



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความสามารถในการแยกความแตกต่างของความมืด-สว่าง
ในผู้ป่วยใส่เลนส์ตาเทียม ในคลินิกตา มหาวิทยาลัย
Contrast sensitivity in pseudophakic eye in University Eye Clinic

โดย

ภัทรพร หะรัมย์



สนับสนุนโดย

สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีที่รับทุน 2562

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีเนื่องมาจากได้รับความอนุเคราะห์ จาก ผศ.พญ. วัฒนีย์ เย็นจิตร ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดีมาโดยตลอด และขอบคุณอาจารย์นิศา ปานอ่อน ที่ให้คำแนะนำในการเขียนรายงานวิจัยฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ นายแพทย์วิวัฒน์ โกมลสุรเดช ผู้อำนวยการศูนย์จักษุ อาร์เอสยู ที่ให้ความอนุเคราะห์ อนุญาตให้เข้าถึงประวัติของผู้ป่วยในคลินิกเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้

ภัทรพร หวายพันธ์

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ชื่อเรื่อง	ความสามารถในการแยกความแตกต่างของความมืด-สว่าง ในผู้ป่วยใส่เลนส์ตาเทียม ในคลินิกตา มหาวิทยาลัย
ผู้วิจัย	ภัทรพร หรั่งพันธ์
สถาบัน	มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีที่พิมพ์	2562
สถานที่พิมพ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
แหล่งที่เก็บรายงานฉบับสมบูรณ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
จำนวนหน้าวิจัย	48 หน้า
คำสำคัญ	ความสามารถในการแยกความต่างของความมืด-สว่าง, เลนส์ตาเทียม, โรคตาส่วนหลัง
ลิขสิทธิ์	มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

การตรวจวัดความสามารถในการแยกความต่างของความมืด-สว่าง (contrast sensitivity) ใช้ในการประเมินคุณภาพการมองเห็น ซึ่งการกระเจิงของแสงสามารถส่งผลต่อค่า contrast sensitivity ลดลงได้ การใส่เลนส์ตาเทียมอาจช่วยลดการกระเจิงแสง และช่วยให้ contrast sensitivity มากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่า contrast sensitivity ในตาที่ไม่เป็นโรคกับตาที่เป็นโรคตาส่วนหลัง ในคลินิกตา มหาวิทยาลัย โดยนำข้อมูลจากเวชระเบียนในคลินิกมาวิเคราะห์ ได้แก่ อายุ ค่า contrast sensitivity และ โรคตา คัดเฉพาะกลุ่มที่ใส่เลนส์ตาเทียมชนิด aspherical และไม่มีโรคตาส่วนหน้า จากผลการวิเคราะห์ มีข้อมูลกลุ่มที่ไม่เป็นโรคตา จำนวน 36 ตา (อายุ 69 ± 8.76 ปี) และผู้ป่วยที่มีโรคตาส่วนหลัง จำนวน 26 ตา (อายุ 72 ± 6.93 ปี) จากการเปรียบเทียบค่า contrast sensitivity ระหว่างกลุ่มไม่เป็นโรคตา และกลุ่มที่เป็นโรคตาส่วนหลัง พบว่า ในแต่ละความถี่เชิงพื้นที่ในสถานะแสงที่ต่างกัน พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า contrast sensitivity แยกโรคตาส่วนหลังกับกลุ่มไม่มีโรคตา ได้แก่ โรคต้อหิน โรคจุดภาพชัดเสื่อมชนิด dry AMD โรค epiretinal membrane และโรคเบาหวานขึ้นจอตาชนิด non-proliferative diabetic retinopathy ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปผลการวิจัย ค่า contrast sensitivity ระหว่างกลุ่มไม่มีโรคตา และกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลัง ในขณะที่ใส่เลนส์ตาเทียมชนิด aspherical IOL ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอายุระหว่างสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

Title	Contrast sensitivity in pseudophakic eye in University Eye Clinic
Researcher	Phattaraporn Raipun
Institution	Rangsit University
Year of Publication	2019
Publisher	Rangsit University
Sources	Rangsit University
No. of Pages	48 page
Keywords	contrast sensitivity, intraocular lenses, posterior segment eye disease
Copyright	Rangsit University

ABSTRACT

Contrast sensitivity is used to assess the quality of vision. Light scattering can reduce contrast sensitivity. Intraocular lens implantation may reduce light scattering and improve contrast sensitivity. This study aimed to compare contrast sensitivity in pseudophakic eye between patients without ocular disease and patients with posterior eye disease in an eye clinic at university. Data from clinical medical records were analyzed, including age, contrast sensitivity, and eye disease, selecting only those with aspherical intraocular lenses and without anterior segment eye disease. In total, 62 eyes of 62 subjects were included in this study, 36 eyes in non-ocular disease group (age 69 ± 8.76 years) and 26 eyes in posterior eye disease group (age 72 ± 6.93 years). The contrast sensitivity of both groups was not significantly different. Comparison of contrast sensitivity in various posterior eye disease group, included glaucoma, dry AMD, epiretinal membrane, and non-proliferative diabetic retinopathy. There were no statistically significant differences. Conclusion: Contrast sensitivity among groups without eye disease and groups with posterior eye disease There were no statistically significant differences when wearing aspherical IOL intraocular lenses. There was no difference in age between the two groups.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สัญลักษณ์และคำย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 คำถามการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 โครงสร้างตาส่วนหลัง (posterior segment of eye)	4
2.2 โรคตาส่วนหลัง (posterior segment eye diseases)	7
2.3 โรคต้อกระจก (Cataract)	18
2.4 ความสามารถในการแยกความแตกต่างของความมืด-สว่าง (Contrast sensitivity)	19

