SAC-01-009

การเปรียบเทียบระบบคัดกรองภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาด้วยปัญญาประดิษฐ์ (DeepEye) และการคัดกรองแบบดั้งเดิมในด้านระยะเวลาการคัดกรองและความแม่นยำในการวินิจฉัย ณ โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี: การศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

Comparison of an Artificial Intelligence–Based Diabetic Retinopathy Screening System (DeepEye) and Conventional Screening for Screening Time and Diagnostic Accuracy at Chaophraya Yommarat Hospital, Suphanburi Province: A Randomized Controlled Trial

ปริฉัตร คงมาลัย (พ.บ.)[1]และ อรสา โอภาสวัฒนา (พท.ป.)[2]
Parichat Kongmalai (M.D.)[1] and Orasa Opaswattana (B.ATM.)[2]
โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช[1], หมออรสา คลินิกการแพทย์แผนไทยประยุกต์[2]
Chaophrayayommarat Hospital[1], Doctor Orasa Applied Traditional Thai Medicine Clinic[2]
e-mail: Orasa.atmclinic@gmail.com[1,2]

บทคัดย่อ

ภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา (DR) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สูญเสียการมองเห็นทั่วโลก ในขณะที่การคัดกรองแบบดั้งเดิมมักเผชิญข้อจำกัดด้านบุคลากรและภาระงานที่สูง การนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามาช่วยคัดกรองจึงเป็นกลยุทธ์สำคัญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบบริการ วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการคัดกรองและความแม่นยำในการวินิจฉัยระหว่างระบบปัญญาประดิษฐ์ (DeepEye) กับการคัดกรองแบบดั้งเดิมในสภาวะการปฏิบัติงานจริง วิธีการศึกษา การศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trial) ในผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 212 ราย ณ โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช แบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นกลุ่มคัดกรองด้วย AI และกลุ่มดั้งเดิม (กลุ่มละ 106 ราย) โดยใช้ผลการวินิจฉัยจากจักษุแพทย์เป็นเกณฑ์มาตรฐาน (Gold Standard) ผลการศึกษา ระบบ AI มีความไว (Sensitivity) ในการวินิจฉัยสูงถึงร้อยละ 96.88 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มดั้งเดิม (ร้อยละ 58.33) อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม กลุ่มดั้งเดิมมีความจำเพาะ (Specificity) สูงกว่าระบบ AI (ร้อยละ 92.68 เทียบกับร้อยละ 63.51) สำหรับด้านระยะเวลา พบว่าในกลุ่มที่ไม่ขยายม่านตา ระบบ AI ใช้เวลาเฉลี่ย 74.24 วินาที ซึ่งมากกว่ากลุ่มดั้งเดิมที่ใช้เวลา 60.34 วินาที (p = 0.001) โดยมีสาเหตุหลักมาจากขั้นตอนการจัดการข้อมูลเข้าสู่ระบบประมวลผล

สรุปผล: ระบบ AI (DeepEye) มีประสิทธิภาพสูงในการคัดแยกผู้ป่วยที่มีความผิดปกติ (High Sensitivity) ซึ่งช่วยลดโอกาสการตกหล่นของผู้ป่วยที่ควรได้รับการรักษา แม้ว่าจะมีระยะเวลาในการดำเนินงานทางเทคนิคมากกว่าเล็กน้อย แต่ระบบ AI สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ (Workflow Optimization) และลดภาระงานการตีความผลของบุคลากรทางการแพทย์ได้ในระยะยาว

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์ เบาหวานขึ้นจอประสาทตา DeepEye ระยะเวลาคัดกรอง ความแม่นยำในการวินิจฉัย

Abstract

Background: Diabetic retinopathy (DR) is a major cause of global vision loss. While conventional screening often faces personnel shortages and high workloads, integrating artificial intelligence (AI) has emerged as a crucial strategy to enhance healthcare efficiency.

Objective: To compare the screening time and diagnostic accuracy between an AI-based system (DeepEye) and conventional screening in a real-world clinical setting.

Methods: A randomized controlled trial (RCT) was conducted with 212 diabetic patients at Chaophraya Yommarat Hospital. Participants were assigned to either an AI screening group or a conventional group (n=106 each), using ophthalmologist assessment as the gold standard.

Results: The AI system demonstrated significantly higher sensitivity at 96.88%, compared to 58.33% in the conventional group. Conversely, the conventional group exhibited higher specificity (92.68% vs. 63.51%). Regarding screening time in non-mydriatic cases, the AI group had a longer mean duration than the conventional group (74.24 vs. 60.34 seconds, p = 0.001), primarily due to manual data handling processes.

Conclusion: The AI system (DeepEye) proved highly effective as a screening tool with superior sensitivity, reducing the risk of missing referable DR cases. Despite slight increases in technical processing time, AI functions as a robust workflow optimization tool that alleviates the diagnostic burden on healthcare personnel.

Keywords: Artificial Intelligence, Diabetic Retinopathy, DeepEye, Screening Time, Diagnostic Accuracy

บทนำ

โรคเบาหวานขึ้นตา (Diabetic Retinopathy, DR) เป็นหนึ่งในภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังที่พบบ่อยของผู้ป่วยเบาหวาน และเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียการมองเห็นในผู้ใหญ่ทั่วโลก องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) และสมาคมเบาหวานนานาชาติ (International Diabetes Federation, IDF) ต่างให้ความสำคัญกับการตรวจคัดกรอง DR อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากหากตรวจพบตั้งแต่ระยะเริ่มแรกสามารถรักษาได้และป้องกันการสูญเสียการมองเห็นถาวรได้(สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ฯ และคณะ, 2566)

