Agreement of Intraocular Pressure Measurements between Ophthalmologist and Ophthalmic Nurse Using Goldmann Applanation and Icare Rebound Tonometry Methods in Eye Clinic of Phetchabun Hospital

*Benjawan Srikulsasitorn, M.D.**

Abstract

Objective: This study compared the consistency of intraocular pressure measurements between the iCare rebound tonometer, measured by ophthalmic nurses, and the standard Goldmann Applanation Tonometry (GAT), measured by ophthalmologists.

Methods: Prospective Cross-sectional hospital based study.

Results: This study enrolled 225 eyes from 113 patients to compare intraocular pressure (IOP) measurements obtained using rebound tonometry (iCare IC200) and Goldmann applanation tonometry (GAT). Intraclass correlation coefficients (ICCs) were calculated to assess inter-method reliability. Lin's concordance correlation coefficient, along with Bland-Altman analysis, was employed to evaluate the relationship and agreement between the two measurement methods. The findings indicated excellent agreement between iCare tonometry and GAT. Furthermore, corneal thickness did not significantly influence the consistency of IOP measurements for either method.

Conclusion: This study indicates that the iCare tonometer is a reliable tool for measuring intraocular pressure, comparable to the standard GAT method, and may be beneficial for glaucoma screening in the community and for measuring intraocular pressure in situations where the GAT method is limited.

Keywords: icare tonometer; goldmann applanation tonometry (gat); intraocular pressure (iop); corneal thickness

*Department of Ophthalmology, Phetchabun Hospital, Ministry of Public health

Received: April 7, 2025; Revised: August 18, 2025; Accepted: August 28, 2025

การศึกษาเปรียบเทียบค่าความดันลูกตาระหว่างการวัดความดันตา โดยจักษุแพทย์ด้วยวิธีโกลด์แมน แอพพลาเนชันกับการวัดโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาด้วยเครื่อง ไอแคร์ ในผู้ป่วยนอกแผนกจักษุโรงพยาบาลเพชรบูรณ์

*เบญจวรรณ ศรีกุลศิธร, พ.บ.**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของการวัดความดันลูกตาระหว่างการวัดความดันลูกตาด้วยวิธีรีบาวนด์ด้วยเครื่องไอแคร์ (iCare rebound tonometer: iCare) โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตากับการวัดโดยวิธีมาตรฐาน โกลด์แมน แอปพลาเนชัน (Goldmann Applanation Tonometry; GAT) ที่วัดโดยจักษุแพทย์

วิธีการศึกษา: การศึกษาแบบไปข้างหน้าเชิงภาคตัดขวาง ทำในโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ ใช้ The Bland-Altman method วิเคราะห์ความสอดคล้องกันของวิธีการวัดความดันลูกตาจากต่างวิธี

ผลการศึกษา: การศึกษานี้ได้ศึกษาการวัดความดันลูกตาจำนวน 225 ดวงตา จากผู้ป่วย 113 ราย เพื่อเปรียบเทียบค่าความดันลูกตาที่วัดด้วยเครื่อง iCare โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตากับการวัดด้วยวิธี GAT โดยจักษุแพทย์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ICC) ถูกใช้ในการวิเคราะห์และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คอนคอร์แดนซ์ของลิน ร่วมกับการวิเคราะห์แบบแบลนด์-อัลท์แมน ถูกนำมาใช้ในการประเมินความสัมพันธ์และความสอดคล้องระหว่างวิธีการวัดทั้งสองแบบ ผลการศึกษาพบว่า การวัดดันลูกตาโดยใช้เครื่อง iCare มีความสอดคล้องกับวิธี GAT อย่างดียอดเยี่ยม นอกจากนี้ความหนาของกระจกตาไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความสอดคล้องของการวัดความดันลูกตาด้วยวิธีการวัดทั้งสองแบบ

สรุป: การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการวัดความดันลูกตาโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาด้วยเครื่อง iCare มีความน่าเชื่อถือเทียบเท่ากับการวัดโดยจักษุแพทย์ด้วยวิธี GAT จึงอาจมีประโยชน์ในการคัดกรองโรคต้อหินในชุมชนที่ไม่มีจักษุแพทย์รวมถึงใช้วัดความดันลูกตาแทนวิธี GAT ในกรณีที่ไม่สามารถวัดโดยวิธี GAT ได้

คำสำคัญ: ไอแคร์ รีบาวน์โทโนมิเตอร์; โกลด์แมน แอปพลาเนชัน; การวัดความดันลูกตา; ความหนากระจกตา

*กลุ่มงานจักษุ โรงพยาบาลเพชรบูรณ์ กระทรวงสาธารณสุข

ได้รับต้นฉบับ: 7 เมษายน 2568; แก้ไขบทความ: 18 สิงหาคม 2568; รับลงตีพิมพ์: 28 สิงหาคม 2568

