

## ความดันตาของคนไทยที่เป็นต้อหินและไม่เป็นต้อหิน (โครงการสำรวจภาวะสายตาพิการในประเทศไทย)

### The Intraocular Pressure of Non-Glaucomatous and Glaucomatous in Thailand (Survey of Visual Impairment in Thailand)

ภัชกษิชา ยกกำพล<sup>1</sup>, นัตดาวัลย์ อดกลั่น<sup>1</sup>, ภัทราพร หนูสวี่<sup>1</sup> และ วัฒนีย์ เจ็นจิตร<sup>2\*</sup>

Patchaphicha Yokkumpol<sup>1</sup>, Nutdawan Odklan<sup>1</sup>, Pattaraporn Nusawi<sup>1</sup> and Wataneer Jenchitr, MD.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาตรี คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

\*Corresponding author, Email: jenwatanee@gmail.com

#### บทคัดย่อ

ความดันตาเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ยอมรับของโรคต้อหิน และใช้เป็นตัวคัดกรอง วินิจฉัย และติดตามผลการรักษาโรคต้อหิน เนื่องจากยังไม่มีรายงานเรื่องความดันตาในคนไทยที่ใช้ประชากรเป็นฐานมาก่อน คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความดันตาของคนไทยที่เป็นต้อหินและไม่เป็นต้อหิน ที่มาตรวจตาในโครงการสำรวจภาวะสายตาพิการระดับชาติในปี 2549-2550 และศึกษาความสัมพันธ์ของความดันตากับโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ในประชากรจำนวน 21,711 คนจาก 22 จังหวัดรวมทั้งกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่ามีความดันตา 15,466 คนที่มีอายุ 40 ปี และมากกว่า และผู้ที่มาตรวจตาครบทุกขั้นตอนมี 10,096 คน (65.28%) รวมทั้งวัดความดันตาด้วย non-contact tonometer ภาพแสดงความดันตาเป็น Gaussian curve ซึ่งเบี่ยงไปทางขวาเล็กน้อย ค่าเฉลี่ยของความดันตาในประชากรที่ไม่เป็นต้อหินเป็น  $12.16 \pm 3.79$  มม.ปรอท และความดันตาในตาข้างขวาของเพศชายที่ไม่มีต้อหิน ( $11.90 \pm 3.81$  มม.ปรอท) จะต่ำกว่าในเพศหญิง ( $12.20 \pm 3.70$  มม.ปรอท) เล็กน้อย ( $p < 0.05$ ) และความดันตาในตาขวาและตาซ้ายไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ความดันตาจะลดลงตามอายุที่มากขึ้น ( $p < 0.05$ ) โรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูงไม่มีผลต่อความดันตาปกติ ( $p = 0.136$  และ  $0.833$ ) ประชากรที่ได้รับการสำรวจจำนวน 632 คนที่มีต้อหินพบว่า ต้อหินชนิดมุมเปิดมีความดันตา  $13.81 \pm 4.91$  ต้อหินชนิดมุมปิดมีความดันตา  $14.29 \pm 6.15$  ต้อหินทุติยภูมิชนิดมุมเปิดมีความดันตาสูงที่สุดคือ  $19.33 \pm 5.25$  ต้อหินชนิดทุติยภูมิชนิดมุมปิดมีความดันตา  $13.55 \pm 4.01$  มม.ปรอท ความดันตาของเพศชายและเพศหญิงที่เป็นต้อหินไม่แตกต่างกัน ( $p = 0.421$ ) ประชากรที่มีความดันตาสูงโดยไม่มีต้อหินจะมีระดับความดันตาที่สัมพันธ์กับโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ( $p < 0.001$ ) พบว่า 82% ของประชากรไทยที่เป็นต้อหินมีความดันตาดำกว่า 21 มม.ปรอท สรุปว่าความดันตาปกติของประชากรไทยจะต่ำกว่า  $19.74 (12.16 + 2 \times 3.79)$  มม.ปรอท และต้อหินทุติยภูมิชนิดมุมเปิดมีความดันตาสูงสุด ความดันตาลดลงเมื่ออายุมากขึ้น คาดว่าต้อหินจะเป็นปัญหาสาธารณสุขทางตาต่อไปในอนาคต เพราะประชากรสูงอายุที่เพิ่มมากขึ้น และเนื่องจาก 82% ของผู้ที่เป็นต้อหินมีความดันตาดำกว่า 21 มม.ปรอท ดังนั้นการวินิจฉัยต้อหินจึงใช้เฉพาะความดันตาไม่ได้ แต่ต้องตรวจมุมตาและข้อประสาทตาไปด้วย

คำสำคัญ: ความดันตา การสำรวจสายตาพิการระดับชาติ คนไทยที่เป็นต้อหินและไม่เป็นต้อหิน

