวลหรือซึมเศร้าจากความไม่สบายตาของคุณหรือไม่				

ภาคผนวก ข

เอกสารรับรองโครงการวิจัยโดยคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน

(Certificate of Approval)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

COA. No. RSUERB2024-163

RSU-ERB

เอกสารรับรองโครงการวิจัย (Certificate of Approval)

โดย คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารรับรองเลขที่	:	COA. No. RSUERB2024-163
ชื่อโครงการวิจัย	:	ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่ออาการตาล้า Effect of warm white light and cool white light on asthenopia
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย	:	นางสาวจิรัชญา เชียงทอง
หน่วยงานที่สังกัด	:	คณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
วิธีทบทวน	:	พิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนแบบเต็มคณะ (Full Board Review)
เอกสารที่รับรอง	:	1. แบบเสนอโครงการวิจัย 2. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย 3. หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย 4. แบบสอบถาม/แบบสัมภาษณ์
วันที่รับรอง	:	19 กันยายน 2567
วันที่หมดอายุ	:	19 กันยายน 2569
วันที่ต่ออายุ	:	ไม่เกิน 19 สิงหาคม 2569

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต ได้พิจารณาและมีมติรับรองเอกสาร ดังที่ระบุไว้ข้างต้น โดยยึดหลักจริยธรรม Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

RSU-ERB
19 SEP 2024

ลงนาม .....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปานันท์ กาญจนภูมิ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต

COA. No. RSUERB2024-163

RSU-ERB

RSU ETHICS REVIEW BOARD

Certificate of Approval
By
Ethics Review Board of Rangsit University

COA. No.	**COA. No. RSUERB2024-163**
Protocol Title	**Effect of warm white light and cool white light on asthenopia**
Principle Investigator	**Ms.Jiratchaya Chiengthong**
Affiliation	**Faculty of Optometry, Rangsit University**
How to review	**Full Board Review**
Approval includes	**1. Project proposal** **2. Information sheet** **3. Informed consent form** **4. Data collection form/Program or Activity plan**

Date of Approval: **19 September 2024** **Date of Expiration:** **19 September 2026**

Date of Renewal: **within 19 August 2026**

The prior mentioned documents have been reviewed and approved by Ethics Review Board of Rangsit University based Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline and International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice or ICH-GCP

RSU-ERB 19 SEP 2024

Signature.....

(Associate Professor Dr. Panan Kanchanaphum)

Chairman, Ethics Review Board for Human Research

ภาคผนวก ค

หนังสือแสดงเจตนายินยอม 18 ปี ขึ้นไป

(Informed Consent Form 18+)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

RSU-ERB.005-1 หนังสือแสดงเจตนายินยอม อายุไม่ต่ำกว่า 18 ปีบริบูรณ์

(Informed Consent Form 18+)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ._____

ข้าพเจ้า _____ อายุ _____ปี อาศัย_____

โทรศัพท์_____

ขอแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่อง " ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่ออาการตาล้า " โดยข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัยรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยและความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขหากเกิดอันตรายขึ้น ค่าตอบแทนที่จะได้รับค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้:

ข้าพเจ้าได้ทราบถึงสิทธิ์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับข้อมูลเพิ่มเติมทั้งทางด้านประโยชน์และโทษจากการเข้าร่วมการวิจัย และสามารถถอนตัวหรือถอดเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อการบริการหรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องที่ข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต และยินยอมให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าที่ได้รับจากการวิจัย แต่จะไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล โดยจะนำเสนอเป็นข้อมูลโดยรวมจากการวิจัยเท่านั้น

หากข้าพเจ้ามีอาการผิดปกติ รู้สึกไม่สบายกาย หรือมีผลกระทบต่อจิตใจของข้าพเจ้าเกิดขึ้นระหว่างการวิจัย ข้าพเจ้าจะแจ้งผู้วิจัยโดยเร็วที่สุด และหากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยขึ้นกับข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับ