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	26
3.1 รูปแบบการวิจัย	26
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	27
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	29
4.1 ข้อมูลทั่วไป	29
4.2 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่เป็นโรคกับกลุ่มที่เป็นโรคตาส่วนหลัง	30
4.3 การเปรียบเทียบแยกโรค	31
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย	33
5.1 อภิปรายผล	33
5.2 สรุปผลผลการศึกษา	36
เอกสารอ้างอิง	37
ประวัติผู้วิจัย	47



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงชนิดโรคตาส่วนหลังจากข้อมูลผู้ป่วย	29
4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าระหว่างกลุ่มไม่เป็นโรคตา และกลุ่มที่เป็นโรคตาส่วนหลัง	30
4.3 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า แยกโรค	31



สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

2.1 แสดงโครงสร้างทางกายวิภาคของลูกตา	4
2.2 แสดงชั้นของจอประสาทตา	6
2.3 แสดงส่วนของเส้นประสาทตา	7
2.4 แสดงลักษณะมุมตาเปิด	8
2.5 แสดงลักษณะมุมตาปิด	9
2.6 แสดงลักษณะโรคเบาหวานขึ้นจอตาและยังไม่มีการสร้างเส้นเลือดใหม่	11
2.7 แสดงลักษณะพังผืดในโรคเบาหวานขึ้นจอตาหลังจากมีการสร้างเส้นเลือดใหม่	12
2.8 แสดงลักษณะโรคจอตาหลุดลอก ชนิด Rhegmatogenous	13
2.9 แสดงลักษณะของต้อกระจก	18
2.10 แสดงขั้นตอนการผ่าตัดต้อกระจก ด้วยวิธี Phacoemulsification	19
2.11 แสดงลักษณะคลื่น Sine wave	20
2.12 แสดง Sine wave grating (a) และ Square wave grating (b)	21
2.13 แสดงความถี่เชิงพื้นที่ที่ต่างกัน ต่อ1องศา	21
2.14 แสดงลักษณะของกราฟ Contrast sensitivity	22

สัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ	ความหมาย
IOL	Intraocular lens
RPE	Retinal pigment epithelium
AMD	Age-related macular degeneration
PACG	Primary angle-closure glaucoma
NTG	Normal-tension glaucoma
NPDR	Non-proliferative Diabetic Retinopathy
PDR	Proliferative Diabetic Retinopathy
ERM	Epiretinal membrane
IOP	Intraocular pressure
LGN	Lateral geniculate nucleus

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจความสามารถในการแยกความมืด-สว่าง (contrast sensitivity) ทดสอบในความถี่เชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน (Sun et al., 2016) มีความเข้มของตัวอักษรค่อยๆลดลงจนใกล้เคียงกับพื้นหลัง และสามารถทดสอบในสภาวะแสงที่ต่างกันได้ในขณะที่การตรวจระดับการมองเห็น (visual acuity) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในทางคลินิก จักษุวิทยา เนื่องจากสะดวกและรวดเร็ว มักใช้ในการประเมินการมองเห็นเบื้องต้นและใช้ในการติดตามอาการของโรคตา แต่วิธีนี้จะวัดที่ความถี่เชิงพื้นที่สูงคงที่ และมีความเข้มของตัวอักษรคงที่ซึ่งตัดกับพื้นหลังอย่างชัดเจน contrast sensitivity จึงประเมิน visual function ได้มากกว่า visual acuity ซึ่งอาจมีผู้ป่วยบางรายที่มี contrast sensitivity ลดลง ในขณะที่ visual acuity อยู่ในเกณฑ์ปกติ (Liu et al., 2018) นอกจากนี้ การตรวจ contrast sensitivity ช่วยในการประเมินผลการรักษาได้ เช่น หลังผ่าตัดต้อกระจก หลังผ่าตัดแก้ไขค่าสายตา หรือการรักษาโรคทางจอตา (Sun et al., 2016)

การผ่าตัดเปลี่ยนเลนส์ตา อาจมีผลต่อค่า contrast sensitivity ได้ โดยการศึกษาของ Vivekanand และ Kamath (2019) พบว่า กลุ่มผู้สูงอายุที่มีตาปกติ มีค่า contrast sensitivity มากกว่ากลุ่มที่ใส่เลนส์ตาเทียม อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ชนิดของเลนส์ตาเทียม (intraocular lenses; IOL) อาจมีผลต่อค่า contrast sensitivity ได้เช่นกัน โดยพบว่า ผู้ที่ใส่เลนส์ชนิด aspherical IOL มีค่า contrast sensitivity มากกว่าชนิด spherical IOL อย่างมีนัยสำคัญ (Munoz et al., 2006; Zeng et al., 2007; Tzelikis et al., 2008; Montard et al., 2008) โดยเลนส์ชนิด aspherical IOL ช่วยลด spherical aberration ทำให้ค่า contrast sensitivity มากขึ้น เมื่อเทียบกับ spherical IOL (Zeng et al., 2007)