**Abstract**

Intraocular pressure (IOP) is an accepted glaucoma risk factor and it is used as one parameter to screen, diagnose and monitor glaucoma during treatment. There has been no population-based study of IOP in Thailand. Therefore, it is interesting to study the IOP of non-glaucomatous and glaucomatous Thais. The objectives of this study are to revise the distribution of the glaucoma and non-glaucomatous IOP sample using the Thailand national visual impairment survey from 2006-2007 and its relationships to diabetes and hypertension. IOP data from 21,711 participants in a cross-sectional epidemiological study is gathered from 22 provinces including Bangkok. The results show that from 15,466 of 40 year and older participants had comprehensive eye examinations and 10,096 participants (65.28%) had an IOP measurement (non-contact tonometer). The IOP of participants without glaucoma shows a Gaussian-like distribution curve skewed right with a mean IOP for non-glaucomatous eyes of  $12.16 \pm 3.79$  mmHg. For right eyes without glaucoma, the mean IOP of the right eyes was statistically lower in men ( $11.90 \pm 3.81$  mmHg.) than in women ( $12.20 \pm 3.70$  mmHg.), ( $p < 0.05$ ). The IOP did not differ between right and left eyes ( $p > 0.05$ ). The IOP decreased as the population grew older ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Diabetes and hypertension had no effect on IOP. ( $p = 0.136$  and  $0.833$ ) For 632 (4.09 %) participants with glaucoma, the mean IOP of primary open angle glaucoma (POAG and NTG), primary angle closure glaucoma (PACG), secondary open angle glaucoma (SOAG) and secondary close angle glaucoma (SACG) were  $13.81 \pm 4.91$ ,  $14.29 \pm 6.15$ ,  $19.33 \pm 5.25$  and  $13.55 \pm 4.01$  mmHg, respectively. IOP in male and female glaucoma cases did not differ ( $p = 0.421$ ). A history of high blood pressure and diabetes were significantly correlated with OHT ( $p\text{-value} < 0.001$ ). Eighty two percent of glaucoma cases had IOP of less than 21 mmHg. In conclusion, the average distribution of the non-glaucomatous IOP Thai sample was lower than 19.74 ( $12.16 + 2 \times 3.79$ ) mmHg. In glaucoma cases, SOAG had the highest IOP ( $19.33 \pm 5.25$  mmHg). IOP decreased with age. Glaucoma is expected to be a major public health problem as the population ages. Since 82 % of glaucoma cases had an IOP of less than 21 mmHg, the diagnosis of glaucoma cannot rely only on IOP, a gonioscopy and fundus examination are also needed.

**Keywords:** Intraocular pressure, National survey of visual impairment, glaucoma and non-glaucomatous Thai

---

## 1. บทนำ

ต้อหินเป็นสาเหตุตาบอดที่ร้ายแรงทั้งในประชากรโลกและประชากรไทย ประเมินการว่ามีคนเป็นต้อหินทั่วโลก 22.5 ล้านคน และทำให้ตาบอดมากกว่า 5 ล้านคน หรือคิดเป็น 15 % ของคนตาบอดทั่วโลก (Thylefors et al., 1995; Thylefors et al., 1994; Resnikoff et al., 2004 & Mermoud, 2004) จากการสำรวจสภาวะตาบอด สายตาเลือนรางในประเทศไทย ครั้งที่ 3 พศ. 2540 (Wongvechsawat, 1997) พบว่าต้อหินเป็นสาเหตุตาบอดลำดับที่ 2 (3.52%) มีคนไทยมีสายตาอยู่ในเกณฑ์ตาบอด 9,514 คน จากการสำรวจสภาวะตาบอด สายตาเลือนรางในประเทศไทย ครั้งที่ 4 พศ. 2550 (Jenchitr et al., 2007) พบว่าต้อหินเป็นสาเหตุตาบอดลำดับที่ 2 (9.84%) มีคนไทยเป็นต้อหิน 2,495,859 คน และมีสายตาอยู่ในเกณฑ์ตาบอด 17,465 คน ซึ่งคาดว่าจะน้อยกว่าความเป็นจริง เพราะไม่ได้นำข้อมูลของลานสายตาตามาร่วมด้วย เพราะไม่ได้รวมไว้ในปฏิบัติการภาคสนาม การสำรวจ และการวินิจฉัยต้อหินในอดีต มักใช้ความดันตา (intraocular pressure – IOP) ที่มากกว่า 20-21 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) เป็นเกณฑ์ แต่ปัจจุบันนี้จักษุแพทย์พบว่าต้อหินในประชากรไทยที่ IOP ต่ำกว่า 20-21 mmHg มีมากขึ้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ IOP มีมากมาย ได้แก่ เพศ อายุ ความหนาของกระจกตาที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ IOP สูงขึ้น (Kotecha et al., 2009; et al., 2009) แต่มีบางรายงานว่าไม่เกี่ยวข้อง (Chen et al., 2004) โรคตา เช่น ต้อกระจก ซึ่งหลังผ่าตัด ต้อกระจกในผู้ป่วยต้อหิน IOP จะลดลง (Dimitrov et al., 2001) โรคในร่างกาย เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และระดับไขมันสูง (Xu et al., 2009) สายตาสั้น (Kawase et al., 2008) และดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ยังพิสูจน์ไม่ได้แน่นอน (Wang et al., 2008)

ความดันตาสูงโดยไม่มีต้อหินร่วมด้วย (ocular hypertension - OHT) ได้รับความสนใจครั้งแรกในหมู่ทหารผ่านศึก (Chandler, 1960) และเมื่อติดตามไป

พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงหลุมในข้อประสาทตา (cup to disc ratio - CDR) และลานสายตา ลักษณะเดียวกับต้อหิน ในปี 2537-2539 (Gordon & Kass, 1999; Johnson et al., 2002; Keltner et al., 2005; Miglior et al., 2005) พบว่าถ้าติดตามผู้ที่มี OHT ไปนาน 5 ปี กลุ่มที่ไม่ได้รับยาลดความดันตา จะเปลี่ยนเป็นต้อหิน 9.5 % ส่วนกลุ่มที่ได้รับยาลดความดันตา จะเป็นต้อหิน 4.4 % จึงสรุปได้ว่ายาลดความดันตามีผลป้องกันต้อหินได้ โดยเฉพาะในกลุ่ม OHT ที่มีปัจจัยเสี่ยง เช่น อายุมาก มีเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และมีประวัติต้อหินในครอบครัว