อย่างไรก็ตาม ในหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย อัตราการเข้ารับการตรวจคัดกรองยังต่ำกว่ามาตรฐาน โดยเกณฑ์คุณภาพ (Key Performance Indicator, KPI) ของกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้ผู้ป่วยเบาหวานอย่างน้อยร้อยละ 60 ต้องได้รับการตรวจตาปีละครั้ง(สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรี, 2568) แต่ข้อมูลจริงในหลายพื้นที่ยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าว การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ เนื่องจากสามารถเพิ่มความไวและความแม่นยำในการตรวจหาโรคได้เหนือกว่าการคัดกรองแบบดั้งเดิม โดยการทบทวนวรรณกรรมที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ AI ใน DR ยืนยันว่า AI มีค่าความไวและความจำเพาะสูงกว่ามาตรฐานแพทย์ และช่วยให้การวินิจฉัยแม่นยำขึ้นแม้ในสภาพข้อมูลที่หลากหลาย (Alqahtani et al., 2025) อีกทั้งกรอบแนวคิดการใช้ AI ในการคัดกรองยังชี้ว่า หลายระบบสามารถตรวจจับผู้ป่วยที่ควรส่งต่อ (Referable DR) ได้ในระดับการใช้งานจริง และช่วยลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์(Abràmoff et al., 2023) เมื่อเปรียบเทียบซอฟต์แวร์ AI ต่าง ๆ พบว่าระบบบางชนิดมีความไวสูง (จับผู้ป่วยที่เป็นโรคได้ครบถ้วน) ขณะที่บางระบบเน้นความแม่นยำโดยลดผลบวกลวงลง ทำให้สามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมของบริบทบริการ(Ting et al., 2024)

จากวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย AI ขนาดใหญ่ที่รวมงานวิจัยมากกว่า 25 ชิ้น (Zhang et al., 2025) ยืนยันว่า AI มีประสิทธิภาพใกล้เคียงหรือดีกว่าการคัดกรองด้วยตาโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในกรณีที่ใช้การขยายม่านตาและไม่ขยายม่านตา ตัวอย่างการใช้ AI เช่น Automated Retinal Disease Assessment (ARDA) ของอินเดีย แสดงผลว่ามีความไวและความจำเพาะสูงกว่าร้อยละ 95 (Redd et al., 2024) นอกจากด้านเทคนิคแล้ว งานวิจัยยังให้ความสำคัญกับการออกแบบระบบที่ยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง เพื่อให้การนำ AI ไปใช้ในคลินิกชุมชนเป็นไปได้จริงและตอบโจทย์อุปสรรคหน้างาน (Scanzera et al., 2023) ออีกทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ เช่น การผสาน AI เข้ากับการตรวจหลอดเลือดเรียกว่า Optical coherence tomography angiography (OCTA) ช่วยตรวจจับความผิดปกติของหลอดเลือดจอตาได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เพิ่มศักยภาพของการคัดกรองเชิงลึก (Channa et al., 2025) ในพื้นที่ทรัพยากรจำกัด เช่น ที่เบลีซ (Belize) การติดตั้ง AI ทำให้อัตราการตรวจพบ DR เพิ่มจากร้อยละ 3 เป็นกว่าร้อยละ 8 (Esmaeilkhanian et al., 2025) ปัจจุบันในสหรัฐอเมริกา มีอัลกอริธึม AI จำนวน 3 โปรแกรม ได้แก่ IDx-DR, EyeArt และ AEYE Health ที่ผ่านการอนุมัติจาก Food and Drug Administration (FDA) ที่สามารถทำงานได้จริง โดยมีระบบทำงานแบบอัตโนมัติ (Autonomous Screening) ที่มีค่าความไว (Sensitivity) และความจำเพาะ (Specificity) อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 87 และร้อยละ 89 ตามลำดับ แต่ยังคงมีประเด็นด้านกฎหมาย การเบิกจ่ายค่ารักษา และความเสมอภาคที่ต้องพิจารณา (Anand & Lee, 2025)

ขณะเดียวกันหลักฐานจากการศึกษาขนาดใหญ่ในสวีเดนก็ยืนยันว่า แม้ผู้ป่วยเพิ่งได้รับการวินิจฉัยเบาหวาน ก็มีความชุก DR สูงถึงร้อยละ 17 ยิ่งตอกย้ำความสำคัญของการตรวจจอประสาทตาตั้งแต่แรกเริ่ม (Sofizadeh et al., 2024) งานวิจัยในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยรายงานว่า ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มักได้รับการวินิจฉัยครั้งแรกในช่วงอายุเฉลี่ยประมาณ 50–60 ปี และมีผู้ป่วยบางส่วน ประมาณร้อยละ 15-20 ที่ตรวจพบภาวะ DR ตั้งแต่เริ่มวินิจฉัยเบาหวาน (สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ฯ และคณะ, 2566) นอกจากนี้ยังพบว่าความเสี่ยงต่อการเกิด DR จะเพิ่มขึ้นตามอายุและระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน (Sofizadeh et al., 2024) ข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการตรวจคัดกรองในกลุ่มผู้ป่วยวัยกลางคนและผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นกลุ่ม

ที่มีโอกาสพบความผิดปกติได้มากกว่า การกำหนดอายุเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมจึงมีเหตุผลเพื่อให้การศึกษาได้ข้อมูลที่ตรงกับกลุ่มเสี่ยงจริง

ในบริบททางคลินิก ในหลายพื้นที่จึงมีความพยายามที่จะพัฒนาระบบคัดกรองภาวะเบาหวานเข้าจอประสาทตาและเพิ่มอัตราการคัดกรองอย่างสม่ำเสมอ อย่างเช่น งานวิจัยของ อรสา รัฐวงษา (2563) ในโรงพยาบาลโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่มีการพัฒนารูปแบบการคัดกรอง โดยมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบันทึกและติดตามข้อมูลผู้ป่วย หลังจากปรับระบบแล้ว อัตราการตรวจตาของผู้ป่วยเบาหวานเพิ่มขึ้นเป็นกว่าร้อยละ 68 และงานวิจัยของ จารุวรรณ จิกัญจน์ (2566) ที่ศึกษาในโรงพยาบาลสันป่าตอง พบว่า ความชุกของเบาหวานขึ้นจอประสาทตามีประมาณร้อยละ 9.1 ของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมด ผู้ป่วยที่มีระดับ HbA1c สูงมีความสัมพันธ์ชัดเจนกับการเกิดเบาหวานขึ้นจอประสาทตา ผู้ป่วยเบาหวานจึงควรได้รับการตรวจคัดกรองโรคจอตาเป็นประจำ

สถานการณ์ในจังหวัดสุพรรณบุรีสะท้อนปัญหานี้ได้อย่างชัดเจน โดยข้อมูลจากระบบ Health Data Center (HDC) พบว่า ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2566–2568) สัดส่วนผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการตรวจตาด้วย Ophthalmoscope หรือ Fundus Camera มีเพียงร้อยละ 28–31 เท่านั้น (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรี, 2568) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ให้ผ่านการคัดกรองร้อยละ 60 สาเหตุสำคัญมาจากการคัดกรอง DR แบบดั้งเดิมมักดำเนินการโดยบุคลากรทางการแพทย์ที่ผ่านการฝึกอบรม (Trained Healthcare Personnel) เช่น พยาบาลวิชาชีพ หรือจักษุแพทย์ ซึ่งต้องใช้ทักษะและประสบการณ์ในการตีความภาพจอประสาทตา (Fundus Photograph Interpretation)

