

EFFECT OF ILLUMINANCE ON BLINK RATE DURING TABLET USE: A PILOT STUDY

Walaitip SAKSUDTHAYAKOM¹

1 Faculty of Optometry Rangsit University, Thailand

ABSTRACT

This study investigated the effect of illuminance on blink rate and eye strain during tablet use, comparing 150 lux and 500 lux environments. Thirty participants aged 18-35 years with normal ocular health read text on a 10.9-inch iPad Air for 30 minutes at 40 cm viewing distance under controlled Daylight (6500 K) illuminance in an experimental research design. Outcome measures included blink rate, incomplete blink rate, and eye strain assessed by the ASQ-17 questionnaire, analyzed using Paired t-test and Wilcoxon Signed-Rank Test ($\alpha = 0.05$). The 500 lux condition produced a significantly higher mean blink rate (7.84 ± 0.30 blinks/min; 95% CI: 7.72, 7.95) compared to 150 lux (7.74 ± 0.30 blinks/min; 95% CI: 7.63, 7.85) ($p < 0.001$). Incomplete blink rate was also significantly higher under 500 lux (1.62 ± 0.28 blinks/min; 95% CI: 1.51, 1.72) than 150 lux (1.56 ± 0.27 blinks/min; 95% CI: 1.46, 1.66) ($p < 0.001$). Eye strain prevalence was 70.00% under 150 lux and 63.33% under 500 lux, with no statistically significant difference ($p = 0.69$). These findings indicate that illuminance affects blink behavior, potentially through ocular response and adaptation mechanisms. Results may inform evidence-based design of tablet-use environments and support future research on dry eye and eye strain prevention.

Keywords: Illuminance, Blink Rate, Incomplete Blink, Tablet, Dry Eye, Eye Strain

CITATION INFORMATION: Saksudthayakom, W. (2026). Effect of Illuminance on Blink Rate During Tablet Use: A Pilot Study. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(7), 34.

ผลของความสว่างของแสงต่ออัตราการกะพริบตาระหว่างการใช้งานแท็บเล็ต: การศึกษานำร่อง

วลัยทิพย์ ศักดิ์สุทธยาคม¹

¹ คณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาผลของระดับความสว่างของแสงต่ออัตราการกะพริบตาและอาการตาล้าขณะใช้งานแท็บเล็ต โดยเปรียบเทียบความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีสุขภาพตาปกติ ไม่มีภาวะตาแห้ง อายุ 18-35 ปี จำนวน 30 คน เป็นการศึกษาแบบทดลองให้อ่านหนังสือผ่าน iPad Air ขนาด 10.9 นิ้ว เป็นเวลา 30 นาที ที่ระยะห่าง 40 เซนติเมตร ในห้องที่ควบคุมความสว่างด้วยหลอดไฟ Daylight (6500 K) ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ อัตราการกะพริบตาเฉลี่ย การกะพริบตาไม่สมบูรณ์ และคะแนนอาการตาล้าจากแบบสอบถาม ASQ-17 วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Paired Samples t-test และ Wilcoxon Signed-Rank Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยพบว่าความสว่างของแสง 500 ลักซ์ มีอัตราการกะพริบตาเฉลี่ยสูงกว่า 150 ลักซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า 7.84 ± 0.30 ครั้ง/นาที (95% CI: 7.72, 7.95) เทียบกับ 7.74 ± 0.30 ครั้ง/นาที (95% CI: 7.63, 7.85) ตามลำดับ ($p < 0.001$) อัตราการกะพริบตาไม่สมบูรณ์ในแสง 500 ลักซ์ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน โดยมีค่า 1.62 ± 0.28 ครั้ง/นาที (95% CI: 1.51, 1.72) เทียบกับ 1.56 ± 0.27 ครั้ง/นาที (95% CI: 1.46, 1.66) ($p < 0.001$) สำหรับอาการตาล้าจาก ASQ-17 พบผู้มีอาการในแสง 150 ลักซ์ จำนวน 21 คน (ร้อยละ 70.00) และในแสง 500 ลักซ์ จำนวน 19 คน (ร้อยละ 63.33) โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.69$)

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าระดับความสว่างของแสงมีผลต่อพฤติกรรมการกะพริบตา ซึ่งอาจสัมพันธ์กับกลไกการตอบสนองและการปรับตัวของดวงตา งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบห้องเรียนและห้องทำงานที่ใช้แท็บเล็ต รวมถึงเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยด้านการป้องกันตาแห้งและตาล้าในอนาคต

คำสำคัญ: ความสว่างของแสง, อัตราการกะพริบตา, การกะพริบตาไม่สมบูรณ์, แท็บเล็ต, ตาแห้ง, ตาล้า

ข้อมูลการอ้างอิง: วลัยทิพย์ ศักดิ์สุทธยาคม. (2569). ผลของความสว่างของแสงต่ออัตราการกะพริบตาระหว่างการใช้งานแท็บเล็ต: การศึกษานำร่อง. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(7), 34.