## 2. วัตถุประสงค์

เนื่องจากไม่เคยมีรายงานค่า IOP ในประชากรไทยที่ไม่เป็นต้อหิน และเป็นต้อหิน โดยใช้ประชากรเป็นฐาน คณะผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากโครงการสำรวจสภาวะตาบอด สายตาเลือนราง และโรคตาที่เป็นปัญหาสาธารณสุขในประเทศไทย พศ. 2549-2550 (Jenchitr et al., 2007) มาวิเคราะห์หาค่า IOP ในประชากรไทยที่ไม่เป็นต้อหิน และเป็นต้อหินพร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ของ IOP กับโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง

## 3. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

นำข้อมูลของประชากรในการสำรวจที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป จาก 42 อำเภอ ใน 22 จังหวัด ซึ่งได้รับการตรวจตาอย่างละเอียด โดยเฉพาะการวัดความดันตาด้วย non-contact tonometer ถ้าวัดได้สูงกว่า 18 mmHg. จะวัดซ้ำด้วย Goldmann applanation tonometer (GAT) และในหมู่บ้านที่มีจักษุแพทย์ด้านต้อหินไปตรวจประชากรอายุ 40 ปีขึ้นไป จะได้รับการตรวจมุมตา (Gonioscopy) และตรวจ CDR การวินิจฉัยต้อหินจะใช้ข้อมูล IOP, cup to disc ratio (CDR) มุมตา และลานสายตา ตามคำจำกัดความของ International Society of Geographical and Epidemiology for Glaucoma-

ISGEO (Foster et al., 2002; Bourne et al., 2003) ประชากรที่สงสัยว่าเป็นต้อหิน จะได้รับการส่งตัวไปยังสถานพยาบาลต้นสังกัด เพื่อการวินิจฉัยที่แน่นอน และรับการรักษา

#### 4. ผลการศึกษา

ประชากรตัวอย่างที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไปจำนวน 15,466 คน เป็นเพศชาย 5,536 คน เพศหญิง 9,930 คน (ตารางที่ 1, 2) มีคนเป็นต้อหิน 632 คน (4.09 %) และมีความชุกเพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้น (ตารางที่ 3) ผู้ป่วยต้อหินส่วนใหญ่เป็นต้อหินชนิดมุมเปิด (primary open angle glaucoma-POAG และ normotension glaucoma-NTG) จำนวน 71.52 % ในกลุ่มประชากรที่ไม่เป็นต้อหิน (ภาพที่ 1) กราฟแสดงระดับความดันตาเป็นรูปโค้งแบบ Gaussian-like distribution curved ซึ่งเบ้ไปทางขวาเล็กน้อย มีค่าเฉลี่ยของความดันในตาขวา  $12.10 \pm 3.74$  ในตาซ้าย  $12.39 \pm 3.79$  mmHg. ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) และค่าเฉลี่ยของความดันตาในเพศชายเป็น  $11.90 \pm 3.81$  และเพศหญิงเป็น  $12.20 \pm 3.70$  mmHg. (ตารางที่ 4) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p<0.05$ ) และความดันตาของประชากรที่ไม่เป็นต้อหินมีความผันแปรตามอายุ ( $p<0.05$ ) เบาหวานและความดันสูงไม่มีผลต่อ IOP ( $p=0.136$  และ  $p=0.833$ )

ในกลุ่มประชากรที่มีต้อหิน ค่าเฉลี่ย IOP ของต้อหินชนิดมุมเปิด ปฐมภูมิ มุมปิดปฐมภูมิ มุมเปิดทุติยภูมิ และมุมปิดทุติยภูมิ (POAG, primary angle closure glaucoma- PACG, Secondary open angle glaucoma- SOAG, secondary angle closure glaucoma-SACG) จะมีค่า  $13.81 \pm 4.91$ ,  $14.29 \pm 6.15$ ,  $19.33 \pm 5.25$  และ  $13.55 \pm 4.01$  mmHg. (ตารางที่ 5 และ 6, ภาพที่ 2) และ IOP ของเพศชายและหญิงที่เป็นต้อหินไม่แตกต่างกัน ( $p=0.421$ ) ผู้ป่วยต้อหิน 81.96 % มี IOP ต่ำกว่า 21 mmHg.

ในกลุ่มประชากรที่มีความดันตาสูงกว่า 21 mmHg. โดยไม่มีต้อหิน (ocular hypertension-OHT ตารางที่ 7) จำนวน 204 คน (0.94 %) เป็นผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย (134: 70) และมีโรคเบาหวาน 2.6 % มีความดันโลหิตสูง 1.49 % (ตารางที่ 8 และ 9) พบว่า OHT มีความสัมพันธ์กับเบาหวานและความดันโลหิตสูง โดยประชากรที่เป็นเบาหวาน มีโอกาส 3.29 เท่า (95% CI 2.30, 4.69) ที่จะ มี OHT มากกว่าประชากรที่ไม่เป็นเบาหวาน และประชากรที่เป็นความดันโลหิตสูง มีโอกาส 1.79 เท่า (95% CI 1.28, 2.50) ที่จะ มี OHT มากกว่าประชากรที่ไม่เป็นความดันโลหิตสูง