อย่างไรก็ตาม ในบริบทของโรงพยาบาลศูนย์ที่มีภาระงานสูง เช่น โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช บุคลากรกลุ่มนี้มีจำนวนจำกัดและมีหน้าที่รับผิดชอบหลากหลาย ทำให้การจัดสรร การเพิ่มเวลาหรือจำนวนคนเพื่อให้บริการในจุดตรวจเฉพาะสำหรับการคัดกรอง DR เป็นประจำเป็นไปได้ยาก การนำระบบ AI เข้ามาวิเคราะห์ผลจึงมีข้อได้เปรียบสำคัญ คือความสามารถในการทำงานโดยไม่ใช้ทักษะขั้นสูงของผู้ปฏิบัติงาน (Operator-Independent) เมื่อภาพถ่ายจอประสาทตามีคุณภาพเพียงพอ (Adequate Image Quality) ระบบ AI จะสามารถวิเคราะห์และประเมินผลการส่งต่อโดยอัตโนมัติ ดังนั้น บุคลากรที่รับผิดชอบการถ่ายภาพ (Image acquisition) ไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญในการตีความหมายของภาพที่ถ่ายได้ (Image Interpretation) ซึ่งแตกต่างจากวิธีการแบบเดิมที่ต้องอาศัยพยาบาลวิชาชีพที่ผ่านการฝึกอบรมในการประเมินภาพและตัดสินใจส่งต่อ (Training) ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการประเมินผลการคัดกรองได้

ปัจจุบันประเทศไทยมีเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถใช้คัดกรองจอประสาทตาได้ เช่น DeepEye และ AI DR Screening กรมการแพทย์ ที่พัฒนาโดยโรงพยาบาลราชวิถี กรุงเทพมหานคร ทดลองวิจัยในผู้ป่วยจำนวน 8,000 ราย จำนวนกว่า 20,000 ภาพ สามารถวินิจฉัยได้แม่นยำร้อยละ 95 โดยสามารถคัดกรองผู้ป่วยได้ใกล้เคียงกับการประเมินผลของจักษุแพทย์ (พวงชมพู ประเสริฐ, 2567) นอกจากนี้ AI ยังสามารถช่วยลดภาระงานของบุคลากรและเพิ่มการเข้าถึงการบริการได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้ระบบ AI ในระดับโรงพยาบาลศูนย์ในส่วนภูมิภาคยังเผชิญกับความท้าทายด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน (Workflow efficiency) เช่น ขั้นตอนการถ่ายภาพ การอัปโหลดข้อมูลเข้าสู่ระบบ และการส่งต่อผลให้จักษุแพทย์ผู้ตรวจรักษาเพื่อยืนยันความถูกต้อง (จาตุรงค์ ตันติเวชกุล และคณะ, 2564)

นอกจากนี้ ปัจจุบันยังไม่มีการเก็บข้อมูลด้านระยะเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ ของการตรวจ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน (Baseline) ทั้งสำหรับรูปแบบการทำงานเดิม (Old Routine Practice) และรูปแบบที่มีการนำระบบ AI เข้ามาช่วยประเมินผล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาระยะเวลาในการคัดกรองและการส่งต่อของทีมคัดกรอง DR ในรูปแบบการปฏิบัติงานเดิม เปรียบเทียบกับรูปแบบการคัดกรองใหม่ที่มีระบบ AI ใช้ DeepEye (AI DR Screening) เข้ามาช่วยประเมินผล ในบริบทการปฏิบัติงานจริงที่โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับการตัดสินใจเชิงนโยบายและการวางระบบบริการคัดกรองที่มีประสิทธิภาพในอนาคต หากผลการศึกษาเป็นไปตามสมมุติฐาน การนำระบบ AI มาใช้จะทำหน้าที่เสมือนเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (Workflow Optimization Tool) ที่ช่วยเพิ่มจำนวนผู้ป่วยที่สามารถรับการคัดกรอง DR ได้ (Throughput) ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนผู้รับบริการ และช่วยลดภาระงานของพยาบาลวิชาชีพในกระบวนการคัดกรองต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบระยะเวลาการตรวจคัดกรอง DR ต่อรายระหว่างการใช้ AI DR Screening ชื่อ DeepEye กับวิธีการคัดกรองเดิม
2. เปรียบเทียบผลการคัดกรองระหว่างการใช้ AI แบบ AI DR Screening ชื่อ DeepEye กับวิธีการคัดกรองเดิม เมื่อเทียบกับผลการวินิจฉัยโดยจักษุแพทย์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา ชนิด การทดลองสุ่มแบบมีกลุ่มควบคุม Randomized Controlled Trial(RCT) โดยมีประชากร คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกเบาหวานที่โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช ระยะเวลาในการศึกษา คือ 5 มกราคม 2569 - 5 เมษายน พ.ศ. 2569 โดยผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจภาวะเบาหวานเข้าจอประสาทตาจะได้รับการให้บริการออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการคัดกรองแบบดั้งเดิมผ่านพยาบาลวิชาชีพและกลุ่มที่ได้รับการคัดกรองผ่านระบบปัญญาประดิษฐ์ (DeepEye) ผู้ป่วยทั้งหมดที่เข้าโครงการจะได้รับการยืนยันผลการตรวจโดยจักษุแพทย์เฉพาะทางซ้ำทุกราย จำนวน 212 คน

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่มารับบริการที่คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช ในช่วงระยะเวลา 5 มกราคม 2569 - 5 เมษายน พ.ศ. 2569

กลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากไม่มีข้อมูลพื้นฐานด้านระยะเวลาที่ใช้ในการคัดกรองบันทึกไว้ก่อนหน้า ผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาเบื้องต้น (Pilot Study) ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 ราย เพื่อนำข้อมูลมาคำนวณขนาดอิทธิพล (Effect Size) จากผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่า: กลุ่มปัญญาประดิษฐ์ (AI Group): มีระยะเวลาเฉลี่ย 350.27 วินาที (SD = 233.14) และกลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิม (Traditional Group): มีระยะเวลาเฉลี่ย 548 วินาที (SD = 279.47)