บทนำ

เนื่องจากสถานการณ์ Covid-19 ทำให้คนในปัจจุบันต้องทำงานออนไลน์ และเรียนออนไลน์มากขึ้น และต้องใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลมากขึ้นตาม คนวัยทำงานต้องทำงานจากที่บ้าน และประชุมผ่าน Video Conferencing นักเรียนต้องเรียนผ่านระบบออนไลน์ และการจัดสอบผ่านระบบออนไลน์ การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นจากเดิม 40% เป็น 100% เมื่อเทียบกับก่อนเกิดการ Lockdown (Kaur et al., 2022) อุปกรณ์ดิจิทัลที่นิยมใช้มากขึ้นนั้นคือแท็บเล็ต ซึ่งมีขนาดหน้าจอเล็กกว่าคอมพิวเตอร์ หรือโน้ตบุ๊ก มีประสิทธิภาพใกล้เคียงคอมพิวเตอร์ สามารถพกพาไปที่ต่างๆ ได้สะดวก ดังนั้นคนจึงนิยมใช้แท็บเล็ตกันเพิ่มขึ้น จากการที่เราสามารถพกพาอุปกรณ์นี้ไปที่ต่างๆ ได้ จึงทำให้เกิดการใช้งานแท็บเล็ต ในสภาวะความเข้มของแสงสว่างที่แตกต่างกัน การใช้แท็บเล็ตนั้นถ้าใช้งานในระยะเวลาหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้มีโอกาสดังกล่าว (Digital Eye Strain) และหนึ่งในอาการตาเหล่านี้คือตาแห้ง ปัจจุบันมีคนที่มีอาการตาแห้งเพิ่มขึ้นจากการใช้อุปกรณ์จอดิจิทัล (Al-Mohtaseb et al., 2021) อาการตาแห้งเกิดจากความไม่เสถียรของน้ำตาซึ่งอาจเกิดได้จากอายุที่มากขึ้น การใช้เลนส์สัมผัส โรคบางโรค เช่น โรคแพ้ภูมิตัวเอง หรือ SLE (Systemic Lupus Erythematosus) การหลับตาไม่สนิท การใช้ยาบางประเภท (Fraunfelder et al., 2012) การแต่งหน้าและการกะพริบตาที่ลดลง การกะพริบตาเกิดขึ้นโดยธรรมชาติจากระบบประสาทอัตโนมัติ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับตา และควบคุมการกระจายตัวของน้ำตาที่อยู่บนผิวของกระจกตา จากการศึกษาพบว่าอัตราการกะพริบตาที่ลดลงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการตาแห้งได้ในอนาคต ถ้ากะพริบตาน้อยจะทำให้เกิดการระเหยน้ำตามากกว่าคนที่กะพริบตาปกติ ผลกระทบที่เกิดจากตาแห้งมีอยู่หลายอย่าง เช่น คนที่ตาแห้งแบบรุนแรงบางคนจะรู้สึกแสบตา ไม่สบายตา มองเห็นภาพไม่ชัด (Coles-Brennan et al., 2019) และผิวกระจกตาเกิดความเสียหาย ปัจจัยที่ทำให้การกะพริบตาลดลงมีหลายอย่าง เช่น การใช้งานระยะใกล้ การมีสมาธิในการทำกิจกรรม เช่น ดูภาพยนตร์ เล่นเกม และการกะพริบตาเกิดขึ้นมากเมื่อตกอยู่ในสภาวะวิตกกังวล (Kojima et al., 2002) จากงานวิจัยพบว่าการอ่านหนังสือบนแท็บเล็ตจะส่งผลให้การกะพริบตาลดลง (Abusharha, 2017) ปัญหาตาแห้งสามารถเกิดขึ้นได้ในคนทุกวัย จากการศึกษาวิจัยหลายฉบับผลงานวิจัยที่ออกมาแสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ดิจิทัลนั้นส่งผลให้เกิดการกะพริบตาน้อยลง และมีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการตาแห้งได้ในอนาคต และการใช้อุปกรณ์ดิจิทัลในที่ต่างๆ ที่มีความเข้มของแสงสว่างที่ต่างกันส่งผลต่อความสบายตาต่างกัน (วาสนา พาวิน, 2560) ความสว่างของแสงที่เหมาะสมนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสบายตา ความสว่างของแสงที่แนะนำในสถานที่แนะนำในสถานที่ทำงานตามกฎหมายมาตรฐานความเข้มแสงสว่าง (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, 2561) ในห้องทำงาน สำนักงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ควรมีความสว่างของแสงเฉลี่ย 300-500 ลักซ์ แต่ในสถานที่ทำงานหรือแม้กระทั่งในบ้านจะมีสภาวะแสงในแต่ละที่จะมีความสว่างของแสงที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาอัตราการกะพริบตาของผู้ใช้งานแท็บเล็ตในที่ที่มีความสว่างของแสงต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำความสว่างของแสงที่เหมาะสมกับการใช้แท็บเล็ตเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดตาแห้ง และอาการตาแห้งสำหรับคนที่ใช้แท็บเล็ตในอนาคตเพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตและเพิ่มคุณภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

การทบทวนวรรณกรรม

(1) Chen และคณะ (2023) ได้ศึกษาผลของปริมาณแสงสว่างและอุณหภูมิสีของหลอดไฟต่ออาการตาแห้ง ผลการศึกษาพบว่า ทั้งความสว่างของแสงในห้องและอุณหภูมิสีของหลอดไฟส่งผลต่ออาการตาแห้ง โดยระดับความสว่างของแสง 500 ลักซ์ อุณหภูมิ 4000 K ส่งผลต่ออาการตาแห้งในระดับต่ำสุด ในทางกลับกันความสว่างของแสง 300 ลักซ์ อุณหภูมิ 2700 K และระดับความสว่างของแสง 1000 ลักซ์ อุณหภูมิ 6500 K จะส่งผลต่ออาการตาแห้งที่รุนแรงมากขึ้น (2) Bao และคณะ (2021) ได้ศึกษาการตอบสนองทางจิตวิทยาและทางสรีรวิทยาภายใต้สภาวะแสงที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 3000 K การตอบสนองจะมากขึ้นเมื่อความสว่างเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) แต่เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ 6500 K การตอบสนองจะน้อยลงเมื่อความสว่างเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) สรุปคือ สภาพแวดล้อมในสำนักงานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการ

ทำงานคือมีอุณหภูมิ 3,000 K และความสว่าง 750 ลักซ์ เนื่องจากส่งผลต่อการตอบสนองทางจิตใจน้อยที่สุด (3) Argiles และคณะ (2015) ศึกษาอัตราการกะพริบตาโดยบันทึกวิดีโอขณะผู้ร่วมวิจัยใช้สายตาอ่านข้อความภายใต้สถานการณ์จำลอง ผลการศึกษาพบว่า การอ่านข้อความทุกประเภทมีอัตราการกะพริบตาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการมองภาพระยะ 2 เมตร ($P < 0.001$) การทดลองที่มีผลกระทบน้อยที่สุดคือ การอ่านข้อความบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ขยาย 330% และอัตราการกะพริบตาแบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นในการอ่านบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากกว่าการอ่านข้อความบนหนังสือ (4) Abusharha (2017) ศึกษาอัตราการกะพริบตาและอาการไม่สบายตาในขณะที่อ่านข้อความบนแท็บเล็ต พบว่าเมื่อเทียบกับภาวะปกติ อัตราการกะพริบตาลดลงเมื่ออ่านในหนังสือและอ่านข้อความบนแท็บเล็ต และอ่านข้อความบนแท็บเล็ตมีอัตราการกะพริบตามากกว่าอ่านในหนังสือ ค่าเฉลี่ยคะแนนความไม่สบายตาของการอ่านในหนังสือสูงกว่าอ่านข้อความบนแท็บเล็ต และความไม่สบายตาเพิ่มขึ้นทุก 5 นาทีในการอ่านทั้งสองประเภท (5) Portello และคณะ (2013) ได้ศึกษาอัตราการกะพริบตาในขณะที่อ่านหนังสือบนจอคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า อัตราการกะพริบตาในขณะที่อ่านโดยไม่มีความตึงเครียดน้อยกว่าอัตราการกะพริบตาในขณะที่อ่านโดยมีความตึงเครียด พบว่าอาการไม่สบายตาเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการกะพริบตาลดลง คะแนนอาการไม่สบายตาเพิ่มและร้อยละของการกะพริบตาไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเช่นกัน (6) วาสนา พาวิน (2560) ได้ศึกษาเรื่องตาล้าและความสว่างของแสง สำหรับผู้ใช้สมาร์ทโฟนในเด็กวัยรุ่นตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ในที่ความสว่างของแสง 50 ลักซ์ มีรายงานอาการปวดตามากที่สุดในที่ความสว่างของแสง 300 ลักซ์ มีรายงานการปวดตาน้อยที่สุด สรุป คือการใช้งานที่ความสว่างของแสง 300 ลักซ์ พบว่ามีความสบายตามากที่สุด คะแนนปวดตาน้อยที่สุดและมีความรู้สึกพึงพอใจที่จะใช้งานในความสว่างของแสงนี้มากที่สุด (7) จามรisonนุตรและคณะ (2552) ได้ศึกษาอาการตาล้าของผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำแบบสอบถาม และใช้เครื่องมือวัดอาการ ตาล้า มีการวัดความสว่างของแสงที่เหมาะสมในการทำงานที่ทำให้สบายตาอยู่ที่ 300-500 ลักซ์ (8) Genis และคณะ (2011) ศึกษาโดยให้ผู้ร่วมวิจัยเล่นเกมสกีในคอมพิวเตอร์ 2 เกมที่แตกต่างกัน ผลการทดลองอัตราการกะพริบตาและความถี่ลดลงเมื่อเทียบกับข้อมูล baseline การวัดน้ำตาเมื่อเทียบกับ baseline จะมีค่ามากกว่าหลังเล่นเกม (9) McMonnies (2020) ศึกษาเกี่ยวกับการวัดอัตราการกะพริบตาและการทำงานของน้ำตาว่าในงานวิจัยที่ผ่านมาเชื่อถือได้จริงหรือไม่ โดยรวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยที่มีอยู่ ซึ่งวิจัยส่วนใหญ่จะมีการกระตุ้นทำให้เกิดการกะพริบตาแบบตั้งใจ ไม่ได้เป็นการกะพริบตาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งผลที่ได้อาจจะคลาดเคลื่อนได้ ควรเพิ่มการวัดอัตราการกะพริบตาที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและการกะพริบตาไม่สมบูรณ์เพิ่ม เพื่อให้แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างภาวะปกติและระหว่างทำกิจกรรมต่างๆ โดยผลจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การฟังและการพูดสามารถเพิ่มอัตราการกะพริบตา ในขณะที่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมาธิ เช่น การอ่านหนังสือ อัตราการกะพริบตาจะลดลงและมีผลการศึกษาเกี่ยวกับโดปามีนในสมองส่งผลเกี่ยวกับการกะพริบตา และปัจจัยอื่นๆ เช่น ความสนใจ ระดับสมาธิ ความเครียด และความวิตกกังวล ล้วนมีผลต่ออัตราการกะพริบตาด้วยเช่นกัน (10) Bentivoglio et al. (1997) เก็บข้อมูลอัตราการกะพริบตาของอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีระหว่างทำกิจกรรม 3 กิจกรรม พบว่าอัตราการกะพริบตาตอนอ่านหนังสือมีค่าน้อยที่สุด และระหว่างสนทนามีอัตราการกะพริบตามากที่สุด และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกะพริบกับสีของดวงตา อายุ หรือการใส่แว่น แต่พบกว่าเพศหญิงมีอัตราการกะพริบตาระหว่างอ่านหนังสือมากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทาง

สมมติฐานการวิจัย

การใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์และห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์ อาจมีผลต่ออัตราการกะพริบตาและอาการตาล้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการเกิดภาวะตาแห้ง งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลกระทบของความสว่างของแสงที่แตกต่างกันต่ออัตราการกะพริบตาระหว่างใช้งานแท็บเล็ตและอาการตาล้าหลังจากใช้งานแท็บเล็ต