#### 5. การอภิปรายผล

รายงานที่เกี่ยวกับความดันตาส่วนใหญ่จะใช้ IOP ที่วัดด้วย GAT แต่ก็มีผู้ใช้ non-contact tonometer (Yazici et al., 2009) ซึ่งปลอดภัยและสะดวกในปฏิบัติการภาคสนาม และให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ IOP ในรายงานนี้วัด IOP ของประชากรตัวอย่างด้วย non-contact tonometer แต่ถ้าวัด IOP ได้มากกว่า 18 mmHg. จักษุแพทย์จะทำการวัดด้วย GAT และในกลุ่มที่ตรวจละเอียดเรื่องต้อหิน จักษุแพทย์ด้านต้อหินจะวัด IOP ของประชากรตัวอย่างทุกคนด้วย GAT พร้อมทั้งตรวจมุมตา ในการคัดกรองต้อหิน ถ้าใช้ IOP เป็นตัวคัดกรอง จะมี sensitivity 49.7 % และ specificity 95.6 % ถ้าใช้ CDR เป็นตัวคัดกรอง จะมี sensitivity 48.4 % และ specificity 97.9 % ถ้าใช้ IOP รวมกับ CDR เป็นตัวคัดกรอง จะมี sensitivity 67.3 % และ specificity 96.5 % (Khandekar & Al Raisi, 2008)

การศึกษา IOP ในเขตชานกรุงเทฯ ในปี 2546 (Bourne et al., 2003) พบว่าประชากรไทยมี IOP 13.3 mmHg. และในประชากรที่ไม่มีต้อหิน IOP ในเพศชาย  $11.90 \pm 3.81$  ในเพศหญิง  $12.20 \pm 3.70$  mmHg หรือกล่าวได้ว่า IOP เพศชายคือ 15.711 และเพศหญิง

คือ 15.90 mmHg. ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในประชากรอิตาลี (Bonomi et al., 1998) และประชากรอิหร่าน (Hashemi et al., 2005) ผลการศึกษาในประเทศไทยพบว่า IOP จะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในประเทศปากีสถาน (Quereshi, 1997) ที่พบว่า IOP เพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นทั้งในเพศชายและเพศหญิงเมื่ออายุมากกว่า 40 ปี จนถึงอายุ 61-70 ปี ซึ่งต่างจากคนเอเชียและคนไทย ซึ่งอธิบายได้ว่า คนเอเชียมี IOP ค่อนข้างต่ำ ทำให้มีความชุกของ NTG มาก จากการศึกษานี้ในประชากรญี่ปุ่น (Nakano et al., 2005) อายุเฉลี่ย 35.9±6.8 ปี และติดตามไป 10 ปี พบว่า IOP ลดลงตามอายุ ความดันโลหิตที่เพิ่มขึ้น และดัชนีมวลรวมของร่างกาย (body mass index-BMI) และมีการศึกษา (Pekmezci et al., 2009) ในประชากรอเมริกัน ที่มีเชื้อสายญี่ปุ่น (Japanese American) พบว่ากลุ่มที่มีต้อหิน จะเป็นชนิด NTG มากกว่า high tension glaucoma – HTG ถึง 4 เท่า และกรรมพันธุ์ (Chang et al., 2005) ก็มีความเกี่ยวข้องกับ IOP โดยพบว่าลูกหลานของประชากรที่เป็นต้อหิน มักมี IOP สูงมากกว่าลูกหลานของประชากรที่ไม่เป็นต้อหิน แต่ในการศึกษาครั้งนี้ (Jenchitr et al., 2007) พบว่าประชากรเคยมีโรคตา 19.49 % มีประวัติโรคตาในครอบครัว 11.71 % เคยใช้ยาตา 13.29 % เคยผ่าตัดตา 2.74 % และเคยยิงเลเซอร์ 0.55 % ซึ่งข้อมูลทั้งหมดไม่สามารถบอกได้ว่าโรคตานี้ใช้โรคต้อหินหรือไม่ จึงไม่ทราบว่ากรรมพันธุ์มีความสัมพันธ์กับ IOP หรือต้อหินในประชากรไทยหรือไม่ แต่ IOP มีความสัมพันธ์กับโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงเช่นเดียวกับการศึกษาอื่นๆ (Klein et al., 2005; Mitchell et al., 2005; Mitchell et al., 1997)

## 6. บทสรุป

ความดันตาของประชากรไทยที่ไม่มีต้อหินมีค่าเฉลี่ย 12.26±3, 79 mmHg, และความดันตา จะมีค่าลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ความดันตาที่สูงโดยยังไม่เป็นต้อหิน พบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และสัมพันธ์กับโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ในกลุ่มประชากรไทยที่เป็นต้อหิน มีความดันตาดำกว่า 21 mmHg ถึง 81.96 % ดังนั้นในการคัดกรองต้อหินในปัจจุบันจะไม่สามารถใช้ IOP เป็นตัวชี้วัดเพียงตัวเดียว และเนื่องจากต้อหินทำให้เกิดการสูญเสียสายตาวางยาว และพบมากตามอายุที่มากขึ้น นักทัศนมาตรจึงควรให้ความสนใจ และตรวจคัดกรองต้อหินในผู้สูงอายุที่มารับบริการเรื่องแว่นสายตาทุกคน

## 7. เอกสารอ้างอิง

- Bonomi L, Marchini G, Marraffa M, Bernardi P, De Franco I, Perfetti S et al. (1998). Prevalence of glaucoma and intraocular pressure distribution in a defined population. The Egna-Neumarkt Study. *Ophthalmology*, 105(2):209-15.
- Bourne R, Sukdom P, Foster P, Taantisevi V, Jitapunkul S, Lee P, et al. (2003). Prevalence of glaucoma in urban Thailand: a population-based survey in Rom Klao District, Bangkok. *Br J Ophthalmol*, 87: 1069-74.
- Chandler PA. (1960). Long term results in glaucoma therapy. *J Ophthalmol*, 49:221-246.
- Chang TC, Congdon NG, Wojciechowski R, Munoz B, Gilbert D, Chen P et al. (2005). Determinants and heritability of intraocular pressure and cup-to-disc ratio in a defined older population. *Ophthalmology*, 112(7):1186-91.