บทนำ

การวัดความดันลูกตา (Intraocular pressure; IOP) เป็นการวัดที่สำคัญในการตรวจโรคทางจักษุ ผู้ป่วยเกือบทุกรายที่มาแผนกจักษุจะได้รับการวัดความดันลูกตา[1] รวมถึงเป็นที่ทราบดีว่าความดันลูกตาสูงเป็นปัจจัยเสี่ยงเดียวของโรคต้อหินที่สามารถรักษาได้ ดังนั้นการวัดความดันลูกตาจึงมีความสำคัญทั้งในแง่ของการคัดกรองโรคต้อหิน การวินิจฉัยและการติดตามการรักษาโรคต้อหิน[2] ในทางปฏิบัติของการตรวจวัดระดับความดันลูกตาในห้องตรวจโรคผู้ป่วยนอกแผนกจักษุ รพ.เพชรบูรณ์ที่มีจำนวนผู้รับบริการมากการคัดกรองความดันลูกตาเบื้องต้นมักใช้เครื่องวัดความดันลูกตาแบบไม่สัมผัสตา (non-contact tonometer; NCT) เช่นเดียวกับรพ.อื่น ๆ ทั่วประเทศส่วนการวัดโดยวิธีโกลด์แมนแอปพลาเนชันโทโนเมทรี (Goldmann ApplanationTonometry; GAT) ซึ่งจัดเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการวัดความดันลูกตานั้นจะเลือกตรวจในบางรายที่จำเป็นเช่น ไม่สามารถวัดโดยวิธี NCT ได้ หรือมีค่าความดันลูกตาที่สูงหรือผิดปกติกว่าค่าความดันลูกตาเฉลี่ยประชากรซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8-21 มม.ปรอท หรือในกรณีผู้ป่วยโรคต้อหิน ที่การเปลี่ยนแปลงความดันลูกตาแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจจะมีผลต่อโรคหรือต่อการตัดสินใจให้การรักษา[3]

ปัจจุบันโรงพยาบาลต่าง ๆ ทั่วประเทศได้นำเครื่องวัดความดันลูกตาชนิดรีบาวด์โทโนเมทรี (Rebound Tonometry: RBT) ด้วยเครื่องไอแคร์ (iCare) มาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีวัดความดันลูกตาที่ไม่เจ็บ สามารถทำได้โดยไม่ต้องหยอดยาชา ใช้เวลาสั้นและสามารถทำได้ไม่ว่าผู้ป่วยจะอยู่ในท่าทางแบบใด

แผนกจักษุ รพ.เพชรบูรณ์ มีแนวทางการวัดความดันลูกตาซ้ำหรือตรวจสอบอีกครั้งโดยวิธี GAT ซึ่งทำโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาหรือจักษุแพทย์ อย่างไรก็ตามการวัดความดันลูกตาโดยวิธี GAT ต้องอาศัยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาที่มีประสบการณ์และความชำนาญสูงในการวัด ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการปฏิบัติ ก่อนการวัดความดันลูกตาผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการหยอดยาชาและย้อมสีฟลูออเรสซีน (Fluoresceine staining) ก่อนการวัดทุกครั้งรวมถึงเป็นการวัดความดันลูกตาแบบที่ต้องมีอุปกรณ์วัดความดันลูกตาสัมผัสกดลงบนกระจกตาโดยตรงเป็นบริเวณ 6 ตารางมม.[1] การศึกษานี้จึงเสนอให้ใช้เครื่องวัดความดันลูกตาแบบรีบาวนด์โทโนเมทรี (Rebound Tonometry) ด้วยเครื่อง iCare IC200 (iCare Finland Oy, Helsinki, Finland) เป็นทางเลือกโดยการวัดความดันลูกตาโดยใช้เครื่อง iCare เป็นวิธีที่ง่าย ประหยัดเวลา และไม่จำเป็นต้องหยอดยาชา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสอดคล้องกันระหว่างการวัดความดันลูกตาด้วยวิธี GAT ที่วัดโดยจักษุแพทย์กับการวัดด้วยเครื่อง iCare โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา

2. เพื่อศึกษาความสอดคล้องกันของการวัดความดันลูกตาโดยวิธี GAT ระหว่างวัดโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตากับจักษุแพทย์

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้าเชิงภาคตัดขวาง ทำในโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในแผนกจักษุโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 ถึง เดือนธันวาคม 2565 ทั้งผู้ป่วยต้อหินและไม่ใช่ต้อหินได้รับการลงทะเบียนหลังจากให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร การศึกษาได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมของโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ และปฏิบัติตามหลักการของปฏิญญาเฮลซิงกิ

เกณฑ์การคัดเลือกคือ:

1. อายุมากกว่า 18 ปี และสามารถวัดความดันลูกตาได้ทั้งด้วย GAT และ/หรือ iCare
2. ทั้งผู้ป่วยต้อหินและไม่ใช่ต้อหิน
3. เก็บข้อมูลจากทั้งสองตา เว้นแต่เป็นไปตามเกณฑ์การยกเว้น

เกณฑ์การยกเว้นคือ:

1. อายุต่ำกว่า 18 ปี
2. มีประวัติการติดเชื้อหรือการอักเสบเฉียบพลันที่ตา
3. มีประวัติการแพ้ยาหยอดระงับความรู้สึก (0.5% tetracaine)
4. ได้รับการผ่าตัดภายในลูกตาภายในหนึ่งเดือน
5. พื้นผิวกระจกตาผิดปกติหรือไม่สม่ำเสมอ