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น

กลุ่มตัวอย่าง ใช้แท็บเล็ตในห้อง
ที่มีความสว่างของแสง 150 และ
500 ลักซ์



ตัวแปรตาม

- อัตราการกะพริบตา
- การกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์
- คะแนนอาการตาล้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบทดลอง (Experimental Research Design) ศึกษาผลของแสงสว่างที่มีความเข้มแตกต่างกันต่ออัตราการกะพริบตา ผู้ร่วมวิจัยจำนวน 30 คนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า โดยเก็บข้อมูลทั่วไป ทำแบบสอบถามอาการตาแห้ง (Ocular Surface Disease Index (OSDI)) จากนั้นทำการตรวจวัดสุขภาพตาและน้ำตา Non-invasive Tear Break Up Time (NITBUT) เมื่อผ่านเกณฑ์การคัดเข้าแล้ว เริ่มทำการทดลองโดยวัดอัตราการกะพริบตาของผู้ร่วมวิจัยในภาวะปกติ หลังจากนั้นให้ผู้ร่วมวิจัยใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ โดยหน้าจอปรับเป็น Day Mode และความสว่างของหน้าจอเป็นสว่างที่สุด ผู้ร่วมวิจัยจะได้ข้อมูลเปรียบเทียบความถี่ของกะพริบตาและความถี่ของอาการตาแห้งและความเมื่อยล้าของสายตาในพนักงาน กรณีศึกษาในบริษัทอุตสาหกรรมผลิตหินเจียรแห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี (อุมาริน พูลพานิชอุปถัมภ์, 2557) ในห้องที่มีความเข้มของแสง 150 ลักซ์ ยืนยันความเข้มของแสงด้วยการวัดด้วย Lux Meter โดยก่อนทำการวัดจะทำการ Calibrate เครื่อง Lux Meter ก่อนวัดทุกครั้ง โทนสีของหลอดไฟเป็น Daylight (6500 K) และให้อ่านหนังสือเป็นเวลา 30 นาที วางแท็บเล็ตบนขาตั้งที่จัดไว้ระยะห่างระหว่างจอกับผู้ร่วมวิจัยอยู่ในระยะ 40 เซนติเมตร จอจะอยู่ต่ำกว่าระยะสายตาของผู้ร่วมวิจัย ในระหว่างการทดลองนี้ จะทำการถ่ายวิดีโอเพื่อสังเกตการกะพริบตาขณะที่ผู้ร่วมวิจัยใช้แท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสงแตกต่างกัน นับจำนวนครั้งของการกะพริบตาใน 30 นาที และวิเคราะห์อัตราการกะพริบตา 10 นาทีแรก 11-20 นาที และ 21-30 นาที นอกจากนี้ยังนับจำนวนการกะพริบตา และ Incomplete blink ด้วย โดยลดความเร็วของวิดีโอ ทำการบันทึกผลเป็นจำนวนครั้งและร้อยละของการกะพริบตาทั้งหมด นัดผู้ร่วมวิจัยมาทำการทดลองต่อในวันถัดไป โดยการเปิดไฟห้องที่มีความสว่างของแสง ระดับที่ 500 ลักซ์ ให้อ่านหนังสือเป็นเวลา 30 นาที ตรวจวัดอัตราการกะพริบตาต่อนาที และบันทึกผล รวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัย บันทึกในโปรแกรม Excel โดยข้อมูลที่เป็น Normal distribution จะรายงานเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) ส่วนข้อมูลที่ไม่เป็น Normal Distribution จะรายงานเป็นค่ามัธยฐาน (Median) และพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรม STATA เวอร์ชัน 16 โดยในการศึกษานี้ 1).ทดสอบการแจกแจงข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk Test 2).วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาระหว่างช่วงเวลานาทีที่ 1-10, 11-20 และ 21-30 ในแต่ละห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ โดยใช้สถิติ One-way repeated measures ANOVA และใช้ Greenhouse-Geisser correction ในกรณีไม่เป็นไปตามข้อตกลง Sphericity ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะเปรียบเทียบรายคู่โดยใช้ Bonferroni test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ 3).วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวมของอัตราการกะพริบตาระหว่างการใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ โดยใช้สถิติ Paired t-test (ถ้าข้อมูลเป็น Normal Distribution) หรือ Wilcoxon signed rank test (ถ้าข้อมูลไม่เป็น Normal distribution) ในกรณีที่มีการเปรียบเทียบข้อมูลที่เป็น Normal distribution กับ ข้อมูลที่ไม่เป็น Normal distribution จะใช้ข้อมูลที่เป็นค่ามัธยฐาน และวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test การวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

ผลการวิจัย

พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 และเพศชายจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67 ระดับการศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับมัธยมปลายจำนวน 21 คน (ร้อยละ 70.00) รองลงมาคือระดับปริญญาตรี จำนวน 8 คน (ร้อยละ 26.67) และระดับปริญญาโทจำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.33) มีอายุของกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับ 24.07 ปี (95% CI: 22.69, 25.44) ทำให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้งานหน้าจอในวัยเรียนและวัยทำงาน สุขภาพดวงตาและปัญหาสายตา พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 19 คน (ร้อยละ 63.33) มีค่าสายตาผิดปกติ (Refractive error) โดยส่วนมากเป็นสายตาสั้น (Myopia) จำนวน 15 คน (ร้อยละ 78.95 ของผู้ที่มีปัญหา สายตา) รองลงมาคือสายตาสั้นร่วมกับสายตาเอียง (Myopic Astigmatism) จำนวน 3 คน (ร้อยละ 15.79) และสายตายาว (Hyperopia) จำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.26) สำหรับการแก้ไข ปัญหาสายตาพบว่าผู้ที่มีปัญหาสายตาทุกคนใช้แว่นตา (ร้อยละ 100) และยังมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน (ร้อยละ 15.79) ที่ใช้เลนส์สัมผัส (Contact Lens) ร่วมด้วย เมื่อประเมินสุขภาพดวงตาด้วยแบบประเมิน Ocular Surface Disease Index (OSDI) พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.84 คะแนน 95% CI: 5.69, 7.98) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ (Normal Range: 0-12 คะแนน) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทุกคนไม่มีอาการตาแห้ง (Dry Eye) และค่า Non-Invasive Tear Break-Up Time (NITBUT) ซึ่งเป็นการวัดคุณภาพการแตกตัวของน้ำตา พบว่าตาขวามีค่าเฉลี่ย 11.40 วินาที (95% CI: 10.94, 11.85) และตาซ้ายมีค่าเฉลี่ย 11.46 วินาที (95% CI: 11.02, 11.89) ค่า NITBUT ของตาทั้ง 2 ข้างมี มากกว่า 10 วินาที แสดงให้เห็นว่าคุณภาพการแตกตัวของน้ำตาของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับที่ปกติ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการกะพริบตาและร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ต่อการกะพริบตาทั้งหมดใน 1 นาที ระหว่างการใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์และ 500 ลักซ์