- Chen HC, Ho JD, Chang SH, Chen YH, Wu SC. (2004). Central corneal thickness of normal-tension glaucoma and non-glaucoma populations in ethnic Chinese. *Chang Gung Med J*, 27:50-5.
- Dimitrov PN, Mukesh BN, Taylor HR, McCarty CA. (2001). Intraocular pressure before and after cataract surgery in participants of the Melbourne Visual Impairment Project. *Clin Experiment Ophthalmol*, 29:128-32.
- Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. (2002). The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *Br J Ophthalmol*, 86:238-42.
- Gordon MO, Kass MA. (1999). The ocular hypertension treatment study: design and baseline description of the participants. *Arch Ophthalmol*, 117: 573-83.
- Hashemi H, Kashi AH, Fotouhi A, Mohammad K. (2007). Distribution of intraocular pressure in healthy Iranian individuals: the Tehran Eye Study. *Br. J Ophthalmol*, 89: 652-7.
- Jenchitr W, Hanutsaha P, Iamsirithaworn S, Parnrat U, Choosri P, Yenjitir C. (2007). The national survey of blindness low vision and visual impairment in Thailand. *Thai J PBL Ophthalmol*, 21 (1): 9-93.
- Johnson CA, Keltner JL, Cello KE, Edwards M, Kass MA, Gordon MO, et al. (2002). Baseline visual field characteristics in the ocular hypertension treatment study. *Ophthalmology*, 109:432-37.
- Kawase K, Tomidokoro A, Araie M, Iwase A, Yamamoto T; Tajimi Study Group; Japan Glaucoma Society. (2008). Ocular and systemic factors related to intraocular pressure in Japanese adults: the Tajimi study. *Br J Ophthalmol*, 92: 1175-9.
- Keltner JL, Johnson CA, Levine RA. (2005). Normal visual field results following glaucomatous visual field end points in the Ocular Hypertension Treatment Study. *Arch Ophthalmol*, 123: 1201-6.
- Khandekar R, Al Raisi A. (2008). Oman Eye Study 2005: Validity of screening tests used in the glaucoma survey. *East Mediterr Health J*, 14: 1360-4.
- Klein BE, Klein R, Knudtson MD. (2008). Intraocular pressure and systemic blood pressure: longitudinal perspective:the Beaver Dam Eye Study. *Br J Ophthalmol*, 8:284-7.
- Kotecha A, Crabb DP, Spratt A, Garway-Heath DF. (2009). The relationship between diurnal variations in intraocular pressure measurements and central corneal thickness and corneal hysteresis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 50: 4229-36.
- Mermoud A. (2004). Glaucoma is second leading cause of blindness globally. *Bull of WHO*, 82: 887-8.
- Mitchell P, Smith W, Chey T, Healey PR. (1997). Open-angle glaucoma and diabetes: the Blue Mountains eye study, Australia. *Ophthalmology*, Apr; 104(4): 712-8.
- Mitchell P, Lee AJ, Wang JJ, Rochtchina E. (2005). Intraocular pressure over the clinical range of blood pressure: Blue Mountains eye study findings. *Am J Ophthalmol*, 140:131-2.



- Miglior S, Zeyen T, Pfeiffer N, Cunha-Vaz J, Torri V, Adamsons (2005). I. The European Glaucoma Prevention Study (EGPS) Group. Results of the European Glaucoma Prevention Study. *Ophthalmology*, 112: 366-375.
- Nakano T, Tatemichi M, Miura Y, Sugita M, Kitahara K. (2005). Long-term physiologic changes of intraocular pressure : a 10-year longitudinal analysis in young and middle-aged Japanese men. *Ophthalmology*, 112 (4): 609-16.
- Pekmezci M, Vo B, Lim AK, Hirabayashi DR, Tanaka GH, Weinreb RN et al. (2009). The characteristics of glaucoma in Japanese Americans. *Arch Ophthalmol*, 127: 167-71.
- Quereshi IA. (1997). Intraocular pressure: a comparative analysis in two sexes. *Clin Physiol*, 17: 247-55.
- Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokharel GP et al. (2004). Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull of WHO*, 82: 844-51.
- Su DH, Wong TY, Foster PJ, Tay WT, Saw SM, Aung T. (2009). Central corneal thickness and its associations with ocular and systemic factors: the Singapore Malay Eye Study. *Am J Ophthalmol*, 147:709-716
- Thylefors B, Negrel AD. (1994). The global impact of glaucoma. *Bull World Health Organization*, 72: 323-6.
- Thylefors B, Negrel AD, Pararajasegaram R, Dadzie KY. (1995). Global data on blindness. *Bull World Health Organization*, 73: 115-21.
- Wang S, Wang JJ, Wong TY. (2008). Alcohol and eye diseases. *Surv Ophthalmol*, 53: 512-25.
- Wongvechsawat S. (1997). Epidemiology of Blindness and Low Vision in Thailand in 1994. Second evaluation of Prevention of Blindness Program in Thailand, 27-49. Kijseri, Lampang.
- Xu L, Wang YX, Jonas JB, Wang YS, Wang S. (2009). Ocular hypertension and diabetes mellitus in the Beijing Eye Study. *J Glaucoma*, 18: 21-5.
- Yazici A, Sen E, Ozdal P, Aksakal FN, Altinok A, Oncul H, Koklu G. (2009). Factors affecting intraocular pressure measured by noncontact tonometer. *Eur J Ophthalmol*, Jan-Feb; 19(1): 61-5.