การมีโรคตาส่วนหลังอาจส่งผลต่อค่า contrast sensitivity ได้ เนื่องจากบางโรคมีผลต่อเซลล์ ganglion ที่จอตา เช่น โรคต้อหิน (Sun et al., 2008) หรือมีผลต่อเซลล์ photoreceptor ที่จอตา เช่น โรคจอภาพชั้นเสื่อม (Maynard et al., 2016; Owsley et al., 2016; Ou et al., 2021) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาค่า contrast sensitivity ในผู้ป่วยที่ใส่เลนส์ตาเทียม ระหว่างกลุ่มที่ไม่มีโรคตากับกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลัง โดยนำข้อมูลบางส่วนจากเวชระเบียนในคลินิกตา มหาวิทยาลัย มหาวชิราลงกู

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของ contrast sensitivity ในผู้ป่วยที่ใส่เลนส์แก้วตาเทียม (Pseudophakic patients) ในคลินิกตา มหาวิทยาลัย โดยเปรียบเทียบระหว่างผู้ที่ไม่มีโรคทางตากับผู้ที่มีโรคตาส่วนหลัง

1.3 คำถามวิจัย

ผู้ที่ใส่เลนส์แก้วตาเทียมซึ่งไม่มีโรคทางตา จะมีความสามารถในการแยกความสว่างแตกต่างจากผู้ที่ไม่ใส่เลนส์แก้วตาเทียมและมีโรคตาส่วนหลังหรือไม่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อทราบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ contrast sensitivity
2. ให้คำแนะนำผู้ป่วยที่อาจมีความเสี่ยงที่ contrast sensitivity ลดลง ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพชีวิต
3. เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนการสอนในรายวิชา OPM203 Physiological optic และรายวิชา OPM511 Geriatric optometry

1.5 ขอบเขตการวิจัย

นำข้อมูล contrast sensitivity ในผู้ที่ใส่เลนส์แก้วตาเทียม (Pseudophakic patients) มาวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบ contrast sensitivity ในแต่ละความถี่เชิงพื้นที่ (spatial frequency) ระหว่างผู้ป่วยที่ไม่มีโรคทางตากับผู้ป่วยที่มีโรคตาส่วนหลัง โดยนำข้อมูลผู้ป่วยจากเวชระเบียนในคลินิกตา มหาวิทยาลัย ระหว่างปี พ.ศ. 2558 – 2562 ซึ่งมีระยะเวลาในการศึกษาดังแต่เดือนเมษายน 2563 ถึง มีนาคม 2564

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรต้น

- โรคตาส่วนหลัง

ตัวแปรตาม

- contrast sensitivity (Contrast sensitivity)

1.7 นิยามศัพท์

การแยกความแตกต่างของความสว่าง
(Contrast sensitivity)

คือ ความสามารถในการมองเห็นในการ
จำแนกความแตกต่างระหว่างวัตถุกับพื้นหลัง

ผู้ที่ใส่เลนส์แก้วตาเทียม (Pseudophakia)

คือ ผู้ที่ได้รับการผ่าตัดต้อกระจก ซึ่งจะนำ
เลนส์ (Crystalline lens) ออก แล้วใส่เลนส์
แก้วตาเทียม (Intraocular lens) แทน

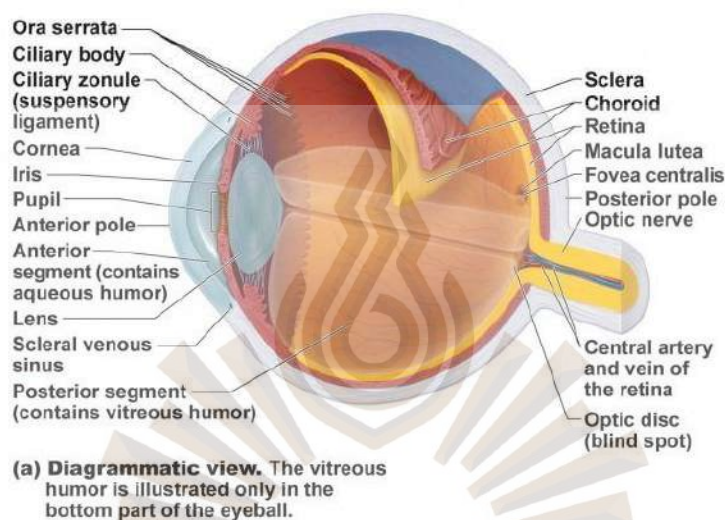
โรคตาส่วนหลัง (Posterior segment disease)

คือ โรคที่เกิดในโครงสร้างส่วนหลังของลูกตา
ได้แก่ วุ้นลูกตา (Vitreous), จอประสาทตา
(Retina), คอโรยด์ (Choroid) และ
เส้นประสาทตา (Optic nerve)

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

1. โครงสร้างตาส่วนหลัง (posterior segment of eye)



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างทางกายวิภาคของลูกตา

จาก <https://www.pinterest.com/pin/733242383064942962/>

1.1 วุ้นตา (vitreous)