Blink Rate	150 Lux		500 Lux		P Value
	Mean $\pm$ SD	95% CI	Mean $\pm$ SD	95% CI	
Total	7.74 $\pm$ 0.30	7.63, 7.85	7.84 $\pm$ 0.30	7.72, 7.95	<0.001
Incomplete	1.56 $\pm$ 0.27	1.46, 1.66	1.62 $\pm$ 0.28	1.51, 1.72	<0.001
% Incomplete	20.02 $\pm$ 2.67	19.02, 21.02	20.55 $\pm$ 2.78	19.51, 21.60	<0.001

อัตราการกะพริบตาในภาวะปกติมีความเฉลี่ยเท่ากับ 17.72 ± 1.29 ครั้งต่อนาที เมื่อเทียบกับตารางที่ 1 พบว่าอัตราการกะพริบตาลดลงจนใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือทั้งในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ Paired t-test) และพบว่าอัตราการกะพริบตาและอัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ในห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์สูงกว่า 150 ลักซ์ ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ Paired t-test) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก ในการเปรียบเทียบอัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ระหว่างในภาวะปกติก่อนการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือและขณะใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ เนื่องจากข้อมูลอัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ในภาวะปกติไม่เป็น Normal distribution แต่ข้อมูลอัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ขณะใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ เป็น Normal distribution จึงใช้ค่ามัธยฐานของข้อมูลทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน อัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ในภาวะปกติก่อนการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.08 (IQR 0.00, 0.25) ครั้งต่อนาที เมื่อใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ อัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นค่ามัธยฐาน 1.44 (IQR 1.32, 1.80) และ 1.48 (IQR 1.40, 1.85) ครั้งต่อนาที ในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ Wilcoxon signed rank test)

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ต่อการกะพริบตาทั้งหมดใน 1 นาที ระหว่างในภาวะปกติก่อนการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือและขณะใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ เนื่องจากข้อมูลร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ใน

ภาวะปกติไม่เป็น Normal distribution แต่ข้อมูลร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ขณะใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ เป็น Normal distribution จึงใช้ค่ามัธยฐานของข้อมูลทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน พบว่าในภาวะปกติก่อนการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือ ร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์มีค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 0.42 (IQR 0.00, 1.33) เมื่อใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 18.97 (IQR 17.57, 22.50) และ 19.28 (IQR 18.14, 22.96) ในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ Wilcoxon signed rank test)

ตารางที่ 2 อัตราการกะพริบตาในช่วงนาฬิกาที่ 1-10 นาฬิกาที่ 11-20 และนาฬิกาที่ 21-30 ระหว่างการใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์

Total Blink Rate	150 Lux		500 Lux	
	Mean $\pm$ SD	(95% CI)	Mean $\pm$ SD	(95% CI)
1-10 minutes	7.68 $\pm$ 0.34	(7.56, 7.81)	7.84 $\pm$ 0.32	(7.72, 7.95)
11-20 minutes	7.81 $\pm$ 0.31	(7.69, 7.93)	7.84 $\pm$ 0.34	(7.71, 7.96)
21-30 minutes	7.73 $\pm$ 0.31	(7.62, 7.85)	7.84 $\pm$ 0.33	(7.72, 7.97)
p-value*	0.011		0.949	

* One-way repeated measures ANOVA with Greenhouse-Geisser correction

จากตารางที่ 2 เมื่อเทียบอัตราการกะพริบตาในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ ในช่วงนาฬิกา วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาระหว่าง 3 ช่วงเวลา โดยใช้ One-way repeated measures ANOVA และ Greenhouse-Geisser correction พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.011$) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ โดยใช้ Bonferroni test พบว่านาฬิกา 1-10 และ 11-20 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.033$) แต่คู่อื่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์ วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาระหว่าง 3 ช่วงเวลา โดยใช้ One-way repeated measures ANOVA และ Greenhouse-Geisser correction พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.949$) และเมื่อเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni test ไม่พบความแตกต่างระหว่างทุกคู่ของช่วงเวลา

ตารางที่ 3 อัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ ในช่วงนาฬิกาที่ 1-10 นาฬิกาที่ 11-20 และนาฬิกาที่ 21-30 ระหว่างการใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์

Incomplete Blink Rate	150 Lux		500 Lux	
	Mean $\pm$ SD	(95% CI)	Mean $\pm$ SD	(95% CI)
1-10 minutes	1.51 $\pm$ 0.30	(1.40, 1.62)	1.60 $\pm$ 0.30	(1.48, 1.71)
11-20 minutes	1.62 $\pm$ 0.25	(1.52, 1.71)	1.64 $\pm$ 0.28	(1.53, 1.74)
21-30 minutes	1.55 $\pm$ 0.29	(1.44, 1.65)	1.63 $\pm$ 0.29	(1.52, 1.73)
p-value*	0.002		0.311	

* One-way repeated measures ANOVA with Greenhouse-Geisser correction

จากตารางที่ 3 เมื่อเทียบอัตราการกะพริบตาไม่สมบูรณ์ในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ ในช่วงนาฬิกา 1-10, 11-20 และ 21-30 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาระหว่าง 3 ช่วงเวลา โดยใช้ One-way repeated measures ANOVA และ Greenhouse-Geisser correction พบว่าช่วงเวลามีผลต่ออัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) เมื่อเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni test พบว่าเมื่อเทียบรายคู่ พบว่าหน้าที่ 11-20 ต่างกับหน้าที่ 1-10 ($p = 0.006$) และ 21-30 ($p = 0.033$) แต่หน้าที่ 1-10 และ 21-30 ไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบอัตราการกะพริบตาในห้องที่มีความสว่างของ 500 ลักซ์ วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาระหว่าง 3 ช่วงเวลา โดยใช้ One-way repeated measures ANOVA และ Greenhouse-Geisser correction พบว่าช่วงเวลาไม่มีผลต่ออัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.311$) และเมื่อเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธี Bonferroni test ไม่พบความแตกต่างระหว่างทุกคู่ของช่วงเวลา