**Table 1** Population and participants by regions in Thailand national survey of visual impairment in 2006-7

| Region    | Population |         | Participants |         |
|-----------|------------|---------|--------------|---------|
|           | Number     | Percent | Number       | Percent |
| Northeast | 20,856,049 | 33.97   | 6,423        | 29.59   |
| Central   | 9,675,930  | 15.76   | 1,873        | 8.63    |
| East      | 4,058,242  | 6.61    | 914          | 4.21    |
| West      | 2,075,167  | 3.38    | 3,459        | 15.93   |
| North     | 10,289,885 | 16.76   | 3,327        | 15.33   |
| South     | 8,871,649  | 14.45   | 4,492        | 20.69   |
| Bangkok   | 5,568,574  | 9.07    | 1,223        | 5.62    |
| Total     | 61,395,496 | 100.00  | 21,711       | 100.00  |

**Table 2** Thai populations by sex and age group in 2006\* compare to survey participants

| Age range (years) | Thai population |            |            | Survey participants |        |        |         |
|-------------------|-----------------|------------|------------|---------------------|--------|--------|---------|
|                   | Male            | Female     | Total      | Male                | Female | Total  | Percent |
| 1-9               | 4,245,089       | 4,011,825  | 8,256,914  | 604                 | 610    | 1,214  | 5.59    |
| 10-19             | 4,856,113       | 4,626,975  | 9,483,088  | 894                 | 1,146  | 2,040  | 9.40    |
| 20-29             | 5,122,394       | 5,041,402  | 10,163,796 | 241                 | 544    | 785    | 3.62    |
| 30-39             | 5,374,490       | 5,529,718  | 10,904,208 | 624                 | 1,582  | 2,206  | 10.16   |
| 40-49             | 4,672,375       | 4,972,419  | 9,644,794  | 1,582               | 3,089  | 4,671  | 21.51   |
| 50-59             | 3,048,236       | 3,360,990  | 6,409,226  | 1,691               | 3,193  | 4,884  | 22.50   |
| 60-69             | 1,676,202       | 1,930,915  | 3,607,117  | 1,285               | 2,217  | 3,502  | 16.13   |
| 70-79             | 928,255         | 1,205,314  | 2,133,569  | 820                 | 1,224  | 2,044  | 9.41    |
| 80 and over       | 314,312         | 478,472    | 792,784    | 158                 | 207    | 365    | 1.68    |
| Total             | 30,237,466      | 31,158,030 | 61,395,496 | 7,899               | 13,812 | 21,711 | 100.00  |

\* <http://www.dopa.go.th>**Table 3** Prevalence and type of glaucoma according to age group

| Age range (years) | Participants |        | POAG and NTG |        | PACG |        | SOAG |        | SACG |        | Total |
|-------------------|--------------|--------|--------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|-------|
|                   | Male         | Female | Male         | Female | Male | Female | Male | Female | Male | Female |       |
| 40-49             | 1,582        | 3,089  | 39           | 45     | 5    | 6      | 3    | 4      | 0    | 2      | 104   |
| 50-59             | 1,691        | 3,193  | 49           | 71     | 13   | 27     | 2    | 3      | 0    | 1      | 166   |
| 60-69             | 1,285        | 2,217  | 55           | 73     | 14   | 53     | 1    | 1      | 1    | 2      | 200   |
| 70-79             | 820          | 1,224  | 57           | 42     | 11   | 23     | 1    | 0      | 0    | 1      | 135   |
| 80 and over       | 158          | 207    | 11           | 10     | 1    | 5      | 0    | 0      | 0    | 0      | 27    |
| Total             | 5,536        | 9,930  | 211          | 241    | 44   | 114    | 7    | 8      | 1    | 6      | 632   |



**Table 4** Intraocular pressure (by non-contact tonometer) of right and left eye of non-glaucoma male and female participants