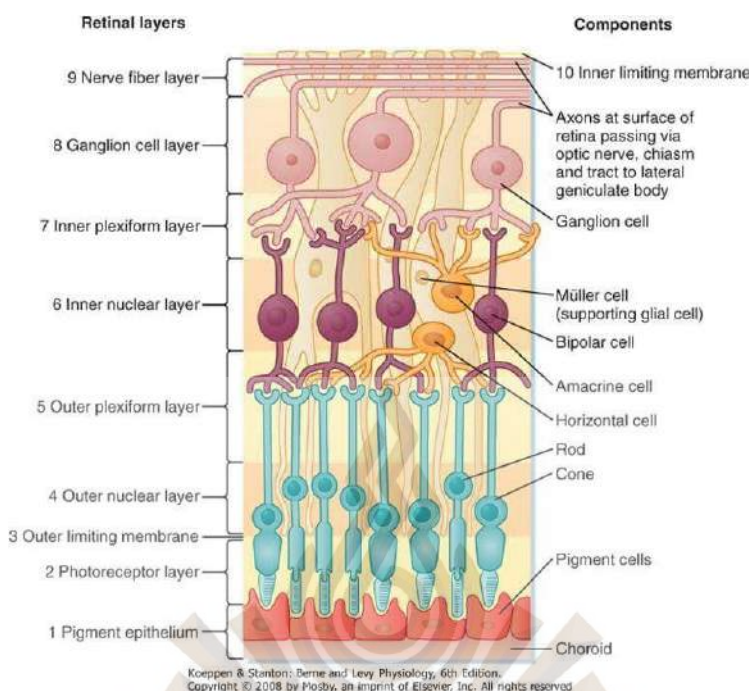
วุ้นตาเป็นเจลที่ลักษณะใส ประกอบด้วย น้ำ 99%, คอลลาเจน (collagen), และกรดไฮยาลูโรนิก (hyaluronic acid) ซึ่งวุ้นตามีปริมาตรเป็น 80% ของตา แม้จะมีน้ำเป็นส่วนประกอบถึง 99% แต่มีความหนืดมากกว่าน้ำ 2 เท่า เนื่องจากมีไฮยาลูโรนิก ซึ่งเจลวุ้นตาประกอบด้วย เส้นใยคอลลาเจน (collagen fibrils) แตกเป็น hydrated hyaluronic acid molecules ในผิวส่วนหน้าของวุ้นตา เรียกว่า anterior cortical gel ติดแน่นกับแคปซูลเลนส์ส่วนหลัง (posterior lens capsule) เป็นลักษณะเอ็นชืด (ligament of Wieger) ส่วนฐานของวุ้นตา (vitreous base) มีเส้นใยคอลลาเจนยึดติดกับส่วน ora serrata ทั้งส่วนหน้า 2 มิลลิเมตร และส่วนหลัง 3-4 มิลลิเมตร นอกจากนี้ ฐานของวุ้นตายังติดกับแคปซูลเลนส์ (lens capsule), เส้นเลือดจอตา (retinal vessels), เส้นประสาทตา (optic nerve) และบริเวณจุดรับภาพชัด (macular) (McCannel, 2016)

วุ้นตาทำให้ตาคงรูป และมีความสำคัญต่อการเมตาบอลิซึมของเนื้อเยื่อภายในลูกตา เนื่องจากเป็นส่วนที่มีสารอาหารไปเลี้ยงเลนส์ตา (crystalline lens), ซิลิอารี บอดี้ (ciliary body) และจอตา (retina) เมื่ออายุมากขึ้น วุ้นตาจะมีลักษณะเหลวมากขึ้น ทำให้เกิดการแยกตัวจากจอตา มักทำให้เกิดโรควุ้นตาเสื่อม (posterior vitreous detachment) ได้ (Cantor et al., 2016)

1.2 จอตา (retina)

เป็นเนื้อเยื่อที่ไวต่อแสง ซึ่งมีเซลล์จำเพาะ ได้แก่ rods และ cones ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นสัญญาณประสาท โดย rods จะตอบสนองในที่มืด ส่วน cones จะตอบสนองต่อแสงสี ในตำแหน่งตรงกลางของจอตา เป็นส่วนของ macular ไม่มีหลอดเลือด และมีเซลล์ที่ไวต่อแสงหนาแน่นเพื่อให้เห็นคุณภาพของภาพได้ดี (Nathan, 2006) มีความกว้างประมาณ 5.5 มิลลิเมตร ในส่วนตรงกลาง macular เรียกว่า fovea ขนาดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งมีหน้าที่จำเพาะสำหรับความคมชัดและการมองเห็นภาพสี บริเวณ fovea จะมีลักษณะเว้าบางกว่าพื้นผิวจอประสาทตาบริเวณอื่น ส่วนที่บางที่สุดเรียกว่า foveolar มีขนาดประมาณ 0.35 มิลลิเมตร มีเซลล์ cones หนาแน่น (McCannel, 2016) โดยจอตาจะมีชั้นจากด้านนอกไปด้านใน ได้แก่

- 1) Retinal pigment epithelium ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว มี pigment อยู่ติดกับ choroid ทำหน้าที่ดูดซับแสง เป็น blood retinal barrier และกำจัดของเสียที่ได้จาก photoreceptor cells
- 2) Photoreceptor layer ประกอบด้วยเซลล์ rods และ cones
- 3) External limiting membrane เป็นชั้นที่อยู่ระหว่าง photoreceptor และ Muller's cells
- 4) Outer nuclear layer ประกอบด้วยนิวเคลียสของเซลล์ rods และ cones
- 5) Outer plexiform layer ประกอบด้วย axon ของเซลล์ rods และ cones รวมถึง dendrites ของ bipolar cells และ horizontal cells
- 6) Inner nuclear layer ประกอบด้วยเซลล์บอดี้ของ bipolar, horizontal และ amacrine
- 7) Inner plexiform layer ประกอบด้วย axons ของเซลล์ bipolar และ dendrites ของเซลล์ ganglion
- 8) Ganglion cell layer ประกอบด้วยเซลล์บอดี้ของ ganglion
- 9) Nerve fiber layer ประกอบด้วย axon ของเซลล์ ganglion
- 10) Internal limiting membrane เป็นชั้นที่แยกระหว่างจอตาและวุ้นตา ซึ่งเป็น basement membrane ของ Muller's cells (Manotosh & Koh, 2018)