ตารางที่ 4 คะแนน ASQ-17 และอาการตาล้าที่เกิดขึ้นหลังจากใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์

Variables	150 Lux		500 Lux		p-value
	Mean $\pm$ SD	(95% CI)	Mean $\pm$ SD	(95% CI)	
ASQ-17 score	16.1 $\pm$ 7.27	(13.38, 18.82)	15.9 $\pm$ 7.84	(12.97, 18.83)	0.78
Asthenopia	21 (70%)		19 (63.33%)		0.69

จากตารางที่ 4 เมื่อเทียบอาการตาล้าตอนใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือทั้งในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองกลุ่ม ($p = 0.78$) และเมื่อพิจารณาความชุกของอาการตาการเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่าง 2 กลุ่มไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.69$)

โดยสรุปผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือทำให้อัตราการกะพริบตาลดลง และการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น โดยการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือในห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์ มีอัตราการกะพริบตาและการกะพริบตาไม่สมบูรณ์สูงกว่าการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ แต่อาการตาล้าที่เกิดขึ้นในความสว่างของแสงทั้ง 2 ไม่แตกต่างกัน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือทำให้อัตราการกะพริบตาลดลงและมีการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากอัตราการกะพริบตาในภาวะปกติ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต (Argiles et al., 2015; Abusharha, 2017; Portello et al., 2013) Argiles และคณะ (2015) ศึกษาอัตราการกะพริบตาขณะผู้ร่วมวิจัยใช้สายตาอ่านข้อความภายใต้สถานการณ์ต่างๆ พบว่า อัตราการกะพริบตาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาในการมองภาพระยะ 2 เมตรเท่ากับ 15.5 ครั้งต่อนาที ลดลงเหลือ 6 ครั้งต่อนาที ในการอ่านบทความบน แท็บเล็ตและอัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นในการอ่านบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากกว่าการอ่านข้อความบนหนังสือ Abusharha (2017) ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการกะพริบตาและการไม่สบายตาในขณะที่อ่านข้อความบนแท็บเล็ต และอ่านข้อความบนหนังสือ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาปกติ 19.74 ครั้งต่อนาที ลดลงเหลือ 11.35 และ 14.93 ครั้งต่อนาที ในการอ่านบทความในหนังสือ และอ่านบนแท็บเล็ตตามลำดับ Portello และคณะ (2013) ศึกษาอัตราการกะพริบตาของอาสาสมัคร 21 คนในขณะที่อ่านหนังสือบนจอคอมพิวเตอร์ที่ระยะ 50 ซม. พบว่า ร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ เพิ่มขึ้น 0.9-56.5 (ค่าเฉลี่ยร้อยละ 16.1) ของการกะพริบตาทั้งหมด

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาระหว่าง 3 ช่วงเวลาในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ พบว่าช่วงหน้าที่ 1-10 และ 11-20 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราการกะพริบตาในช่วงหน้าที่ 1-10 มีค่าเฉลี่ย 7.68 ครั้งต่อนาที เพิ่มขึ้นเป็น 7.81 ครั้งต่อนาที ในช่วงหน้าที่ 11-20 การที่อัตราการกะพริบตาเพิ่มขึ้นอาจเกิดจากความสว่างของแสงที่น้อยเกินไป ทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานหนักจากการเพ่งมอง เพื่อให้เห็นภาพชัดเจน อัตราการกะพริบตาจึงลดลงในระยะแรก ซึ่งมีผลทำให้ความเสถียรของชั้นน้ำตาเสียไป และเกิดอาการตาแห้ง

(Fjaervoll et al., 2022) ตาแห้งมีผลกระทบต่อโครงสร้างน้ำตา ทำให้รู้สึกไม่สบายตา ประสิทธิภาพของน้ำตาเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เรามองเห็นภาพชัดหรือไม่ชัด เมื่อน้ำตามีคุณภาพดีจะทำให้เห็นภาพชัด คนที่ตาแห้งจะเห็นภาพมัว ปฏิกริยาตอบสนองของร่างกายคือการกะพริบตาเพิ่มขึ้น เมื่อกะพริบตาน้ำตาจะเคลือบบนผิวกระจกตาและทำให้เห็นภาพชัดชั่วคราว (Pflugfelder et al., 2020) แต่ความสว่างของแสงยังน้อยเหมือนเดิม อัตราการกะพริบตาจึงลดลงเหมือนเดิม ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ระหว่าง 3 ช่วงเวลาในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน คือ เพิ่มขึ้นชั่วคราวในนาที่ที่ 11-20 และลดลงมาในช่วงนาที่ที่ 21-30

การที่อัตราการกะพริบตาลดลงและร้อยละของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น มีผลต่อความเสถียรของชั้นน้ำตา ทำให้เกิดอาการตาแห้งและตาล้าได้ ความสว่างของแสงมีผลต่อการกะพริบตา โดยการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือในห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์ มีอัตราการกะพริบตาสูงกว่า และมีอาการตาล้าน้อยกว่าการใช้แท็บเล็ตอ่านหนังสือในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต (Chen et al., 2023; วาสนา พาวิน, 2560; จามรี สอนบุตรและคณะ, 2552) Chen และคณะ (2023) พบว่า ทั้งความสว่างของแสงในห้อง และอุณหภูมิของหลอดไฟส่งผลต่ออาการตาล้า โดยระดับความสว่างของแสง 500 ลักซ์ ส่งผลต่ออาการตาล้าในระดับต่ำที่สุด วาสนา พาวิน (2560) พบว่า การทำงานในที่ความสว่างของแสง 300 ลักซ์ มีความสบายตามากที่สุด คะแนนปวดตาน้อยที่สุด และมีความรู้สึกพึงพอใจที่จะใช้งานในความสว่างของแสงนี้มากที่สุด จามรี สอนบุตรและคณะ (2552) ก็พบว่า ความสว่างของแสงที่เหมาะสมในการทำงานที่ทำให้สบายตาอยู่ที่ 300-500 ลักซ์เช่นเดียวกัน