ผู้วิจัยชื่อ นางสาวจิรัชญา เชียงทอง โทรศัพท์ 090-9050055 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

หากข้าพเจ้าได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการฯ หรือเลขานุการฯ ได้ที่สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน อาคารอาทิตย์ อุไรรัตน์ (อาคาร 1) ชั้น 5 ห้อง 504 มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถ.พหลโยธิน ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 หมายเลขโทรศัพท์ 0-2791-5728 โทรสาร 0-2791-5689

ข้าพเจ้าเข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และหนังสือแสดงเจตนายินยอมนี้โดยตลอดแล้ว จึงลงลายมือชื่อไว้

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____

(_____) (_____)

ผู้เข้าร่วมการวิจัย/ผู้แทนโดยชอบธรรม ผู้ขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่...../...../..... วันที่...../...../.....

ในกรณีผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถอ่านหนังสือได้ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ ..... จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ _____พยาน

วันที่...../...../.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยอายุ 18 ปี ขึ้นไป

(Participant Information Sheet 18+)

RSU-ERB.004-1 เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยอายุ 18 ปีขึ้นไป–ไทย

(Participant Information Sheet 18+)

☐ ต้นฉบับ☐ การปรับเปลี่ยนครั้งที่ _____ วันที่_____

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านจะได้รับเอกสารนี้ 1 ฉบับ นำกลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษาหารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท หรือผู้อื่นที่ท่านต้องการปรึกษาเพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการ(ภาษาไทย) ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่ออาการตาล้า

ชื่อผู้วิจัย นางสาวจิรัชญา เชียงทอง

สถานที่วิจัยสถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการได้ตลอด 24 ชั่วโมง

ตึก 12/1 คณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต หมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ 090-9050055

ผู้ให้ทุน ไม่มี

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์จัดทำขึ้นเพื่อ

1) เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นของแสงสีขาวโทนอุ่น(Warm Light) และแสงสีขาวโทนเย็น(Cool Light) ต่ออาการตาล้า

2) เพื่อศึกษาโทนของแสงไฟที่เหมาะสมกับการทำงานภายในห้อง

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมวิจัยนี้เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะที่จะทำการศึกษาวิจัย ดังต่อไปนี้

1) มีระดับการมองเห็นในระยะใกล้ที่ 40 cm (Near visual acuity) 20/20

2) กลุ่มผู้ที่มีช่วงอายุ18-30 ปี

3) สุขภาพตาดี

ท่านจะได้ประโยชน์ทางตรงจากงานวิจัย หรือ อาจจะไม่ได้รับประโยชน์จากงานวิจัยนี้โดยตรง กล่าวคืองานวิจัยนี้ได้ผลดีจะเป็นประโยชน์ คือ

1) ทราบถึงอาการตาล้าที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้แสงไฟสีขาวโทนอุ่น(Warm Light) เปรียบเทียบกับแสงไฟสีขาวโทนเย็น(Cool Light)

2) เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้โทนของแสงไฟภายในห้องทำงาน

งานวิจัยนี้จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ 50 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในเข้าร่วมการวิจัยประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ต่อวัน เป็นเวลา 2 วัน

หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้คือ

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ทำวิจัย จะทำการซักประวัติและให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงนามเอกสารยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้เข้าร่วมจะได้รับการตรวจสุขภาพตาเบื้องต้น รวมถึงระดับการมองเห็นในระยะใกล้ โดยการใช้ Near chart ที่ระยะ 40 เซนติเมตรและการตรวจคัดกรองตาเหล่ตาเข ด้วยเทคนิค Cover test เมื่อผู้เข้าร่วมผ่านเกณฑ์คัดเข้าแล้ว จะทำการสุ่มแสงที่ผู้เข้าร่วมจะต้องทดลอง เป็นแสงไฟสีขาวนวลหรือแสงไฟสีขาวเย็น จึงให้ทำแบบสอบถามประเมินตาล้า (ASQ-17) , ตรวจ Accommodative microfluctuations (AMF) ดูอาการตาล้าด้วยเครื่อง Auto Refract-Keratometer: ACOMOREF2 หลังจากนั้นให้ทำการเล่นเกมส์บนโทรศัพท์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการตรวจด้วยเครื่อง Auto Refract-Keratometer: ACOMOREF2 และทำแบบสอบถามประเมินตาล้า (ASQ-17) อีกครั้ง แล้วนำผลที่ได้มาบันทึกและวิเคราะห์ผล แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้งในอีกโทนสี ในวันนัดหมายครั้งถัดไป

ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัย *กรณีท่านอาจรู้สึกอึดอัด ไม่สบายใจ เครียด กับบางคำถาม ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามเหล่านั้นได้ หรือหากท่านรู้สึกว่าเป็นการเสียเวลา ใช้เวลาไม่เหมาะสม ท่านสามารถขอหยุดการเก็บบันทึกข้อมูลได้ตลอดเวลา*

หากท่านไม่เข้าร่วมในการวิจัยนี้ก็จะไม่มีผลต่อ การเรียนการสอนกรณีอาสาสมัครเป็นนักศึกษาหรือหน้าที่การงานกรณีอาสาสมัครเป็นบุคลากรในหน่วยงาน เป็นต้น

กรณีที่รู้สึกไม่สบายกาย หรือมีผลกระทบต่อจิตใจของท่านเกิดขึ้นระหว่างการวิจัยท่านจะแจ้งผู้วิจัยโดยเร็วที่สุดและหากท่านมีข้อข้องใจที่จะสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย หรือหากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยกับท่าน ท่านสามารถติดต่อได้ที่

นางสาวจิรัชญา เชียงทอง หมายเลขโทรศัพท์ 090-9050055 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

โดยในการเข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับสิ่งตอบแทน เป็นน้ำยาหยอดตาเทียมรายวัน จำนวน 10 หลอด

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวม ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคลอาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย, สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ, คณะกรรมการจริยธรรมฯ เป็นต้น

ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้จะไม่มีผลกระทบต่อการบริการและการรักษาที่สมควรจะได้รับแต่ประการใด

โครงการวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยรังสิตซึ่งมีสำนักงานอยู่ที่ สำนักงานจริยธรรมการวิจัยอาคารอาทิตย์ อุไรรัตน์ (อาคาร 1) ชั้น 5 ห้อง 504 มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถ.พหลโยธิน ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 หมายเลขโทรศัพท์ 0-2791-5728 โทรสาร 0-2791-5689 หากท่านได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ ท่านสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการฯ หรือเลขานุการฯ ได้ตามสถานที่และหมายเลขโทรศัพท์ข้างต้น

ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารนี้ครบถ้วนแล้ว

ลงชื่อ_____ผู้เข้าร่วมวิจัย

(_____)

วันที่ _____/_____/_____

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก จ

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยสำหรับการวิจัยด้วยแบบสอบถาม

(Self-administered questionnaire)

RSU-ERB.004-6 เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยสำหรับการวิจัยด้วยแบบสอบถาม (Self-administered questionnaire) -ไทย

☐ ต้นฉบับ ☐ การปรับเปลี่ยนครั้งที่..... วันที่...../...../.....

กรุณาลบถ้อยและเติมรายละเอียดของงานวิจัยท่านลงในช่องแบบฟอร์มด้านล่างนี้

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่าน

ด้วยดิฉัน นางสาวจิริชญา เชียงทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาทัศนมาตรคลินิก คณะวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต มีความประสงค์ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของแสงไฟสีขาวโทนอุ่นกับแสงไฟสีขาวโทนเย็นต่ออาการตาล้า

ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ 1) ทราบถึงอาการตาล้าที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้แสงไฟสีขาวโทนอุ่น(Warm Light) เปรียบเทียบกับแสงไฟสีขาวโทนเย็น(Cool Light)

2) เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้โทนของแสงไฟภายในห้องทำงาน