รูปที่ 2.2 แสดงชั้นของจอประสาทตา

จาก <https://www.pinterest.cl/pin/656821926890740338/>

1.3 คอโรยด์ (choroid)

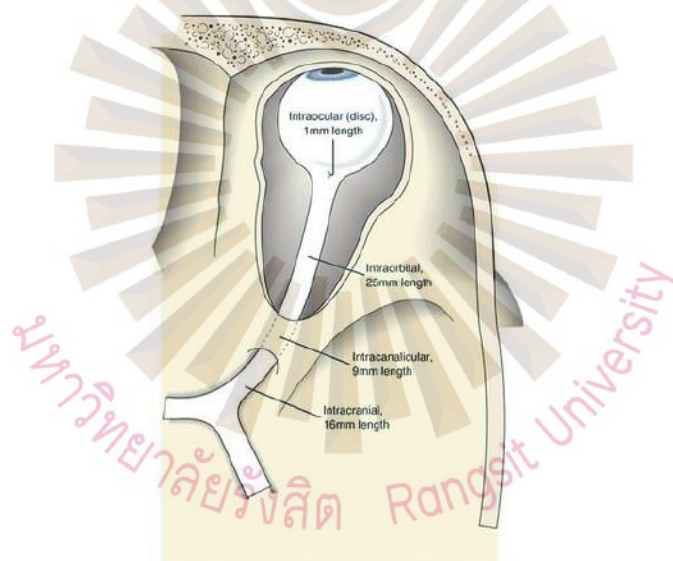
เป็นชั้นส่วนนอกถัดจากชั้นจอตา มีความหนาประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ประกอบด้วยชั้นเส้นเลือด 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นในสุดเป็นชั้นที่มีเส้นเลือดฝอย (choriocapillaris) , ชั้นกลางเป็นชั้นที่มีเส้นเลือดขนาดเล็ก และชั้นนอกเป็นชั้นที่มีเส้นเลือดขนาดใหญ่ โดยเส้นเลือดแดงในคอโรยด์มาจาก long posterior ciliary arteries, short posterior ciliary arteries และ anterior ciliary arteries ส่วนเส้นเลือดดำมาจาก vortex system นอกจากนี้มีชั้น Bruch's membrane ซึ่งเป็นชั้นบางๆ ระหว่าง basal laminae ของชั้น retinal pigment epithelium กับชั้น choriocapillaris ของคอโรยด์ โดยคอโรยด์อยู่ระหว่างขอบขั้วประสาทตา (optic disc) กับ ora serrata (Cantor et al., 2016)

1.4 เส้นประสาทตา (optic nerve)

เส้นประสาทตามีความยาวประมาณ 47-50 มิลลิเมตร ประกอบด้วยเส้นใยประสาท ซึ่งเป็น axon ของ ganglion cells (Manotosh & Koh, 2018) ประมาณ 1 ล้านเส้น (Nathan, 2006) และส่งไปยัง occipital cortex โดยเส้นประสาทตาแบ่งได้เป็น 4 ส่วนตามตำแหน่ง ได้แก่

- 1) Intraocular part มีความยาว 1 มิลลิเมตร เริ่มตั้งแต่ optic disc และ lamina cribrosa
- 2) Intraorbital part มีความยาว 25 มิลลิเมตร เป็นส่วนที่มีความยาวที่สุด จาก lamina cribrosa จนถึง optic foramina
- 3) Intracanalicular part มีความยาว 5 มิลลิเมตร อยู่ใน optic canal
- 4) Intracranial part มีความยาว 10 มิลลิเมตร จาก optic canal จนถึง optic chiasm

(Manotosh & Koh, 2018)



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนของเส้นประสาทตา

จาก <https://www.pinterest.com/pin/710302172466985145/>

2. โรคตาส่วนหลัง (posterior segment eye diseases)

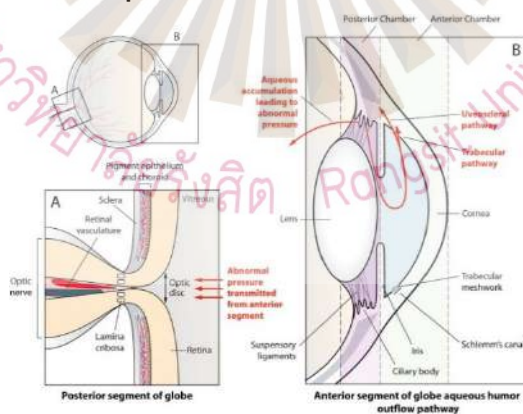
โรคในส่วนหลังของลูกตา ได้แก่ วัณตา, คอโรยด์, จอตา และเส้นประสาทตา ซึ่งโรคตาส่วนหลังสามารถมีผลต่อการมองเห็นได้ เนื่องจากมีส่วนสำคัญในการส่งกระแสประสาทไปแปลผลที่สมอง (Nell &

Walde, 2010) โรคตาส่วนหลังที่มักพบในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคต้อหิน (glaucoma), โรคเบาหวานขึ้นจอตา (diabetic retinopathy), โรคจอตาหลุดลอก (retinal detachment), โรคจุดภาพชัดเสื่อม (age-related macular degeneration), โรคเส้นเลือดแดงที่จอตาอุดตัน (retinal artery occlusion), โรคเส้นเลือดดำที่จอตาอุดตัน (retinal vein occlusion), โรคพังผืดที่จอตา (epiretinal membrane) และ โรควุ้นตาเสื่อม (posterior vitreous detachment)