ผู้ป่วยกลุ่มที่หนึ่ง 113 ราย (225 ดวงตา) จะได้รับการวัดความดันลูกตาโดยวิธี GAT ขณะเข้ารับการตรวจกับจักษุแพทย์ (คนเดียว) และเมื่อประเมินว่าไม่พบมีเกณฑ์คัดออกของการศึกษาผู้ป่วยจะได้รับการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา (หลายคน) และวัดความหนากระจกตา (Central Corneal Thickness: CCT) โดยใช้เครื่องวัดความหนาในตัวของเครื่องวัดความดันลูกตาแบบไม่สัมผัส (Non-Contact tonometer Nidek 530) ตามลำดับ ค่าความดันลูกตาที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง iCare จะได้รับการยอมรับก็ต่อเมื่อซอฟต์แวร์แสดงไฟสีเขียว ซึ่งบ่งชี้ถึงค่าความน่าเชื่อถือที่ดี

ผู้ป่วยกลุ่มที่สอง 26 ราย (51 ตา) ได้รับการวัดความดันลูกตาซ้ำสองครั้งด้วยวิธี GAT ครั้งหนึ่งโดยจักษุแพทย์ (คนเดียว) และอีกครั้งโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาที่มีความเชี่ยวชาญ (คนเดียว) โดยผู้ป่วยจะได้รับการวัดความดันลูกตาจากจักษุแพทย์ก่อนและจึงถูกวัดโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาเป็นลำดับถัดมา

ค่าความดันลูกตาที่ได้จากการวัดโดยจักษุแพทย์จะถูกบันทึกในระบบ Electric Medical Record ของรพ.เพชรบูรณ์เพื่อป้องการอคติที่อาจจะเกิดขึ้นจากการวัดครั้งถัดไป ส่วนการบันทึกข้อมูลของพยาบาลจะบันทึกลงกระดาษเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการศึกษาแสดงค่าสถิติตามลักษณะของตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรเชิงปริมาณ เช่น อายุของผู้เข้าร่วมวิจัย ความดันลูกตา ค่าความหนาของกระจกตา แสดงเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับตัวแปรเชิงกลุ่ม เช่น เพศ การวินิจฉัย แสดงเป็นจำนวนและเปอร์เซ็นต์ การศึกษาค่าความสอดคล้องกันของการวัดความดันลูกตาระหว่างการวัดโดยจักษุแพทย์และพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาด้วยวิธี GAT เหมือนกัน

ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ICC) ในการวิเคราะห์ และใช้ Lin's Correlation ร่วมกับการวิเคราะห์โดยวิธี Bland-Altman เพื่อประเมินความสัมพันธ์และความสอดคล้องระหว่างการวัดความดันลูกตาที่ได้จาก GAT (จักษุแพทย์) และ iCare (พยาบาลจักษุ) การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดเป็นแบบสองด้าน กำหนดความเชื่อมั่นการทดสอบสมมติฐาน 95% การวิเคราะห์ทางสถิติทำโดยใช้ Medcalc และ IBM SPSS vesrion 26 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA)

การพิทักษ์สิทธิและจริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาและได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์ของโรงพยาบาลเพชรบูรณ์รหัสโครงการ 25-2564 ได้รับการอนุมัติเมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2564

ผลการศึกษา

ผู้ป่วย 139 ราย (276 ตา) ได้รับการคัดเลือกและแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก 113 ราย, 225 ตา (ตาขวา 112 ตา, ตาซ้าย 113 ตา) ได้รับการวัดความดันลูกตาโดยวิธี GAT (โดยจักษุแพทย์) และวิธีรีบาวน์โดยเครื่อง iCare (โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา) ผู้ป่วยทุกรายได้รับการวัดความหนาของกระจกตาด้วยทุกคน

กลุ่มที่สองจำนวน 26 ราย, 51 ตา ได้รับการวัดความดันลูกตาซ้ำสองครั้งโดยวิธี GAT (โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาและจักษุแพทย์)

ผลการศึกษาในกลุ่มแรก (113 ราย) อายุเฉลี่ยของผู้ที่เข้าร่วมวิจัยคือ 63.78 ± 11.27 ปี (25-88 ปี) โดยส่วนใหญ่ได้รับการวินิจฉัยเป็นต้อหินและภาวะสงสัยต้อหินมากที่สุด คือ 71 ราย คิดเป็น 63.4 เปอร์เซ็นต์ ต้อกระจก 17 ราย คิดเป็น 15.2 เปอร์เซ็นต์ และการวินิจฉัยอื่น ๆ เช่น โรคตาแห้ง ต้อเนื้อ เบาหวานขึ้นตา มีจำนวน 24 ราย คิดเป็น 21.4 เปอร์เซ็นต์ ความดันลูกตาเฉลี่ยโดยวิธี GAT คือ 16.8 ± 6.87 มม.ปรอท (ช่วง 6-54 มม.ปรอท) และความดันลูกตาเฉลี่ยโดย iCare คือ 16.61 ± 7.42 มม.ปรอท (ช่วง 6-58.2 มม.ปรอท) CCT เฉลี่ยคือ 536.89 ± 31.75 ไมโครเมตร (ช่วง 472-629 ไมโครเมตร); ผู้ป่วยส่วนใหญ่มี CCT บางกว่า 555 ไมโครเมตร ข้อมูลเหล่านี้แสดงอยู่ในตาราง 1

ตาราง 1 ข้อมูลส่วนบุคคล (n=113)