| Age group<br>(Years) | Sex    | Number | Right eye |     |       |      | Left eye |     |       |      | Both eyes |      |
|----------------------|--------|--------|-----------|-----|-------|------|----------|-----|-------|------|-----------|------|
|                      |        |        | Max       | Min | Mean  | SD** | Max      | Min | Mean  | SD** | Mean      | SD** |
| 40 – 50              | Male   | 877    | 26        | 6   | 12.18 | 3.49 | 23       | 5   | 12.51 | 3.70 | 12.35     | 3.26 |
|                      | Female | 2,146  | 28        | 5   | 12.43 | 3.53 | 28       | 4   | 12.68 | 3.58 | 12.55     | 3.24 |
| 51 – 60              | Male   | 1,047  | 23        | 4   | 11.88 | 3.70 | 22       | 4   | 12.18 | 3.78 | 12.03     | 3.39 |
|                      | Female | 1,989  | 24        | 4   | 12.37 | 3.67 | 24       | 5   | 12.59 | 3.65 | 12.48     | 3.33 |
| 61 – 70              | Male   | 792    | 20        | 6   | 11.74 | 3.75 | 22       | 5   | 12.01 | 3.74 | 11.87     | 3.41 |
|                      | Female | 1,288  | 16        | 4   | 11.81 | 3.75 | 19       | 3   | 12.27 | 3.80 | 12.04     | 3.42 |
| 71 – 80              | Male   | 436    | 17        | 4   | 10.40 | 4.51 | 16       | 4   | 10.52 | 3.99 | 11.46     | 3.84 |
|                      | Female | 681    | 18        | 3   | 11.36 | 4.05 | 18       | 3   | 11.57 | 3.92 | 11.47     | 3.59 |
| > 80                 | Male   | 98     | 18        | 4   | 9.57  | 3.87 | 19       | 3   | 9.51  | 3.81 | 10.54     | 3.55 |
|                      | Female | 116    | 22        | 4   | 10.77 | 3.87 | 23       | 5   | 11.09 | 3.76 | 10.93     | 3.53 |
| Total*               | Male   | 3,250* | 26        | 4   | 11.90 | 3.81 | 23       | 3   | 12.04 | 3.80 | 11.97     | 3.80 |
|                      | Female | 6,220* | 28        | 3   | 12.20 | 3.70 | 28       | 3   | 12.43 | 3.74 | 12.32     | 3.72 |

\*Not all non-glaucoma samples had an IOP measurement

\*\*SD- standard deviation

**Table 5** Intraocular pressures (by Goldmann applanation tonometer) of glaucomatous participants who were not blind

| Type | Sex    | Right eye |     |     |       |      | Left eye |     |     |       |       |
|------|--------|-----------|-----|-----|-------|------|----------|-----|-----|-------|-------|
|      |        | Number    | Max | Min | Mean  | SD*  | Number   | Max | Min | Mean  | SD*   |
| POAG | Male   | 210       | 41  | 10  | 13.96 | 6.00 | 209      | 50  | 8   | 14.23 | 6.07  |
|      | Female | 238       | 34  | 8   | 13.56 | 4.58 | 237      | 39  | 10  | 13.75 | 4.88  |
| PACG | Male   | 44        | 44  | 14  | 14.25 | 8.48 | 41       | 54  | 14  | 17.02 | 10.94 |
|      | Female | 112       | 44  | 13  | 14.49 | 6.55 | 112      | 49  | 15  | 13.68 | 5.84  |
| SOAG | Male   | 7         | 35  | 17  | 22.14 | 6.69 | 4        | 22  | 13  | 18.00 | 3.92  |
|      | Female | 8         | 35  | 15  | 20.75 | 6.54 | 8        | 38  | 10  | 20.44 | 7.86  |
| SACG | Male   | 1         | 9   | 9   | 9.00  | 0.00 | 1        | 41  | 41  | 20.50 | 14.20 |
|      | Female | 6         | 21  | 13  | 13.83 | 6.77 | 5        | 19  | 8   | 12.00 | 4.53  |

\*SD – standard deviation

POAG = Primary open angle glaucoma

PACG = Primary angle closure glaucoma

SOAG = Secondary open angle glaucoma

SACG = Secondary angle closure glaucoma

**Table 6** Mean intraocular pressure (by non-contact tonometer) of glaucomatous participants of different types

| Type of glaucoma | Mean IOP of right eye<br>(male and female) | Mean IOP of left eye<br>(male and female) | Mean IOP of both eyes<br>(male and female) |
|------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| POAG             | 13.69 ± 5.21                               | 13.91 ± 5.44                              | 13.81 ± 4.91                               |
| PACG             | 14.21 ± 6.82                               | 14.40 ± 7.36                              | 14.29 ± 6.15                               |
| SOAG             | 19.14 ± 6.76                               | 19.17 ± 8.47                              | 19.33 ± 5.25                               |
| SACG             | 12.20 ± 6.14                               | 14.90 ± 6.61                              | 13.55 ± 4.01                               |

**Table 7** Glaucoma, glaucoma suspected and ocular hypertension in survey participants

| Age range<br>(years) | Glaucoma |        |       |          | Glaucoma (disc) suspected |        |       |          | Ocular Hypertension (OHT) |        |       |          |
|----------------------|----------|--------|-------|----------|---------------------------|--------|-------|----------|---------------------------|--------|-------|----------|
|                      | Male     | Female | Total | % of pop | Male                      | Female | Total | % of pop | Male                      | Female | Total | % of pop |
| 40-49                | 47       | 57     | 104   | 2.23     | 40                        | 80     | 120   | 2.57     | 4                         | 19     | 23    | 0.49     |
| 50-59                | 64       | 102    | 166   | 3.39     | 61                        | 128    | 189   | 3.87     | 9                         | 15     | 24    | 0.49     |
| 60-69                | 71       | 129    | 200   | 5.71     | 58                        | 103    | 161   | 4.60     | 7                         | 10     | 17    | 0.49     |
| 70-79                | 69       | 66     | 135   | 6.60     | 47                        | 62     | 109   | 5.33     | 4                         | 2      | 6     | 0.29     |
| 80 and over          | 12       | 15     | 27    | 7.40     | 9                         | 11     | 20    | 7.67     | 0                         | 0      | 0     | 0.00     |
| Total                | 263      | 369    | 632   | 4.09     | 215                       | 384    | 599   | 3.87     | 24                        | 46     | 70    | 0.45     |