เมื่อนำค่าสถิติดังกล่าวมาคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Alpha = 0.01) และอำนาจการทดสอบร้อยละ 95 (Power = 0.95) พบว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมคือ 74 รายต่อกลุ่ม ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดอัตราการสูญเสียกลุ่มตัวอย่าง (Dropout Rate) ไว้ที่ร้อยละ 30 เพื่อให้มั่นใจว่าจะมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพียงพอต่อการวิเคราะห์และครอบคลุมความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการเก็บข้อมูล ส่งผลให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างสุทธิที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 106 รายต่อกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 212 ราย

การสุ่ม ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มศึกษา (AI Group) และกลุ่มควบคุม (Traditional Group) ในอัตราส่วน 1:1 ด้วยวิธี Block of 4 Randomization เพื่อให้มั่นใจว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีความสมดุลตลอดระยะเวลาการศึกษา นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ Single-blinded technique โดยการปกปิดข้อมูลกลุ่มทดลองต่อจักษุแพทย์ผู้ประเมินผลมาตรฐาน (Gold Standard) โดยจักษุแพทย์จะประเมินภาพถ่ายจอประสาทตาผ่านระบบรหัสปิด (Coded system) เพื่อป้องกันความลำเอียงในการวินิจฉัย (Assessment Bias)

เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria)

1. ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 หรือชนิดที่ 2
2. ผู้ป่วยเบาหวานที่มีอายุมากกว่า 20 ปีขึ้นไป
3. มารับบริการที่คลินิกเบาหวาน/คลินิกจักษุ โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา
4. สามารถถ่ายภาพจอประสาทตาได้

เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

1. ผู้ที่มีโรคตาหรือความผิดปกติที่รบกวนการถ่ายภาพจอประสาทตาอย่างชัดเจน ในดวงตาทั้งสองข้าง (Bilateral) เช่น
    - ต้อกระจกระดับรุนแรง (Dense cataract)
    - เลือดออกในน้ำวุ้นตาหรือจอตา (Vitreous Hemorrhage / Retinal Hemorrhage) ที่บดบังภาพ
    - ม่านตาเล็ก (Small pupil) แม้หยอดยาขยายแล้ว ยังไม่สามารถถ่ายภาพได้
    - โรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (Gestational Diabetes)
2. ผู้ที่มีประวัติผ่าตัดตาไม่เกิน 1 เดือน หรือยังมีภาวะบวมของดวงตาที่มีผลต่อการถ่ายภาพ
3. ผู้ที่ไม่สามารถให้ความร่วมมือในการถ่ายภาพได้ เช่น
    - ไม่สามารถลืมตา/จ้องนิ่งตามคำสั่ง
    - มีอาการที่ทำให้ถ่ายภาพไม่ได้ตามขั้นตอน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการและคัดกรองพยาธิสภาพ

1.1 กล้องถ่ายภาพจอประสาทตาชนิดดิจิทัล (Digital Fundus Camera): ยี่ห้อ NIDEK รุ่น AFC-330 ซึ่งเป็นกล้องชนิดไม่ต้องขยายม่านตา (Non-Mydriatic Camera) ที่มีระบบควบคุมการบันทึกภาพแบบอัตโนมัติ

1.2 ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence System): ซอฟต์แวร์ DeepEye ซึ่งเป็นอัลกอริทึมแบบ Deep Learning สำหรับวิเคราะห์และจำแนกความรุนแรงของภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา (Diabetic Retinopathy: DR) โดยระบบจะแสดงผลการประเมินเบื้องต้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจส่งต่อ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเกณฑ์มาตรฐาน (Gold Standard) การตรวจประเมินโดยจักษุแพทย์ (Ophthalmologist Assessment): จักษุแพทย์ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการตรวจยืนยันพยาธิสภาพด้วยวิธีมาตรฐาน โดยจักษุแพทย์จะได้รับการปกปิดข้อมูลกลุ่มทดลอง (Blinded Assessment) เพื่อความเที่ยงตรงในการวินิจฉัย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมและบันทึกข้อมูล

3.1 แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลทางคลินิก: ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลพื้นฐาน (Baseline Characteristics) ได้แก่ อายุ, ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน, ค่า HbA1c, ระดับน้ำตาลในเลือด (FBS), ดัชนีมวลกาย (BMI) และโรคประจำตัวร่วม

3.2 แบบบันทึกระยะเวลา (Screening Time Log): นาฬิกาจับเวลาดิจิทัลสำหรับบันทึกระยะเวลาการคัดกรองตั้งแต่เริ่มต้น (Start) จนถึงขั้นตอนที่ได้รับผลการคัดกรองเบื้องต้น (End) รวมถึงระยะเวลาการประเมินผลของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Processing Time)

3.3 แบบประเมินคุณภาพภาพถ่าย (Imageability Score): เกณฑ์การประเมินความชัดเจนของภาพถ่ายจอประสาทตาตามมาตรฐานสากล เพื่อคัดแยกภาพกลุ่มที่อ่านผลได้ (Gradable) และอ่านผลไม่ได้ (Ungradable)

ระยะเวลาในการดำเนินการ

ผู้วิจัยทำการขออนุมัติจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2568 หลังจากได้รับการอนุมัติจึงทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่ 5 มกราคม – 5 เมษายน พ.ศ. 2569 จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลและเขียนรายงานใน 5 เมษายน – 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2569

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการด้วยโปรแกรมทางสถิติ (SPSS version 27.0) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ดังนี้

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

ตัวแปรเชิงปริมาณ (Continuous variables): ได้แก่ อายุ, ระยะเวลาการดำเนินโรคเบาหวาน, ระดับน้ำตาลสะสม (HbA1c), ระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร (FBS), ดัชนีมวลกาย (BMI), ระยะเวลาคัดกรอง และอัตราการรองรับผู้ป่วย (Throughput) ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติจะนำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่เป็นปกติจะนำเสนอด้วยค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Median, IQR)

ตัวแปรเชิงคุณลักษณะ (Categorical Variables): ได้แก่ เพศ, ชนิดของโรคเบาหวาน, โรคประจำตัวร่วม (ความดันโลหิตสูง, ไขมันในเลือดสูง, โรคไตเรื้อรัง), ประวัติการตรวจตา, คุณภาพภาพถ่าย (Imageability), สาเหตุของภาพที่อ่านผลไม่ได้ (Ungradable Causes) และสัดส่วนการส่งต่อ (True Referable Cases) นำเสนอด้วยจำนวนและร้อยละ (Frequency, Percentage)

สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)

การเปรียบเทียบตัวแปรเชิงปริมาณ: ใช้สถิติ Independent t-test สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติและสถิติ Mann-Whitney U test สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่เป็นปกติ

การเปรียบเทียบตัวแปรเชิงคุณลักษณะ: ใช้สถิติ Chi-square test หรือ Fisher’s exact test เพื่อทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนระหว่างกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ความแม่นยำในการวินิจฉัย (Diagnostic Accuracy) ผู้วิจัยวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบปัญญาประดิษฐ์และวิธีการคัดกรองแบบดั้งเดิม โดยเปรียบเทียบกับผลการวินิจฉัยของจักษุแพทย์ (Gold Standard) ผ่านการวิเคราะห์ตารางสัมพันธ์ (Crosstabs) เพื่อคำนวณค่าสถิติ ได้แก่ ค่าความไว (Sensitivity), ค่าความจำเพาะ (Specificity), ค่าพยากรณ์บวก (Positive Predictive Value: PPV) และค่าพยากรณ์ลบ (Negative Predictive Value: NPV)

การวิเคราะห์ความสอดคล้องของการวินิจฉัย (Agreement Analysis) ผู้วิจัยใช้สถิติ Cohen’s Kappa Coefficient ในการวัดระดับความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างวิธีการคัดกรองเทียบกับจักษุแพทย์ โดยระดับความสอดคล้องถูกตีความตามเกณฑ์ของ Landis and Koch

การวิเคราะห์ผลลัพธ์หลัก (Primary Outcome Analysis) เปรียบเทียบระยะเวลาการคัดกรองระหว่างสองกลุ่ม โดยรายงานค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean difference) หรือค่าความแตกต่างของมัธยฐาน และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% Confidence Interval: CI) เพื่อประเมินนัยสำคัญทางคลินิกและประสิทธิภาพของระบบ

จริยธรรมในการวิจัย การศึกษาครั้งนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช หนังสือรับรองเลขที่ YM001/2569

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลทางคลินิกของผู้ป่วยจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยเบาหวานที่เข้าร่วมการวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 212 ราย แบ่งเป็นกลุ่มทดสอบด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI Group) จำนวน 106 ราย และกลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิม (Traditional Group) จำนวน 106 ราย พบว่า

1. ข้อมูลทางประชากร (Demographics) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 60.4 ในกลุ่ม AI และร้อยละ 65.1 ในกลุ่มดั้งเดิม) โดยมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 57.72 ± 12.88 ปี และ 59.12 ± 15.69 ปี ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบทางสถิติพบว่าเพศ ($p = 0.478$) และอายุ ($p = 0.485$) ของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ข้อมูลทางคลินิกและระดับน้ำตาล (Clinical Parameters) ในด้านการควบคุมระดับน้ำตาล พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลสะสม (HbA1c) ในกลุ่ม AI อยู่ที่ร้อยละ 8.02 ± 2.26 และกลุ่มดั้งเดิมอยู่ที่ร้อยละ 8.72 ± 6.53 ($p = 0.311$) สำหรับระยะเวลาเฉลี่ยของการดำเนินโรคเบาหวาน (DM duration) และดัชนีมวลกาย (BMI) ของทั้งสองกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกัน

3. โรคร่วมและประวัติการตรวจตา (Comorbidities and Ocular History) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประวัติเคยได้รับการตรวจตามาก่อน (มากกว่าร้อยละ 94 ในทั้งสองกลุ่ม) และมีสัดส่วนของโรคไขมันในเลือดสูง (DLP) และโรคไตเรื้อรัง (CKD) ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปรโรคความดันโลหิตสูง (HT) โดยกลุ่มดั้งเดิมมีสัดส่วนผู้ป่วยที่เป็นความดันโลหิตสูงร้อยละ 76.4 ซึ่งสูงกว่ากลุ่ม AI ที่มีร้อยละ 59.4 ($p = 0.008$)

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าลักษณะพื้นฐานส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความสอดคล้องกันและสามารถนำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์ในการวิจัยขั้นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้จะมีความแตกต่างในสัดส่วนของโรคความดันโลหิตสูง แต่ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอื่น ๆ มีความสมดุลกันเป็นอย่างดี ดังที่แสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

ตารางที่ 1

Baseline Characteristics

Variable	Total (n=212)		
	AI Group (106)	Traditional Group (106)	p-value
Demographics			
Age (years), mean ± SD	57.45±13.00	58.96±14.11	0.431
Gender, n (%)			
- Male	42(39.6%)	37(34.9%)	0.478
- Female	64(60.4%)	69(65.1%)	0.478
Clinical characteristics			
DM type, n (%)			
- Type 1	14(13.2%)	13(12.3%)	0.837
- Type 2	92(86.8%)	93(87.7%)	0.837
DM duration (years), mean ± SD	9.69±7.60	11.50±8.83	0.111
HbA1c (%), mean ± SD	8.13±2.30	8.47±5.81	0.580
FBS (mg/dL), mean ± SD	147.90±56.44	139.36±54.57	0.264
BMI (kg/m²), mean ± SD	27.59±5.48	27.50±5.37	0.906
Comorbidities, n (%)			
Hypertension	63(59.4%)	81(76.4%)	0.008*
Dyslipidemia	79(74.5%)	82(77.4%)	0.630
CKD	13(12.3%)	16(15.1%)	0.549
Previous eye exam, n (%)			
Yes	100(94.3%)	102(96.2%)	0.517
No	6(5.7%)	4(3.8%)	

ตารางที่ 2

Screening Time

Outcome	Total (n=212)		Difference (95% CI)	p-value
	AI Group (106)	Traditional Group (106)		
Screening time (minutes)				
Mean ± SD	148.15±226.09	167.34±300.93	-19.19 (-91.49, 53.11)	0.601
Exclude(Dilating eye drops)				
Mean ± SD	74±30.22	60.34±27.94	**13.90 (5.50, 22.30)**	**0.001***

ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการคัดกรอง (Results of Screening Time)

จากการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการคัดกรองภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา (Table 2) พบว่าในภาพรวมของผู้ป่วยทั้งหมด (N=212) กลุ่มที่ใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI Group) มีระยะเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 148.15±226.08 วินาที ในขณะที่กลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิม (Traditional Group) มีระยะเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 167.34±300.92 วินาที