	Mean ± SD.	Min	Max
อายุ (ปี)	63.78 ± 11.27	25.58	88
เพศ			
ชาย	52 (46%)		
หญิง	61 (54%)		
การวินิจฉัย			
โรคต้อหินหรือภาวะสงสัยต้อหิน	72 (63.7%)		
โรคต้อกระจก	17 (15%)		
อื่นๆ	24 (21.3%)		
ตา(ข้าง)			
ตาขวา	112 (49.8%)		
ตาซ้าย	113 (50.2%)		
ค่าความดันลูกตาเฉลี่ยโดย iCare (mmHg)	16.61 ± 7.42	6	58.2
ค่าความดันลูกตาเฉลี่ยโดย GAT (mmHG)	16.8 ± 6.87	6	54
ความหนากระจกตา (µm)	536.87 ± 31.68	472	629
ความหนากระจกตาแบ่งกลุ่มย่อย (µm)			
≤555	157 (70.4%)		
556-588	53 (23.8%)		
≥589	13 (5.8%)		

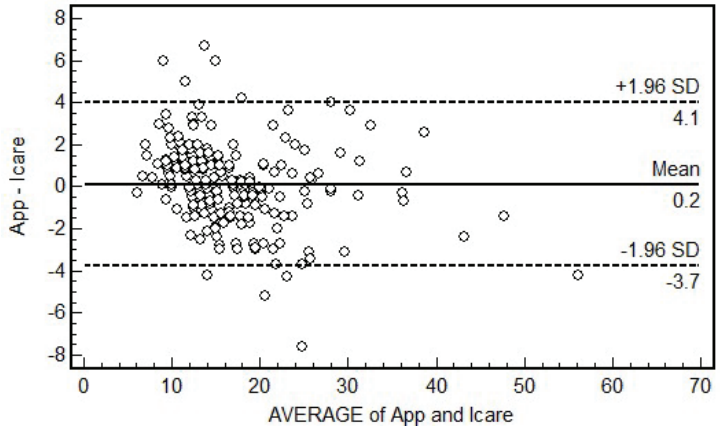
ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ICC) ความสัมพันธ์แสดงอยู่ในตาราง 2 ICC (95% CI) และ Lin's Correlation ระหว่างความดันลูกตาที่วัดด้วยวิธี GAT เปรียบเทียบกับวัดด้วยเครื่อง iCare คือ 0.981 และ 0.962 ตามลำดับ ($p < 0.001$)

จากการวิเคราะห์โดยวิธี Bland-Altman ไม่พบความแปรปรวนที่แตกต่างกันของค่าความดันลูกตา (heteroscedasticity) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งบ่งชี้ถึงความแปรปรวนที่เท่ากันในช่วงของข้อผิดพลาดเฉลี่ย (รูป 1)

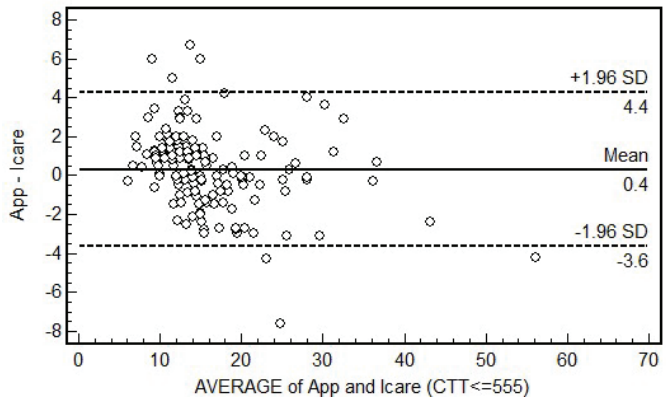
ตาราง 2 เปรียบเทียบค่าความดันลูกตาที่ได้จากการวัดระหว่างวิธีโกลด์แมนแอปพลาเนชัน (GAT) กับรีบาวน์โทโนเมทรี (iCare)

CCT (μm)	n (eyes)	ICC (95%CI)		Lin's correlation	Mean difference (Limits of agreement)		p-value
Total	225	0.981	0.975 to 0.985	0.962	0.188	-3.669 to 4.045	<0.001*
≤555	157	0.979	0.971 to 0.985	0.958	0.38	-3.611 to 4.37	<0.001*
556-588	53	0.985	0.974 to 0.991	0.968	-0.449	-3.964 to 3.066	<0.001*
≥589	13	0.988	0.961 to 0.996	0.974	0.438	-2.351 to 3.228	<0.001*

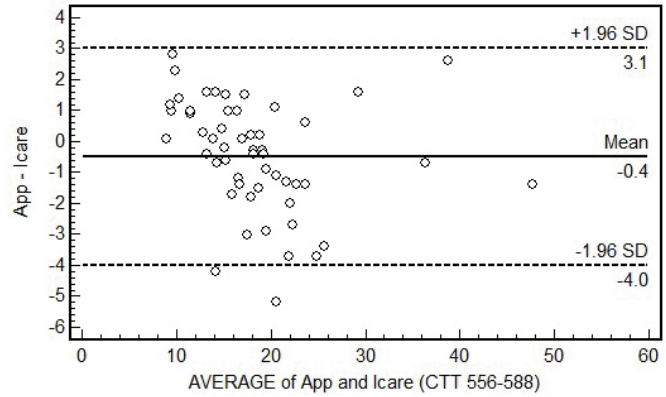
ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มย่อยตามระดับความหนาของกระจกตาเพื่อทดสอบค่าความสอดคล้องกันของความดันลูกตาที่วัดโดยสองวิธี โดยผู้เข้าร่วมถูกแบ่งออกเป็นสามกลุ่มย่อยตามระดับความหนากระจกตา ได้แก่ กลุ่มที่มีความหนากระจกตา (CCT) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 555 ไมโครเมตร, ค่าความหนากระจกตาอยู่ระหว่าง 556 ถึง 588 ไมโครเมตรและกลุ่มที่มีค่าความหนากระจกตามากกว่าหรือเท่ากับ 589 ไมโครเมตร จากการวิเคราะห์กลุ่มย่อยทั้งสามกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติบ่งชี้ว่าการวัดความดันลูกตาทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกันในทุกช่วงของความหนากระจกตา (ตาราง 2, รูป 2-4)