**Table 8** Diabetes and hypertension of participants in Thailand national survey of visual impairment in 2006-7

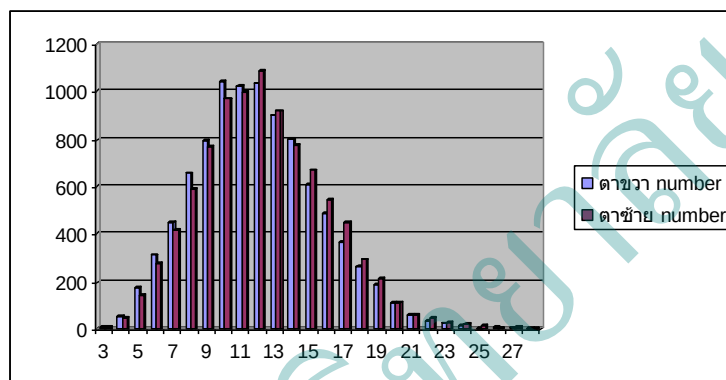
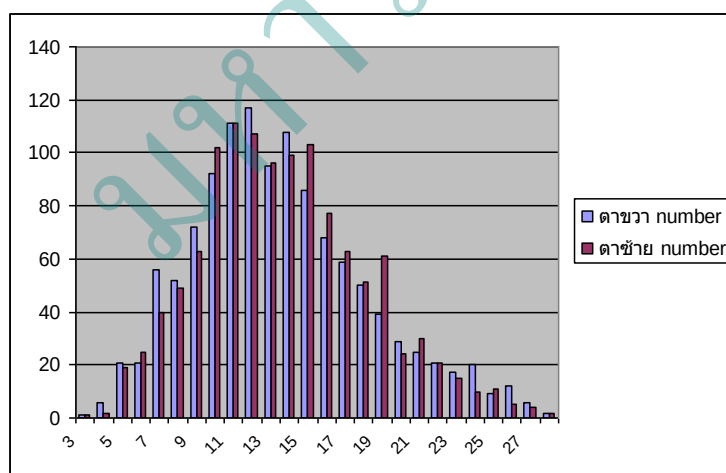
| Age range<br>(years) | Survey population |        |        | Diabetes samples*(DM) |       |       | Hypertension<br>Samples (HT) |       |       | DM and HT** |       |       |
|----------------------|-------------------|--------|--------|-----------------------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
|                      | M                 | F      | Total  | M                     | F     | Total | M                            | F     | Total | M           | F     | Total |
| <40                  | 2,363             | 3,882  | 6,245  | 13                    | 32    | 45    | 27                           | 53    | 80    | 38          | 75    | 113   |
| 40-49                | 1,582             | 3,089  | 4,671  | 49                    | 154   | 203   | 97                           | 310   | 407   | 138         | 406   | 544   |
| 50-59                | 1,691             | 3,193  | 4,884  | 144                   | 391   | 535   | 260                          | 731   | 991   | 350         | 931   | 1,281 |
| 60-69                | 1,285             | 2,217  | 3,502  | 138                   | 404   | 542   | 306                          | 709   | 1,015 | 372         | 883   | 1,255 |
| 70-79                | 820               | 1,224  | 2,044  | 75                    | 175   | 250   | 234                          | 425   | 659   | 267         | 500   | 767   |
| ≥80                  | 158               | 207    | 365    | 17                    | 23    | 40    | 52                           | 77    | 129   | 61          | 84    | 145   |
| Total                | 7,899             | 13,812 | 21,711 | 436                   | 1,179 | 1,615 | 976                          | 2,305 | 3,281 | 1,226       | 2,879 | 4,105 |

\* Diabetic participants were more than report because some participants had diabetic retinopathy without knowing themselves had diabetes

\*\* Participants with DM and HT were the participants who had both diabetes and hypertension and were counted separately from diabetes and hypertension participants

**Table 9** Samples with ocular hypertension and diabetes and hypertension

| Age range<br>(years) | Ocular hypertension (OHT) |     |            | OHT with Diabetes |    |           | OHT with Hypertension |    |           |
|----------------------|---------------------------|-----|------------|-------------------|----|-----------|-----------------------|----|-----------|
|                      | M                         | F   | Total      | M                 | F  | Total     | M                     | F  | Total     |
|                      | (% of population)         |     |            | (% of DM samples) |    |           | (% of HT samples)     |    |           |
| <40                  | 13                        | 21  | 34(0.54%)  | -                 | 1  | 1(2.22%)  | -                     | 2  | 2(2.50%)  |
| 40-49                | 11                        | 19  | 30(0.64%)  | 1                 | 2  | 3(1.48%)  | -                     | 4  | 4(0.98%)  |
| 50-59                | 14                        | 40  | 54(1.10%)  | 2                 | 13 | 15(2.80%) | 3                     | 9  | 12(1.21%) |
| 60-69                | 17                        | 41  | 58(1.66%)  | 4                 | 15 | 19(3.50%) | 6                     | 14 | 20(1.97%) |
| 70-79                | 13                        | 11  | 24(1.17%)  | 1                 | 2  | 3(1.20%)  | 5                     | 5  | 10(1.52%) |
| ≥80                  | 2                         | 2   | 4(1.09%)   | 1                 | 0  | 1(2.50%)  | 1                     | 0  | 1(1.30%)  |
| Total                | 70                        | 134 | 204(0.94%) | 9                 | 33 | 42(2.60%) | 15                    | 34 | 49(1.49%) |

**Figure 1** Intraocular pressure of samples without glaucoma in TVIP**Figure 2** Intraocular pressure of samples with glaucoma in TVIP