2.1 โรคต้อหิน (Glaucoma)

เป็นโรคที่เกิดจากความเสื่อมของเส้นประสาทตา ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความดันลูกตา (intraocular pressure) หากไม่ทำการรักษายะจะทำให้ค่อยๆ สูญเสียลานสายตาจนถึงตาบอด เนื่องจากการตายของ เซลล์ ganglion ด้วย (Schellack et al., 2015) โรคต้อหินเป็นโรคเรื้อรังไม่มีอาการ ซึ่งมีการสูญเสียลานสายตาโดยไม่สามารถกลับมาเป็นเหมือนเดิมได้ ลักษณะที่พบส่วนใหญ่คือ มีความเสียหายของเซลล์ ganglion, มีการบางของชั้น retinal nerve fibre layer และลักษณะขั้วประสาทตาใหญ่ ความเสี่ยงที่มักพบในผู้ป่วยโรคต้อหิน คือ มีความดันลูกตาสูง (Jonas et al., 2017) จึงมีแรงดันกดที่จอตาทำให้มีความเสียหายของ axon ของเซลล์ ganglion และทำให้มี cupping ที่ขั้วประสาทตาขนาดใหญ่ โดยชนิดของโรคต้อหิน ได้แก่

2.1.1 โรคต้อหินมุมเปิด (Primary open-angle glaucoma; POAG)



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะมุมตาเปิด

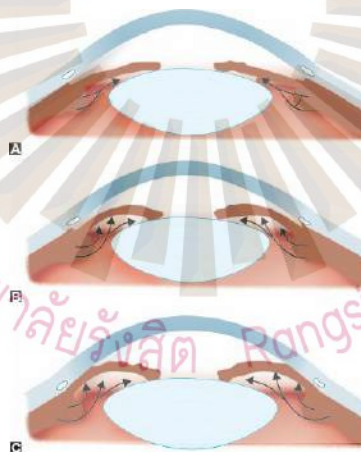
จาก <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350946216300696>

มักพบในชนชาติตะวันตก ซึ่งมุมระหว่างม่านตากับกระจกตาหรือที่เรียกว่ามุมตา มีการเปิดปกติ ทำให้มีการไหลออกของน้ำในลูกตา (aqueous humor) ไปทาง trabecular meshwork และ schlemm's canal ได้ โดยอาการแสดงของโรคต้อหินมุมเปิด ได้แก่ มีความดันลูกตามากกว่า 21 มิลลิเมตรปรอท และสูญเสียลานสายตาที่สัมพันธ์กับการเสื่อมของ axon ของเซลล์ ganglion (optic neuropathy) ซึ่งส่วนใหญ่พบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคต้อหินมุมเปิดจะสูญเสียการมองเห็น โดยที่ไม่มีอาการเจ็บหรือไม่สบายตา ซึ่งเกิดขึ้นในกลุ่มที่ควบคุมความดันลูกตาไม่ดี

2.1.2 โรคต้อหินมุมเปิดชนิดความดันตาปกติ (Normal-tension glaucoma; NTG)

มักพบประมาณร้อยละ 30 ของผู้ป่วยโรคต้อหินมุมเปิด ซึ่งมีความเสื่อมของเซลล์ ganglion นำไปสู่การสูญเสียลานสายตา ในขณะที่มีความดันลูกตาอยู่ในระดับปกติ โดยมีความดันลูกตาต่ำกว่า 21 มิลลิเมตรปรอท ความเสียหายของ axon เกิดจากมีแรงดันจาก cerebrospinal fluid ต่ำ.

2.1.3 โรคต้อหินมุมปิด (Primary angle-closure glaucoma; PACG)



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะมุมตาปิด

จาก <https://www.jaypeedigital.com/book/9789351526575/chapter/ch10>

มักพบในชนชาติเอเชียตะวันออก สาเหตุจาก iris, lens และ retrolenticular structures ไปขัดขวางการไหลเวียนของ aqueous humor จากการที่มีมุมระหว่าง iris และ cornea แคบ ทำให้มีความดันตาสูง พบมากในเพศหญิงและผู้ที่มีสายตายาวมาก (extreme hyperopia) อาจมีอาการเจ็บพลัน หากมีความดัน

เพิ่มขึ้นมากกว่า 30 มิลลิเมตรปรอท จะมีการปวดตา คลื่นไส้ มีการขยายของเส้นเลือดที่เชื่อมตากับกระจกตาบวม และอาเจียนได้

2.1.4 โรคต้อหินที่เกิดจากภาวะแทรกซ้อน (secondary glaucoma)

เป็นโรคต้อหินที่เกิดภายหลังจากการมีโรคอื่นๆ หรือได้รับยาบางชนิด ซึ่งทำให้มีการเพิ่มขึ้นของความดันลูกตามากกว่าปกติ อาจเกิดได้จากการกระตุ้นการสร้าง หรือไปขัดขวางการไหลออกของ aqueous humor ได้แก่

1.) Pseudoexfoliative glaucoma

เกิดจากการสะสมของโปรตีนบริเวณช่องหน้าลูกตา (anterior chamber) และไปอุดตันการระบายออกของ aqueous humor บริเวณ trabecular meshwork