ซึ่งในทางสถิติพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.601) โดยมีส่วนต่างของเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 19.19 วินาที (95% CI: -91.49 ถึง 53.11)

อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์เจาะจงเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการขยายม่านตา (n=187) เพื่อควบคุมปัจจัยด้านระยะเวลาในการรอคอยยาขยายม่านตาพบว่ากลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิมใช้ระยะเวลาเฉลี่ย (60.34 ±27.94 วินาที) น้อยกว่ากลุ่มปัญญาประดิษฐ์ (74.24±30.22 วินาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.001) โดยมีส่วนต่างของเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 13.90 วินาที (95% CI: 5.50 ถึง 22.30)

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาการประมวลผลของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Processing Time) พบว่าใช้เวลาเฉลี่ย 14.99 ± 4.20 วินาทีต่อราย และพบข้อผิดพลาดทางเทคนิคที่ไม่สามารถประมวลผลได้จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 1.9)

ตารางที่ 3

Imageability

Group	Total (n=212)		p-value
	AI Group n (%)	Traditional Group n (%)	
Image Quality Status			
Gradable	61(58.1%)	95(89.6%)	<0.001*
Referable Cases	85(54.7%)	20(18.9%)	<0.001*

ตารางที่ 4

Accuracy of AI (Sensitivity, Specificity)

ดัชนีความแม่นยำ (Statistics)	AI Group	Traditional Group
Sensitivity (ความไว)	96.88%	58.33%
Specificity (ความจำเพาะ)	63.51%	92.68%
Accuracy (ความแม่นยำรวม)	73.58%	84.91%
PPV (ค่าพยากรณ์บวก)	53.45%	70.00%
NPV (ค่าพยากรณ์ลบ)	97.92%	88.37%
Kappa (ความสอดคล้อง)	0.49*	0.53*

ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำ

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวินิจฉัยภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาระหว่างระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI Group) และวิธีการคัดกรองแบบดั้งเดิม (Traditional Group) โดยมีจักษุแพทย์เป็นเกณฑ์มาตรฐาน (Gold Standard) พบว่าระบบปัญญาประดิษฐ์มีความไว (Sensitivity) สูงถึงร้อยละ 96.88 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิมที่มีความไวร้อยละ 58.33 อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม กลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิมมีความจำเพาะ (Specificity) สูงกว่าระบบปัญญาประดิษฐ์ (ร้อยละ 92.68 เทียบกับร้อยละ 63.51)

นอกจากนี้ ระบบปัญญาประดิษฐ์ยังมีค่าพยากรณ์ลบ (NPV) ที่สูงถึงร้อยละ 97.92 เมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของการวินิจฉัยด้วยสถิติ Cohen's kappa พบว่าทั้งสองกลุ่มมีความสอดคล้องกับจักษุแพทย์ในระดับปานกลาง (Moderate Agreement) โดยมีค่า Kappa เท่ากับ 0.49 ในกลุ่ม AI และ 0.53 ในกลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิม

สรุปผลการวิจัย

ระบบปัญญาประดิษฐ์ AI (DeepEye) ไม่ได้เข้ามาเพื่อทดแทนจักษุแพทย์ แต่ทำหน้าที่เป็นระบบคัดกรองที่มีความไวสูง (High-Sensitivity Screening Tool) ซึ่งช่วยคัดแยกผู้ป่วยที่ปกติ ออกไปได้อย่างรวดเร็ว (High NPV) และช่วยให้จักษุแพทย์สามารถมุ่งเน้นการรักษาไปที่กลุ่มผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพจริงได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดของระบบเพื่อพัฒนาต่อไป

ในส่วนของประสิทธิภาพของการคัดกรอง ในรูปแบบดั้งเดิมผูกติดกับทักษะเฉพาะบุคคลและต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝน (Learning Curve) เพื่อให้ได้มาตรฐาน ในขณะที่ระบบปัญญาประดิษฐ์ช่วยลดข้อจำกัดนี้ด้วยการให้ผลวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardized Output) อย่างไรก็ตาม ในสภาวะการทำงานจริง ผู้เชี่ยวชาญมักทำการถ่ายภาพพร้อมประเมินผลไปในตัว (Simultaneous Assessment) ทำให้ยากต่อการแยกวัดระยะเวลาระหว่างขั้นตอน ซึ่งต่างจากระบบ AI ที่มีขั้นตอนการประมวลผลแยกส่วนชัดเจน แต่ยังคงมีตัวแปรสำคัญด้านระยะเวลาที่เกิดจากการจัดการข้อมูลด้วยมือ (Manual Data Handling) เช่น การอัปโหลดไฟล์ภาพเข้าสู่ระบบที่ส่งผลต่อความเร็วในกระบวนการภาพรวมทั้งหมด

การอภิปรายผล

ประสิทธิภาพและความแม่นยำในการวินิจฉัย (Diagnostic Performance)

ประเด็นหลักที่พบจากการศึกษาคือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) มีค่าความไว (Sensitivity) สูงถึงร้อยละ 96.88 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มคัดกรองแบบดั้งเดิม (Traditional Group) ที่มีค่าความไวเพียงร้อยละ 58.33 อย่างมีนัยสำคัญ ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับแนวทางการศึกษาในระดับสากล เช่น ในสหรัฐอเมริกา ที่องค์การอาหารและยา (U.S. FDA) ได้อนุมัติการใช้ระบบ AI สำหรับคัดกรองภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา (Diabetic Retinopathy: DR) โดยมุ่งเน้นที่ค่า Sensitivity ที่สูงเพื่อทำหน้าที่เป็นระบบเฝ้าระวังที่มีความปลอดภัยสูง (Safety-First Approach)

การที่กลุ่มดั้งเดิมมีค่าความไวที่ต่ำกว่า อาจสะท้อนถึงข้อจำกัดของผู้ตรวจในด้านความเหนื่อยล้า (Fatigue) หรือความแตกต่างของประสบการณ์การทำงาน ในการสังเกตพยาธิสภาพที่มีความละเอียด เช่น Microaneurysms ในขณะที่ AI สามารถรักษามาตรฐานการตรวจจับได้คงที่ อย่างไรก็ตาม กลุ่มดั้งเดิมมีค่าความจำเพาะ (Specificity) สูงถึงร้อยละ 92.68 เมื่อเทียบกับ AI ที่ร้อยละ 63.51 ซึ่งบ่งชี้ว่า AI มีแนวโน้มในการประเมินผลเกินจริง (Over-Diagnosis) หรือการส่งต่อเกินจำเป็น (Over-referral) เพื่อป้องกันกรณีผลลบปลอม (False Negative) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ยอมรับได้ในระบบคัดกรองเบื้องต้น