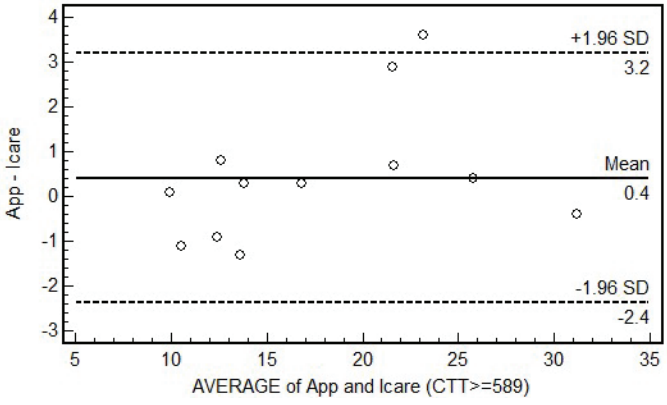
รูป 1 : แผนภาพ Bland-Altman Plot เปรียบเทียบค่าความดันลูกตาระหว่างการวัดโดยวิธี GAT กับวัดด้วยเครื่อง iCare



รูป 2 : แผนภาพ Bland-Altman Plot เปรียบเทียบค่าความดันลูกตาระหว่างการวัดโดยวิธี GAT กับวัดด้วยเครื่อง iCare ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความหนากระจกตาน้อยกว่า 555 ไมโครเมตร



รูป 3 : แผนภาพ Bland-Altman Plot เปรียบเทียบค่าความดันลูกตาระหว่างการวัดโดยวิธี GAT กับวัดด้วยเครื่อง iCare ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความหนากระจกตาระหว่าง 556-588 ไมโครเมตร



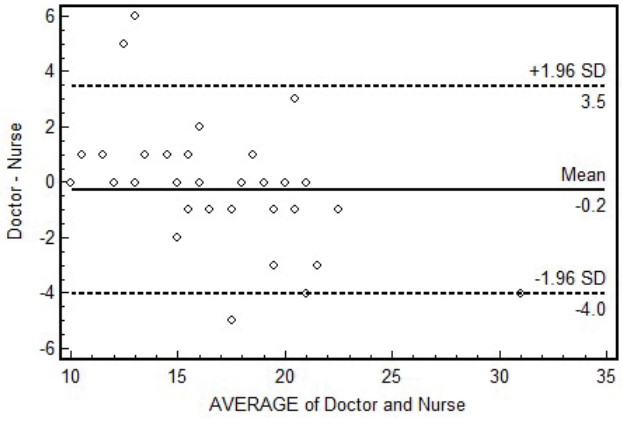
รูป 4 : แผนภาพ Bland-Altman เปรียบเทียบค่าความดันลูกตาระหว่างการวัดโดยวิธี GAT กับวัดด้วยเครื่อง iCare ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความหนากระจกตามากกว่าหรือเท่ากับ 589 ไมโครเมตร

จากการวิเคราะห์โดย Bland-Altman plot พบค่าความแปรรวนของค่าความดันลูกตาเปรียบเทียบระหว่างวิธี GAT กับเครื่อง iCare ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงไม่เกิน ± 2.0 mmHg ซึ่งสอดคล้องกันดีกับค่าความแม่นยำของเครื่อง iCare IC200 ที่รายงานโดยบริษัทผู้ผลิตที่อยู่ที่ค่า ± 1.2 mmHg สำหรับค่าความดันที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 mmHg และ ± 2.2mmHg ในค่าความดันลูกตาที่มากกว่า 20 mmHg

การศึกษาเพิ่มเติมในผู้ป่วยกลุ่มที่สอง 26 ราย (51 ตา) ดำเนินการเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของการวัดความดันลูกตาโดยวิธี GAT ระหว่างจักษุแพทย์และพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา (คนเดียว) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างเฉลี่ยของค่าความดันลูกตาระหว่างการวัดโดยจักษุแพทย์และพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาเท่ากับ 0.235 มม.ปรอท ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ICC) ความสัมพันธ์แสดงอยู่ในตาราง 2 ICC (95% CI) และ Lin's Correlation ระหว่างการวัดโดยจักษุแพทย์และพยาบาล คือ 0.938 และ 0.882 ตามลำดับ (p <0.001) การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสองผู้วัดโดยวิธี Bland-Altman ไม่พบความแปรปรวนที่แตกต่างกันของค่าความดันลูกตา (heteroscedasticity) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งบ่งชี้ถึงความแปรปรวนที่เท่ากันในช่วงของข้อผิดพลาด ดังแสดงในรูป 5

ตาราง 3 การเปรียบเทียบค่าความดันลูกตาด้วยวิธี GAT ระหว่างจักษุแพทย์เทียบกับพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา

	n (eyes)	ICC (95%CI)		Lin's correlation	Mean difference (Limits of agreement)		p-value
Inter Doctor and Nurse	51	0.938	0.892 to 0.965	0.882	-0.235	-3.987 to 3.516	<0.001*