2.) Neovascular glaucoma

มีการสร้างเส้นเลือดใหม่บริเวณมุมระหว่าง iris และ cornea (iridocorneal angle) ทำให้มีการปิดมุมลูกตา ซึ่งเป็นบริเวณระบายออกของ aqueous humor โดยปัจจัยเสี่ยงจากการเป็นโรคเบาหวาน

3.) Steroid-induced glaucoma

เกิดในผู้ป่วยที่ทานยาสเตียรอยด์เพื่อรักษาภาวะจอรับภาพที่จอตาบวม (macular edema), การที่ร่างกายต่อต้านการปลูกถ่ายกระจกตา (corneal transplant rejection), ระบบภูมิคุ้มกันตอบสนองมากกว่าปกติ (immune hyper-reactivity) และการบาดเจ็บร่วมกับการอักเสบ (injury-related inflammations) เป็นผลทำให้โครงสร้างของ trabecular meshwork เปลี่ยนแปลงไป ขัดขวางการไหลออกของ aqueous humor และเพิ่มความดันลูกตา หากไม่รักษาอาจทำให้เป็นโรคต้อหินมุมเปิดได้

4.) Pigmentary glaucoma

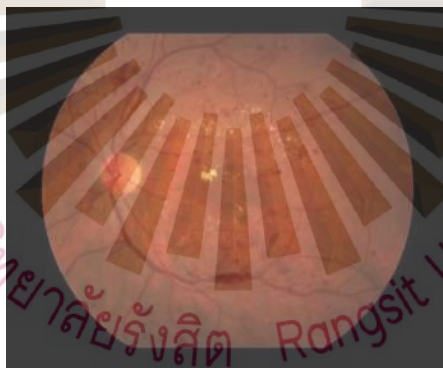
มักเกิดจาก pigment dispersion syndrome โดยมีการตายของเซลล์ pigment epithelium ของ iris ทำให้มีการกระจายของเมลานินบริเวณ trabecular meshwork ขัดขวางการไหลออกของ aqueous humor และทำให้ความดันลูกตาสูงขึ้น

5.) สาเหตุอื่นๆ เช่น ต้อกระจก เนื้องอก และยูเวียอักเสบ (uveitis) (Križaj, 1995)

2.2 โรคเบาหวานขึ้นจอตา (Diabetic retinopathy)

เป็นโรคหลอดเลือดขนาดเล็กที่เป็นผลแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน และสามารถนำไปสู่ภาวะตาบอดได้ ผู้ที่มีความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานขึ้นจอตา ประมาณร้อยละ 50 ถึง 60 ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และมากกว่าร้อยละ 90 ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 โดยจะมีการหนาตัวขึ้นของ capillary basement membranes, การโป่งพองของเส้นเลือดฝอย (microaneurysm), มีการสูญเสียเซลล์ pericyte และมีการสร้างเส้นเลือดใหม่ (neovascularization) ซึ่งการมีเส้นเลือดโป่งพองเป็นลักษณะของขนาดเล็กออกมาจากผนังหลอดเลือดฝอย มีการรั่วของสารน้ำและไขมัน ซึ่งนำไปสู่การบวมบริเวณจุดรับภาพชัดที่จอตา (diabetic macular edema) แบ่งประเภทตามลักษณะทางจอตา ได้แก่

2.2.1 Non-proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR)



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะโรคเบาหวานขึ้นจอตาและยังไม่มีการสร้างเส้นเลือดใหม่

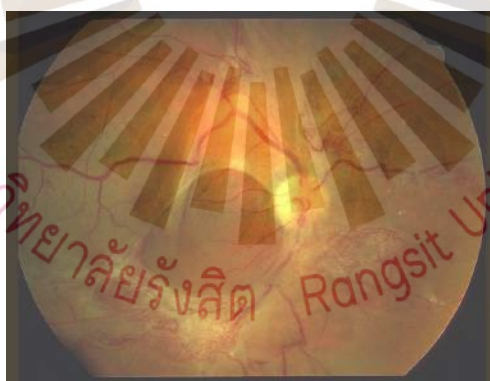
จาก <https://www.msmanuals.com/professional/eye-disorders/retinal-disorders/diabetic-retinopathy>

เป็นโรคเบาหวานขึ้นจอตาโดยที่ยังไม่มีการสร้างเส้นเลือดใหม่ ซึ่งอาการแสดงในจอตา ระยะแรกคือ การโป่งพองของเส้นเลือดฝอย (microaneurysm) โดยจะเห็นจุดสีแดงบนจอตา รอยโรคค่อนข้างแยกจากการมีเลือดออกในจอตา (intraretinal hemorrhages) ได้ยากจากการตรวจโดยทั่วไป แต่การตรวจด้วยวิธีฉีดสารฟลูออเรสซิน (fluorescein angiography) จะเห็นลักษณะการโป่งพองของเส้นเลือดได้

ระดับความรุนแรงของชนิด NPDR สามารถแบ่งตามลักษณะ ได้แก่ ระดับไม่รุนแรง (mild) มีเส้นเลือดฝอยโป่งพองร่วมกับเลือดออก (hemorrhage) หรือการรั่วของไขมัน (hard exudate) ระดับปานกลาง (moderate) จะมีการขาดเลือดของชั้น retinal nerve fiber layer (cotton wool spots) มีเส้นเลือดผิดปกติ (intraretinal microvascular abnormalities) เช่น เส้นเลือดขยายและเส้นเลือดคด ระดับรุนแรง (severe) อาจมีเลือดออกและเส้นเลือดฝอยโป่งพองทั่วทั้ง 4 ส่วนของจอตา หรือมีเส้นเลือดดำคดคล้ายลูกบิด (venous beading) 2 ใน 4 ส่วนของจอตา หรือมีความผิดปกติของเส้นเลือด 1 ใน 4 ส่วนของจอตา ในระดับรุนแรงมาก (very severe) มีอาการแสดง 2 ลักษณะขึ้นไปแต่ยังไม่มีการสร้างเส้นเลือดใหม่