ประสิทธิภาพด้านระยะเวลาและกระบวนการทำงาน (Discussion: Efficiency and Workflow Optimization)

ประเด็นด้านระยะเวลาในการคัดกรองเป็นปัจจัยสำคัญต่อการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในสถานพยาบาลที่มีภาระงานหนาแน่น จากการศึกษาพบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการขยายม่านตา กลุ่มที่ใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI Group) มีระยะเวลาเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มดั้งเดิม (Traditional Group) เล็กน้อย โดยมีส่วนต่างอยู่ที่ 13.90 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.001$) อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่ได้เกิดจากประสิทธิภาพการประมวลผลของอัลกอริทึม เนื่องจากผลการวิเคราะห์เฉพาะขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล (Processing Time) ของระบบ DeepEye พบว่าใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 14.99 ± 4.20 วินาทีต่อราย (สำหรับการประเมินภาพถ่ายจอประสาทตาทั้งสองข้าง)

ข้อแตกต่างของระยะเวลาดังกล่าวมีสาเหตุหลักมาจากขั้นตอนทางเทคนิคในการบริหารจัดการข้อมูล (Manual Data Handling) ได้แก่ การถ่ายโอนไฟล์ภาพจากกล้องถ่ายภาพจอประสาทตา (Fundus Camera) เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ และการอัปโหลดไฟล์เข้าสู่ระบบคัดกรอง ในขณะที่กลุ่มดั้งเดิมพยาบาลวิชาชีพสามารถประเมินพยาธิสภาพจากหน้าจอแสดงผลของกล้องและบันทึกผลได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการย้ายไฟล์ ข้อมูลนี้สอดคล้องกับการศึกษาในระดับสากล เช่น งานวิจัยของ ของ Tahir และคณะ (2025) มีการระบุชัดเจนว่า อุปสรรคสำคัญในการนำ AI ไปใช้จริงในคลินิกไม่ใช่ความแม่นยำ แต่คือ กระบวนการจัดการข้อมูลและการเชื่อมต่อระบบปฏิบัติงานหน้างาน (Workflow Integration & Infrastructure Limitations) ทางบทความระบุว่าในหลายโรงพยาบาล

(โดยเฉพาะเคสศึกษาในจีนและพื้นที่ห่างไกล) ยังเผชิญปัญหาเรื่องความเร็วอินเทอร์เน็ต การส่งต่อไฟล์ภาพถ่ายจอประสาทตาแบบ Manual และการขาดระบบเชื่อมต่อข้อมูลอัตโนมัติ (Seamless Integration)

เช่นเดียวกับงานวิจัย ของ Scanzera และคณะ (2023) ในสหรัฐอเมริกาที่ระบุว่าคอขวด (Bottle Neck) ของการใช้ AI ในงานคัดกรองมักอยู่ที่กระบวนการเชื่อมต่อข้อมูล (System Integration) มากกว่าความเร็วในการคำนวณของตัวปัญญาประดิษฐ์เอง

นอกจากนี้ ความเสถียรของระบบ (System Reliability) ยังเป็นประเด็นที่น่าสนใจ โดยพบข้อผิดพลาดทางเทคนิค (Technical Error) ในการอ่านค่าเพียงร้อยละ 1.9 (2 จาก 106 ราย) ซึ่งถือเป็นระดับที่ต่ำมากและไม่ส่งผลกระทบต่อภาพรวมของระบบบริการ

ความสอดคล้องของการวินิจฉัยและคุณภาพภาพถ่าย (Agreement and Imageability)

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องด้วยค่าสถิติ Cohen’s kappa พบว่าทั้งสองกลุ่มมีความสอดคล้องกับจักษุแพทย์ในระดับปานกลาง (Moderate Agreement) โดยมีค่า kappa อยู่ที่ 0.49 และ 0.53 ตามลำดับ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าแม้ AI จะมีความไวสูง แต่การตัดสินใจในขั้นสุดท้ายของจักษุแพทย์ยังคงมีความสำคัญในเคสที่มีความซับซ้อน

ประเด็นที่น่าสนใจ คือ กลุ่ม AI มีอัตราภาพถ่ายที่อ่านผลไม่ได้ (Ungradable Cases) สูงถึงร้อยละ 41.9 เมื่อเทียบกับคน (ร้อยละ 10.4) ซึ่งประเด็นนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Tahir และคณะ (2025) ที่พบว่าอัลกอริทึมของ AI มีเกณฑ์การคัดกรองคุณภาพภาพ (Image Quality Threshold) ที่เข้มงวดกว่าสายตามนุษย์ เช่น การที่ภาพเบลอ มีแสงสะท้อน หรือมีสิ่งแปลกปลอม (Artifacts) เล็กน้อยที่มนุษย์พอจะเพ่งเดาพยาธิสภาพได้ ในส่วนของระบบ AI จะตีเป็น Ungradable (อ่านผลไม่ได้)ทันที เพื่อป้องกันการแปลผลผิดพลาด (False Negative) สะท้อนว่าในการใช้งานจริง การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ถ่ายภาพ (Fundus Photography) ให้มีความชำนาญเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยลดอัตรา Ungradable และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ AI ได้สูงสุด เช่นเดียวกับรายงานการปฏิบัติงานของการทดสอบใช้ระบบ AI Deepeye (โรงพยาบาลราชวิถี, 2567)

ความสำคัญด้านการพัฒนาต่อการพัฒนาระบบสาธารณสุขไทย

การนำระบบ AI มาใช้ในโรงพยาบาลระดับจังหวัด ที่มีศักยภาพในการเป็นเครื่องมือสำคัญเพื่อเพิ่มอัตราการเข้าถึงการคัดกรอง (Coverage Rate) ให้บรรลุตามเกณฑ์ตัวชี้วัด (KPI) ของกระทรวงสาธารณสุขไทยที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ซึ่งในปัจจุบันหลายพื้นที่รวมถึงจังหวัดสุพรรณบุรี ยังคงประสบปัญหาการขาดแคลนจักษุแพทย์และภาระงานที่ล้นมือในระบบปกติ