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะท่านมีคุณสมบัติดังนี้ 1) มีระดับการมองเห็นในระยะใกล้ที่ 40 cm (Near visual acuity) 20/20

2) กลุ่มผู้ที่มีช่วงอายุ18-30 ปี

3) สุขภาพตาดี

ความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเรื่อง " 17-item Asthenopia Survey Questionnaire หรือ แบบสอบถามประเมินตาล้า (ASQ-17) " ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน จำนวน 17 ข้อ ดังนี้

		Items related to asthenopia symptoms	Frequency			
			No	Mild	Moderate	Severe
			0	1	2	3
A	1	Did you feel discomfort around your eyes?				
	2	Did you have eye dryness?				
	3	Did you have eye pain such as tingling, flatulence, etc?				
	4	Did you have eye soreness?				
	5	Did you have a feeling of heavy eyelid?				
	6	Did you have a feeling of tight eyes?				
	7	Were you sensitivity to light (such as fear of light and dark)?				
B	8	When using mobile phones or computers, did the brightness of the screen cause eye discomfort?				
	9	Did you squint?				
	10	Did you feel strenuous when using eyes at near?				
	11	Did you have blur or ghosting vision when using eyes at near?				
	12	Did it make you feel slower to read due to ocular symptoms?				
	13	Did you have eye discomfort when looking moving objects?				
	14	Were you lack of concentration when using eyes?				

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

C	15	Was it difficult to remember what you just read?				
	16	Did you have dizziness or headache when using eyes?				
	17	Did eye discomfort make you feel anxious or depressed?				

ใช้เวลาในการตอบประมาณ 5-10 นาที ผู้วิจัยจะขอรับแบบสอบถามคืนเมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยทำแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อย

เนื่องจากแบบสอบถามประกอบด้วยคำถามหลายส่วน จึงขอความกรุณาให้ท่านพิจารณาตอบตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด โดยข้อมูลและคำตอบทั้งหมดจะถูกปกปิดเป็นความลับ และจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการศึกษาครั้งนี้ โดยออกมาเป็นภาพรวมของการวิจัยเท่านั้น จึงไม่มีผลกระทบใดๆต่อผู้ตอบหรือหน่วยงานของผู้ตอบ เนื่องจากไม่สามารถนำมาสืบค้นเจาะจงหาผู้ตอบได้ ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามข้อใดข้อหนึ่ง หากท่านไม่สบายใจหรืออึดอัดที่จะตอบคำถามนั้น หรือไม่ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเลยก็ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานใดๆของท่าน ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่เข้าร่วมการวิจัยก็ได้โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล

หากผู้เข้าร่วมวิจัยมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยหรือแบบสอบถาม สามารถติดต่อสอบถามได้ที่ สถานที่ติดต่อตึก 12/1 อาคารประยูร ศักดิ์ คณะทัศนมาตรศาสตร์มหาวิทยาลัยรังสิต ในวันและเวลาราชการ หรือ โทรศัพท์ที่ติดต่อได้ 090-9050055

โครงการวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของมหาวิทยาลัยรังสิต สำนักงานอยู่ที่ อาคารอาทิตย์ อุไรรัตน์ (อาคาร 1) ชั้น 5 ห้อง 504 มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถ.พหลโยธิน ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 หมายเลขโทรศัพท์ 0-2791-5688 โทรสาร 0-2791-5689 หากท่านได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ ท่านสามารถติดต่อประธานกรรมการฯหรือเลขานุการฯ ได้ตามสถานที่และหมายเลขโทรศัพท์ข้างต้น

ขอขอบพระคุณที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

ขอแสดงความนับถือ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	จิรัชญา เชียงทอง
วัน เดือน ปีเกิด	1 ตุลาคม 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต
	ปริญญาทัศนมาตรศาสตร์บัณฑิต , 2563
ที่อยู่ปัจจุบัน	8/160 พลัมคอนโด89 เฟส 2 ถนนพหลโยธิน89
	ต.ประชาธิปัตย์ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
สถานที่ทำงาน	คณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้ช่วยอาจารย์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University