รูป 5 : แผนภาพ Bland-Altman Plot เปรียบเทียบค่าความดันลูกตาด้วยวิธี GAT ระหว่างจักษุแพทย์กับพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา

วิจารณ์

การศึกษานี้ประเมินความสอดคล้องระหว่างการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare วัดโดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาเปรียบเทียบกับการวัดโดยวิธี GAT ที่วัดโดยจักษุแพทย์ รวมถึงยังศึกษาความสอดคล้องกันของค่าความดันลูกตาที่วัดโดยวิธี GAT เทียบกันระหว่างการวัดโดยจักษุแพทย์กับพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์และความสอดคล้องกันเป็นอย่างดีระหว่างการวัดด้วยเครื่อง iCare และวิธี GAT เช่นเดียวกับการศึกษาก่อนหน้า[4-7] ซึ่งบ่งชี้ว่าการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare อาจเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการวัดความดันลูกตาแทนการวัดโดยวิธี GAT ซึ่งเป็นวิธีที่มีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเช่นจักษุแพทย์หรือพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาที่มีประสบการณ์ ต้องใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์ชนิดลำแสงแคบ (slit-lamp binocularmicroscope) อุปกรณ์ต้องสัมผัสกระจกตาผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการฆ่าเชื้อทุกครั้งที่ใช้งาน จำเป็นต้องหยอดยาชาและย้อมสีฟลูออเรสซีนไปบนกระจกตา ความหนาของกระจกตาและความโค้งกระจกตาที่ผิดปกติส่งผลต่อค่าที่ได้ ผู้ป่วยต้องสามารถอยู่ในท่านั่งตรงและให้ความร่วมมือในการตรวจเป็นอย่างดี ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการตรวจในผู้ป่วยบางรายเช่น เด็กเล็ก[1,8] ผู้ป่วยติดเตียง เป็นต้น

นอกจากนี้การวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare อาจจะสามารถเข้ามาทดแทนเครื่องวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง NCT ในการคัดกรองความดันลูกตาในผู้ป่วยหรือประชากรจำนวนมาก ซึ่งเป็นเครื่องที่มีข้อจำกัด ได้แก่ ผู้ป่วยต้องอยู่ในท่านั่งตรงได้ เครื่องมือมีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายลำบาก และสามารถวัดค่าความดันลูกตาในกรณีผู้ป่วยที่สวมใส่เลนส์สัมผัสชนิดนิ่มได้ (soft contact lenses)[9] และถึงแม้ในอดีตการตรวจโดยวิธี NCT จะได้ชื่อว่าเป็นการตรวจที่ลดความเสี่ยงของการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้ เนื่องจากไม่มีการสัมผัสกับตาโดยตรง แต่ในช่วงของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 พบว่าการตรวจโดยวิธี NCT ทำให้เกิดละอองฝอยฟุ้งในอากาศและตรวจพบเชื้อไวรัสในละอองฝอยได้ การใช้เครื่อง iCare สามารถเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้[10-11]

ในการศึกษานี้ยังได้ตรวจสอบผลของความหนาของ CCT ต่อความสอดคล้องค่าความดันลูกตาที่วัดด้วยวิธี GAT กับวัดด้วยเครื่อง iCare โดยถึงแม้ว่าจะเป็นที่ทราบกันดีว่าความหนาของกระจกตาที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความดันลูกตาที่ถูกวัดโดยวิธี GAT การศึกษานี้ยังคงแสดงค่าความสอดคล้องของการวัดความดันลูกตาทั้งสองวิธีในระดับที่ดีทั้งสามกลุ่มย่อยของค่า CCT โดยที่ผู้ป่วยส่วนใหญ่ในการศึกษานี้มีค่าความหนากระจกตาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 555 ไมโครเมตร โดยผลของการศึกษานี้สอดคล้องกันกับการศึกษาก่อนหน้า[4-7]

แม้มีการศึกษาก่อนหน้านี้เป็นจำนวนมากที่ได้ตรวจสอบความแม่นยำของค่าความดันลูกตาที่วัดด้วยเครื่อง iCare รวมถึงศึกษาความสอดคล้องกันของค่าความดันลูกตาเปรียบเทียบกับการวัดโดยวิธีอื่นรวมถึงวิธี GAT แล้วแต่งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในโรงพยาบาลประจำจังหวัดของรัฐที่เก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานประจำวัน ซึ่งอาจมีลักษณะประชากรผู้ป่วยและข้อจำกัด

ด้านทรัพยากรที่แตกต่างจากศูนย์โรงพยาบาลระดับตติยภูมิหรือระดับที่สูงกว่าที่การศึกษาจำนวนมากก่อนหน้านี้ได้ดำเนินการ ซึ่งจะเป็นการขยายขอบเขตความสามารถในการนำผลการวิจัยของเราไปใช้ได้จริงให้กว้างขึ้น