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในเชิงนโยบายว่า เพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบคัดกรองในอนาคต ควรมีการพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลแบบอัตโนมัติ (Seamless Integration) ระหว่างกล้องถ่ายภาพจอประสาทตาและระบบปัญญาประดิษฐ์ หรือการพัฒนาในรูปแบบ On-device AI ที่สามารถประมวลผลได้ทันทีหลังการบันทึกภาพ เพื่อลดภาระงานในขั้นตอนเทคนิค (Technical Workload) และทำให้กระบวนการทำงานมีความคล่องตัว (Streamlined Workflow) มากยิ่งขึ้น

การปรับปรุงในลักษณะดังกล่าวนอกจากจะช่วยลดระยะเวลาคัดกรองให้สั้นลงแล้ว ยังจะช่วยลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับผู้ป่วยจำนวนมากในโรงพยาบาลระดับจังหวัดที่มีทรัพยากรจำกัดได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้หากมีการเชื่อมโยงระบบตรวจเหล่านี้เข้าสู่ระบบคลังสุขภาพของกระทรวงสาธารณสุขได้ทันที(Health Data Center: HDC) จะช่วยลดภาระงานของผู้ปฏิบัติได้จริงเพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ลดการทำงานซ้ำซ้อนที่จะต้องลงบันทึกข้อมูลชุดเดิมในโปรแกรมตรวจ (เช่น HosXP) และระบบ HDC ถึง 2 ขั้นตอน

เอกสารอ้างอิง

กรกัญจน์ จิตโศภิษฐ์. (2566). ความชุกของภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา และระดับน้ำตาลสะสมในเลือดที่สัมพันธ์กับการเกิดภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ 1*, *13*(1), 41–55. https://he01.tci-thaijo.org/index.php/dpcphs/article/view/262223

จาตุรงค์ ตันติบัณฑิต, สนอง เอกสิทธิ์ และณวพล กาญจนารัณย์. (2564). *ระบบคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานขึ้นจอตาและโรคจอประสาทตาเสื่อมอย่างอัตโนมัติ*. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส). https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5218

พวงชมพู ประเสริฐ. (2567). *เอไอคัดกรองเบาหวานเข้าจอตา รู้ผลทันที ผลศึกษาแม่นยำ 95%*. กรุงเทพธุรกิจ. https://www.bangkokbiznews.com/health/public-health/1160003

โรงพยาบาลราชวิถี. (2567). *การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านโรคจอประสาทตาระดับประเทศ ครั้งที่ 1 ณ โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่*. https://www.rajavithi.go.th/rj/?p=26656

สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ฯ, สมาคมต่อมไร้ท่อแห่งประเทศไทย, กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ และราชวิทยาลัยจักษุแพทย์แห่งประเทศไทย. (2566). *แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน 2566 (Clinical Practice Guideline for Diabetes 2023)*. ศรีเมืองการพิมพ์.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรี. (2568). *ระบบคลังข้อมูลสุขภาพ Health Data Center (HDC) ระดับจังหวัด*. https://hdc.moph.go.th/spb/public/main

อลิสา รัฐวงษา. (2563). การพัฒนารูปแบบการคัดกรองภาวะเบาหวานเข้าจอประสาทตา. *วารสารการแพทย์เขต 3*, *34*(3), 331–342. https://he03.tci-thaijo.org/index.php/ech/article/view/802

Abràmoff, M. D., Lavin, P. T., Birch, M., Shah, N., & Folk, J. C. (2023). Artificial intelligence and diabetic retinopathy: AI framework. *Diabetes Care*, *46*(10), 1728–1737. https://diabetesjournals.org/care/article/46/10/1728/153626/Artificial-Intelligence-and-Diabetic-Retinopathy

Alqahtani, A. S., Alshareef, W. M., Aljadani, H. T., Hawsawi, W. O., & Shaheen, M. H. (2025). The efficacy of artificial intelligence in diabetic retinopathy screening: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Retina and Vitreous*, *11*, Article 48. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12012971/

Anand, E. R., & Lee, A. Y. (2025). *AI for DR screening: Where are we in 2025?*. Retina Specialist. https://www.retina-specialist.com/article/ai-for-dr-screening-where-are-we-in-2025

Channa, R., & et al. (2025). Advancing diabetic retinopathy screening: A systematic review. *Diagnostics (Basel)*, *15*(6), 737. https://www.mdpi.com/2075-4418/15/6/737

Esmaeilkhanian, H., Gutierrez, K. G., Myung, D., & Fisher, C. C. (2025). Detection rate of diabetic retinopathy before and after implementation of autonomous AI-based fundus photograph analysis in a resource-limited area in Belize. *Clinical Ophthalmology*, *19*, 993–1006. https://www.dovepress.com/detection-rate-of-diabetic-retinopathy-before-and-after-implementation-peer-reviewed-fulltext-article-OPTH

Redd, T. K., Campbell, J. P., Brown, J. M., & et al. (2024). Performance of a deep learning diabetic retinopathy algorithm in India (ARDA). *JAMA Network Open*, *7*(1), e2831702. https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2831702

Scanzera, A. C., Beversluis, C., Potharazu, A. V., Bai, P., Leifer, A., Cole, E., Du, D. Y., Musick, H., & Chan, R. V. P. (2023). Planning an artificial intelligence diabetic retinopathy screening program: A human-centered design approach. *Frontiers in Medicine*, *10*, 1198228. https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2023.1198228/full

Sofizadeh, S., Eeg-Olofsson, K., & Lind, M. (2024). Prevalence and risk factors for diabetic retinopathy at diagnosis of type 2 diabetes: An observational study of 77 681 patients from the Swedish National Diabetes Registry. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, *12*(3), 1–11. https://drc.bmj.com/content/12/3/e003976

Tahir, H. N., Ullah, N., Tahir, M., Domnic, I. S., Prabhakar, R., Meerasa, S. S., AbdElneam, A. I., Tahir, S., & Ali, Y. (2025). Artificial intelligence versus manual screening for the detection of diabetic retinopathy: a comparative systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, *12*, 1519768. https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2025.1519768/full

Ting, D. S. W., Krause, J., Tan, N. M., & et al. (2024). Evaluating the efficacy of AI systems in diabetic retinopathy. *Acta Ophthalmologica*, *102*(5), e1185–e1194. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aos.17428