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้งานแท็บเล็ตทำให้อัตราการกะพริบตาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสว่างของแสงที่แตกต่างกันมีผลต่อพฤติกรรมการกะพริบตา แต่ขนาดของความแตกต่างอาจไม่มากพอที่จะมีความสำคัญทางคลินิก แสดงให้เห็นว่าผลกระทบไม่รุนแรงขนาดที่จะทำให้เกิดอันตรายตาดวงตาได้ การใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสงที่ 500 ลักซ์ เกิดการกะพริบตาบ่อยกว่าและการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์สูงกว่าในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์ และผู้ร่วมวิจัยที่ใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสงทั้ง 150 ลักซ์ และ 500 ลักซ์ เกิดอาการตาล้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบห้องเรียนหรือห้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแท็บเล็ต รวมถึงเป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคตที่ศึกษาเกี่ยวกับการป้องกันอาการตาแห้งและตาล้าเพื่อสุขภาพที่ดีของดวงตา

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าในห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์ ส่งผลให้อัตราการกะพริบตาสูงกว่า และมีแนวโน้มว่าเกิดอาการตาล้าน้อยกว่า ผู้วิจัยจึงมีความเห็นเกี่ยวกับการแนะนำในการใช้แท็บเล็ตดังนี้

- 1) ควรจัดสภาพแวดล้อมให้ความสว่างของแสงเพียงพอต่อการใช้แท็บเล็ตไม่ต่ำกว่า 150 ลักซ์ เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดตาแห้งและอาการตาล้าสำหรับคนที่ใช้แท็บเล็ต
- 2) แนะนำผู้ใช้งานแท็บเล็ตควรมีการพักสายตาเป็นระยะ เช่น การใช้กฎ 20-20-20 เพื่อป้องกันการสะสมของอาการตาล้า
- 3) ควรให้ความรู้เกี่ยวกับการกะพริบตาอย่างถูกต้อง เพื่อลดสัดส่วนของการกะพริบตาที่ไม่สมบูรณ์ และป้องกันภาวะตาแห้งจากการใช้งานหน้าจอดิจิทัล

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายประการ ประการแรกเป็นข้อจำกัดด้านรูปแบบการทดลอง เนื่องจากผู้ร่วมวิจัยทุกคนได้รับเงื่อนไขในวันแรกใช้งานแท็บเล็ตในห้องที่มีความสว่างของแสง 150 ลักซ์และในวันถัดไปในห้องที่มีความสว่างของแสง 500 ลักซ์ตามลำดับคงที่ (fixed order) และอ่านบทความเดียวกันทั้ง 2 ครั้ง การใช้บทความเดียวกันทั้งสองรอบการทดลองอาจก่อให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ และอาจทำให้ระดับความสนใจลดลง การศึกษาในอนาคตควรควรใช้การสุ่มลำดับการทดลอง (randomized order หรือ counterbalanced design) และใช้เนื้อหาการอ่านที่แตกต่างกันแต่มีระดับ

ความยากใกล้เคียงกัน เพื่อลดอคติและเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา ประการที่สอง ค่าความแปรปรวนระหว่างบุคคลที่สังเกตได้มีขนาดเล็กผิดปกติ โดยอัตราการกะพริบตาขณะอ่านมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ อาจเป็นผลจากเกณฑ์การคัดเลือกที่จำกัดเฉพาะกลุ่มอายุ 18-35 ปีที่มีสุขภาพตาปกติและไม่มีภาวะตาแห้ง จากสภาพแวดล้อมที่ควบคุมอย่างเข้มงวด หรือจากวิธีการนับและเฉลี่ยจำนวนการกะพริบตา ผลที่ตามมาคือ แม้ความแตกต่างระหว่างสองเงื่อนไขจะมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ด้วยช่วงความเชื่อมั่นที่แคบมากและขนาดความต่างของอัตราการกะพริบตาที่ไม่มาก แม้จะเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแตกต่างนี้ไม่มีความสำคัญทางคลินิก และทำให้ความสามารถในการนำไปใช้อ้างอิงทั่วไป (generalizability) มีจำกัด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษากลุ่มคนในช่วงอายุ 18-35 ปีที่มีสุขภาพดี ทำให้ผลการวิจัยอาจไม่สามารถนำไปอ้างอิงครอบคลุมกลุ่มประชากรอื่น เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีภาวะตาแห้ง ผู้ที่เคยผ่าตัดตา หรือผู้ที่ต้องใช้ยาหยอดตาเป็นประจำ ซึ่งกลุ่มเหล่านี้อาจมีการตอบสนองต่อสภาวะแสงที่แตกต่างออกไปอย่างมีนัยสำคัญ แนะนำให้ขยายช่วงอายุในกลุ่มตัวอย่างเช่น กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป เนื่องจากกลุ่มอายุช่วงนี้ยังอยู่ในวัยทำงาน และเพิ่มการศึกษาในกลุ่มเด็กที่ต่ำกว่า 18 ปี เนื่องจากในปัจจุบันมีเด็กนักเรียน เรียนหนังสือออนไลน์ผ่านแท็บเล็ตกันมากขึ้น รวมถึงการวิจัยในคนที่มีการตาแห้งแล้ว หรือคนที่ต้องใช้ยาหยอดตาเป็นประจำว่าความสว่างของแสงมีผลต่อการกะพริบตาหรือไม่
- 2) การศึกษาความสว่างของแสงที่ 150 ลักซ์และ 500 ลักซ์ไม่สามารถระบุได้ว่ามีระดับความสว่างของแสงที่เหมาะสมที่สุด ควรเพิ่มระดับความสว่างของแสงให้มากกว่านี้ เพื่อหาระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานแท็บเล็ต
- 3) เพิ่มระยะเวลาในการทำวิจัยให้นานขึ้นเพื่อศึกษาต่อการกะพริบตาจะเปลี่ยนไปหรือไม่และจะเกิดอาการตาล้าที่แตกต่างกันหรือไม่ ระยะเวลาที่สั้นเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถรับรู้ถึงความแตกต่างของการกะพริบตาและอาการตาล้าได้อย่างครบถ้วน
- 4) ศึกษาประเภทของอุปกรณ์ เช่นคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ ความสว่างของหน้าจอ ขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน
- 5) ศึกษาปัจจัยร่วมอื่น เช่นลักษณะงานที่ใช้สายตา ขนาดตัวอักษร ซึ่งอาจจะส่งต่อการกะพริบตาที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- เกวลิน เลขานนท์ (2561). โรคตาแห้ง. กรุงเทพฯ:โครงการตำรารามาริบัติ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จามรี สอนบุตรและคณะ (2552). ความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อความล้าของตาในผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- วาสนา พาวิณ (2560). ตาล้าและความเข้มของแสงสว่างสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์โทรศัพท์มือถือในเด็กวัยรุ่นตอนต้น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- อุมารินทร์ พูลพานิชอุปถัมภ์ (2557) ปัจจัยที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอาการตาแห้งและความเมื่อยล้าของสายตาในพนักงาน กรณีศึกษาในบริษัทอุตสาหกรรมผลิตหินเจียรแห่งหนึ่ง จังหวัดชลบุรี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
- สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. (2561). คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร.
- Abusharha, A.A. (2017). Changes in blink rate and ocular symptoms during different reading tasks. Clin Optom (Auckl).; 9:133-138.
- Al-Mohtaseb, Z., Schchter, S., Lee, B.S., Garlich, J., Trattler, W. (2021). The Relationship Between Dry Eye Disease and Digital Screen Use. Clin Ophthalmol.; 15: 3811-3820.