ข้อจำกัดประการหนึ่งของการศึกษานี้คือเป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง ซึ่งให้ภาพรวมของการวัดความดันลูกตา (IOP) เพียงจุดเดียวในเวลา การศึกษาติดตามระยะยาวในกลุ่มผู้ป่วยเดิมอาจให้ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพในระยะยาวเครื่อง iCare และความสามารถในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของ IOP เมื่อเวลาผ่านไป ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นอีกประการหนึ่ง คือ มีจักษุแพทย์เพียงคนเดียวสำหรับการวัด GAT ในการศึกษานี้ในการเปรียบเทียบค่าความดันลูกตากับเครื่อง iCare แม้ว่าผลการศึกษาจะแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องในระดับดีมาก แต่อาจจะจำกัดความสามารถในการนำผลการวิจัยไปใช้กับจักษุแพทย์คนอื่น ๆ การศึกษาในอนาคตอาจรวมผู้ตรวจสอบหลายคนเพื่อแก้ไขปัญหานี้

ข้อจำกัดอีกประการคือจำนวนผู้ป่วยในกลุ่มย่อยตามระดับความหนาของกระจกตาที่มีจำนวนแตกต่างกัน โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีค่าความหนากระจกตาที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 555 ไมโครเมตร ในขณะที่กลุ่มที่มีค่าความหนากระจกตาที่มากกว่า 555 มีจำนวนน้อยกว่า การศึกษาเพิ่มเติมโดยเน้นศึกษาในกลุ่มที่มีความหนาของกระจกตาที่สูงกว่า 555 จะสามารถให้ข้อมูลที่ชัดเจนเพิ่มเติมจากการศึกษานี้ได้

แม้ว่าค่าความแปรรวนของค่าความดันลูกตาเปรียบเทียบระหว่างวิธี GAT กับเครื่อง iCare ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงไม่เกิน ± 2.0 mmHg แต่จากกราฟ Bland-Altman พบว่าค่าความแปรปรวนสูงได้ถึง ± 4.0 mmHg ซึ่งในกรณีผู้ป่วยโรคต้อหินค่าความดันลูกตาที่ต่างกันถึง 4 mmHg อาจจะส่งผลโดยตรงต่อการตัดสินใจเริ่มรักษา ปรับเพิ่มหรือลดการรักษา ดังนั้นการนำมาการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare มาใช้ทดแทนการวัดด้วยวิธี GAT อาจจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในกรณีต้อหินระดับรุนแรง เพื่อหลีกเลี่ยงการดำเนินโรคที่แย่ลงจากการให้การรักษาที่ไม่เหมาะสม

ทั้งนี้ผลการศึกษาในการศึกษานี้มีประโยชน์และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงแนวทางการวัดความดันลูกตาซ้ำก่อนเข้าพบจักษุแพทย์หากความดันลูกตาสูงเกินกว่าค่าปกติ (> 21 mmHg) ในแผนกจักษุโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ โดยเปลี่ยนจากการวัดด้วยวิธี GAT โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตามาใช้เครื่อง iCare แทน แม้ว่าการศึกษาในกลุ่มสอง ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบและหาความความสอดคล้องของการวัดความดันลูกตาโดยวิธี GAT ระหว่างจักษุแพทย์กับพยาบาลเวชปฏิบัตินั้น จะแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องในระดับที่ดีมาก แต่การใช้แนวทางเดิมนี้ในการปฏิบัติงานจริงส่งผลกระทบต่อการประเมินโรคทางตา เนื่องจากการวัดความดันลูกตาโดย GAT นั้น จำเป็นต้องหยอดยาชาก่อน และเป็นการวัดความดันลูกตาที่ต้องใช้เครื่องมือรูปโคนที่มีพื้นที่ผิววงกลมสัมผัสและกดไปบนกระจกตาของผู้ป่วย ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้อาจส่งผลต่อการประเมินหรือตรวจวินิจฉัยโรคที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะโรคผู้ป่วยที่มีโรคผิวตา (Ocular Surface Disease) ผู้ป่วยมีภาวะแผลรั่วซึมหลังการผ่าตัด เช่น แผลผ่าตัดต้อหินหรือแผลผ่าตัดต้อกระจก

สรุป

การศึกษาของเราแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องที่ดีระหว่างค่าความดันลูกตาที่วัดด้วยเครื่อง iCare โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาเปรียบเทียบกับการวัดด้วยวิธี GAT โดยจักษุแพทย์ โดยที่ระดับความหนาของกระจกตาที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าความสอดคล้องของการวัดความดันลูกตาโดยสองวิธี ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare มีความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยในการนำมาใช้วัดความดันลูกตาเทียบเคียงกับการวัดโดยวิธีมาตรฐานอย่างวิธี GAT ซึ่งเป็นวิธีที่จำเป็นต้องวัดโดยจักษุแพทย์หรือพยาบาลเวชปฏิบัติทางตาที่มีประสบการณ์เท่านั้น การวิจัยเพิ่มเติมรวมถึงการศึกษาติดตามระยะยาวและการศึกษาที่มีจักษุแพทย์หลายคนในการวัดความดันลูกตา รวมถึงจำนวนผู้ป่วยที่มากขึ้นและมีการกระจายตัวของกลุ่มความหนากระจกตาที่เท่า ๆ กันในอนาคตมีความจำเป็นเพื่อสำรวจประสิทธิภาพในระยะยาวของ iCare และบทบาทของ iCare ในการเป็นเครื่องมือที่ใช้ติดตามการรักษาผู้ป่วยโรคต้อหิน รวมถึงการคัดกรองโรคต้อหินในชุมชนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ iCare เป็นทางเลือกในการวัดความดันลูกตา:

○ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare มีความน่าเชื่อถือเทียบเท่ากับการวัดโดยวิธี GAT และ iCare ยังมีข้อดีคือใช้งานง่าย รวดเร็ว และไม่จำเป็นต้องใช้ยาชาหยอดตา ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกในการวัดความดันลูกตา โดยเฉพาะในกรณีที่มีผู้ป่วยจำนวนมากหรือในสถานการณ์ที่ต้องการความรวดเร็ว

○ iCare มีขนาดเล็ก พกพาสะดวก ทำให้เหมาะสำหรับการคัดกรองความดันลูกตาในชุมชน หรือในสถานการณ์ที่ต้องการเคลื่อนย้ายเครื่องมือบ่อยครั้ง

2. การปรับแนวทางการวัดความดันลูกตาในโรงพยาบาล:

○ โรงพยาบาลเพชรบูรณ์สามารถพิจารณาปรับแนวทางการวัดความดันลูกตาซ้ำก่อนเข้าพบจักษุแพทย์ โดยใช้เครื่อง iCare แทนการวัดด้วยวิธี GAT โดยพยาบาลเวชปฏิบัติทางตา เพื่อลดข้อจำกัดและเพิ่มความสะดวก

3. ข้อควรพิจารณาในการใช้ iCare:

○ แม้ว่า iCare จะมีข้อดีหลายประการ แต่ก็มีข้อเสียคือต้องใช้วัสดุสิ้นเปลือง (หัววัดแบบใช้แล้วทิ้ง) ซึ่งอาจเพิ่มค่าใช้จ่าย

○ การศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความหนากระจกตามากกว่า 555 ไมโครเมตร จะช่วยให้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการวิจัยในอนาคต:

- ควรมีการศึกษาติดตามผลในระยะยาว เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการวัดความดันลูกตาด้วยเครื่อง iCare ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกตาเมื่อเวลาผ่านไป
- ควรมีการศึกษาโดยใช้จักษุแพทย์หลายคนในการวัดความดันลูกตา เพื่อให้ผลการศึกษาครอบคลุมและสามารถนำไปใช้ได้กับจักษุแพทย์ทั่วไป

- ควรมีการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความหนากระจกตาที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อให้ผลการศึกษาครอบคลุมกลุ่มผู้ป่วยที่แตกต่างกัน
- ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงบทบาทของเครื่อง iCare ในการติดตามผู้ป่วยโรคต้อหินในการรักษาในระยะยาว และการนำไปใช้ในการคัดกรองโรคต้อหินในชุมชน
- การเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการใช้งานเครื่องมือทั้งสองชนิด

โดยรวมแล้ว งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า iCare เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการนำมาใช้แทน GAT ในการวัดความดันลูกตา ซึ่งอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดข้อจำกัดในการตรวจวัดความดันลูกตาในทางปฏิบัติ

เอกสารอ้างอิง

1. Brusini P, Salvetat ML, Zeppieri M. How to Measure Intraocular Pressure: An Updated Review of Various Tonometers. J Clin Med 2021;10(17):3860.
2. Shan S, Wu J, Cao J, Feng Y, Zhou J, Luo Z, et al. Global incidence and risk factors for glaucoma: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. J Glob Health 2024;14:04252.
3. Sihota R, Angmo D, Ramaswamy D, Dada T. Simplifying “target” intraocular pressure for different stages of primary open-angle glaucoma and primary angle-closure glaucoma. Journal of Ophthalmology 2018;66(4):495–505.
4. Tomita R, Sharpe GP, Betsch D, Bonatti R, Chauhan BC. A Comparative Study of the Handheld IC200 and Slit Lamp-mounted ST500 Rebound Tonometers with Goldmann Applanation Tonometry. Ophthalmol Glaucoma 2025;8(2):152-6.
5. Badakere SV, Chary R, Choudhari NS, Rao HL, Garudadri C, Senthil S. Agreement of Intraocular Pressure Measurement of Icare ic200 with Goldmann Applanation Tonometer in Adult Eyes with Normal Cornea. Ophthalmol Glaucoma 2021;4(3):238–43.
6. Sachdeva R, Iordanous Y, Lin T. Comparison of intraocular pressure measured by iCare tonometers and Goldmann applanation tonometer. Can J Ophthalmol 2023;58(5):426–32.
7. Ozcura F, Yildrim N, Sahin A, Colak E. Comparison of Goldmann applanation tonometry, rebound tonometry and dynamic contour tonometry in normal and glaucomatous eyes. Int J Ophthalmol 2015;8(2):299–304.
8. American Academy of Ophthalmology. Goldmann Tonometer Remains Gold Standard for Measuring IOP. [Internet]. 2017 [cited 2025 Feb 18]. Available from: https://shorturl.asia/A65zL

9. Krolo I, Mihaljevic B, Kasumovic A, Bagatin F, Ravlic MM, Herman JS. Rebound Tonometry over Soft Contact Lenses. Acta Inform Med 2020;28(3):185–9.
10. Shen X, Xu Y, Ye Y, Huai S, Wu P, Huang J, et al. Aerosolization ocular surface microorganisms accumulation effect during non-contact tonometer measurements. BMC Ophthalmol 2024;24(1):392.
11. Guo H, Li W, Huang Y, Li X, Li Z, Zhou H, et al. Increased microbial loading in aerosols produced by non-contact air-puff tonometer and relative suggestions for the prevention of coronavirus disease 2019 (COVID-19). PLoS One 2020;15(10).