- Argiles, M., Cardona, G., Perez-Cabre, E., Rodriguez, M. (2015). Blink Rate and Incomplete Blinks in Six Different Controlled Hard-Copy and Electronic Reading Conditions. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* ;56(11):6679-85)
- 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.
- Bentivoglio, A. R., Bressman, S. B., Cassetta, E., Carretta, D., Tonali, P., & Albanese, A. (1997). Analysis of blink rate patterns in normal subjects. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 12(6), 1028-1034)
- Canalys (2021, May 4). Global PC Market Q1 2021) Retrieved from
- 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)
- Coles-Brennan, C., Sulley, A., Young, G. (2019). Management of digital eye strain. *Clin Exp Optom.*; 102(1): 18-29)
- Fjaervoll K, Fjaervoll H, Magno M, Nøland ST, Dartt DA, Vehof J, Utheim TP. (2022). Review on the possible pathophysiological mechanisms underlying visual display terminal-associated dry eye disease. *Acta Ophthalmol.*;100(8):861-877.
- Fraunfelder, F.T., Sciubba, J.J., Mathers, W.D. (2012). The role of medications in causing dry eye. *J Ophthalmol.*; 2012: 285851)
- 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.
- Jongkees, B. J., & Colzato, L. S. (2016). Spontaneous eye blink rate as predictor of dopamine-related cognitive function-A review. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 71, 58-82)
- Kaur, K., Gurnani, B., Nayak, S., Deori, N., Kaur, S., Jethani, J., Singh, D., Agarkar, S., Hussaindeen, J. R., Sukhija, J., & Mishra, D. (2022). Digital Eye Strain- A Comprehensive Review. *Ophthalmology and therapy*, 11(5), 1655-1680.
- Kojima, M., Shioiri, T., Hosoki, T., Sakai, M., Bando, T., Someya, T. (2002). Blink rate variability in patients with panic disorder: new trial using audiovisual stimulation. *Psychiatry Clin Neurosci.*;56(5):545-9)
- Lin, N., Li, X. M., Yang, M. Y., Tian, L., Li, Z. H., Mao, J. L., Zhang, J. F., Chen, J., Lyu, F., & Deng, R. Z. (2023). Development of a new 17-item Asthenopia Survey Questionnaire using Rasch analysis. *International journal of ophthalmology*, 16(11), 1867-1875.
- McMonnies C. W. (2020). The clinical and experimental significance of blinking behavior. *Journal of optometry*, 13(2), 74-80.
- Preto, S., Gomes, C.C. (2019). Lighting in the Workplace: Recommended Illuminance (lux) at Workplace Environs. In: Di Bucchianico, G. (eds) *Advances in Design for Inclusion. AHFE 2018) Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 776) Springer, Cham. (pp.180-191).
- Pflugfelder, S.C., Stern, M.E. (2020). Biological functions of tear film. *Experimental eye research*, 197, 108115.

- Portello, J.K., Rosenfield, M., Chu, C.A. (2013). Blink rate, incomplete blinks and computer vision syndrome. *Optom Vis Sci.*;90(5):482-7)
- Schulze, M.M. (2020). Blink Mechanics:Why it matters. *Review of Cornea and Contact Lenses*, Retrieved
- Vidas Pauk S, Petriček I, Jukić T, Popović-Suić S, Tomić M, Kalauz M, Jandroković S, Masnec S. (2019). Noninvasive Tear Film Break-up Time Assessment Using Handheld Lipid Layer Examination Instrument. *Acta Clin Croat.*; 58(1): 63-71)
- Zemanová M. (2021). Dry Eye Disease. A Review. *Czech and Slovak Ophthalmology*, 77(3), 107-119.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2026 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).