การบวมของจุดรับภาพชัด (Diabetic Macular Edema; DME) อาจพบในทุกระดับความรุนแรงของโรคเบาหวานขึ้นจอตา และมักเป็นสาเหตุให้สูญเสียการมองเห็นในระดับ NPDR เนื่องจากการซึมผ่านเส้นเลือดมากขึ้นรวมถึงมีความเสียหายของ blood retinal barrier ทำให้มีการรั่วของสารน้ำและไขมันจากหลอดเลือดไปสู่จอตา เป็นสาเหตุให้เกิดการบวม ส่งผลให้ photoreceptor cells ไม่ทำงาน เกิดการสูญเสียการมองเห็น โดยเฉพาะเมื่อเกิดการบวมที่บริเวณจุดรับภาพชัด

2.2.2 Proliferative Diabetic Retinopathy (PDR)



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะพังผืดในโรคเบาหวานขึ้นจอตาหลังจากมีการสร้างเส้นเลือดใหม่

จาก <https://in.pinterest.com/VidyaBU/ophthalmology/>

เป็นระยะที่มีการสร้างเส้นเลือดใหม่ที่ผิวจอตาหรือเข้าไปในวุ้นตา ซึ่งเส้นเลือดที่สร้างใหม่มีลักษณะไม่แข็งแรง เสียหายได้ง่าย มักพบว่าเริ่มสร้างจากบริเวณขั้วประสาทตา (optic disc) โดยเส้นเลือดที่มีการสร้างใหม่บริเวณผิวจอตา (preretinal new vessels) มักจะมีเนื้อเยื่อพังผืดด้วย ซึ่งเส้นเลือดอยู่ที่ผิว

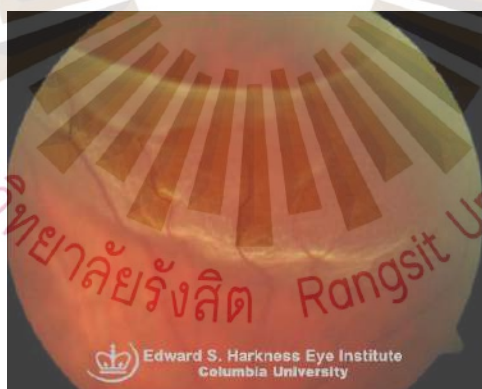
ด้านหลัง (posterior surface) ของวุ้นตา เมื่อมีวุ้นตาหลุดออกจากผิวของจอตา (vitreous detachment) จะทำให้เส้นเลือดที่สร้างใหม่ถูกดึงไปด้วย การสูญเสียการมองเห็นในระยะ PDR เป็นผลจาก 3 สาเหตุหลัก ได้แก่

1.) เลือดออกในวุ้นตา (vitreous hemorrhage) เกิดจากเส้นเลือดที่สร้างใหม่ถูกวุ้นตาดึงรั้ง เมื่อไอหรือออกกำลังกายทำให้เกิดเลือดออกได้ ลักษณะเลือดออกจะอยู่บริเวณระหว่างผิวจอตา (preretinal space) และด้านหลังวุ้นตา (posterior vitreous surface) ซึ่งอาจทำให้สูญเสียการมองเห็นได้หากอยู่บริเวณจุดรับภาพชัด หรืออยู่ในช่องวุ้นตาเป็นสาเหตุให้เกิดการบดบังการมองเห็นได้

2.) จอตาหลุดลอก (retinal detachment) เนื่องจากเยื่อพังผืดติดกับวุ้นตา จึงทำให้มีการดึงจอตาให้หลุดลอก

3.) มีการบวมบริเวณจุดรับภาพชัด (diabetic macular edema) ทำให้สูญเสียการมองเห็นจากการที่ photoreceptor cells ไม่ทำงาน (Stewart et al., 2021)

2.3 โรคจอตาหลุดลอก (Retinal detachment)



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะโรคจอตาหลุดลอก ชนิด Rhegmatogenous

จาก <https://www.columbiaeye.org/education/digital-reference-of-ophthalmology/vitreous-retina/retina-choroid-disorders/retinal-detachment>

แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.3.1 Rhegmatogenous retinal detachment

จอตาจะมีส่วนที่ฉีกขาด (tear and break) หรือเป็นรู (hole) เมื่อมีการฉีกขาดจึงทำให้น้ำวุ้นตาเข้ามายังชั้นจอตา เป็นสาเหตุให้ชั้นจอตาหลุดลอกจากชั้น retinal pigment epithelium นำไปสู่การสูญเสียการมองเห็นได้

2.3.2 Tractional retinal detachment

จอตาหลุดลอกโดยที่ไม่มีการฉีกขาด เมื่อมีการสร้างเส้นเลือดใหม่เข้าไปในวุ้นตา หรือที่ผิวจอตา จะมีการสร้างพังผืดมาดึงรั้งจอตาจนอาจทำให้หลุดออกจากชั้น retinal pigment epithelium ได้

2.3.3 Exudative retinal detachment หรือ Serous retinal detachment

จอตาหลุดลอกโดยที่ไม่มีการฉีกขาดของชั้นจอตา แต่เกิดจากการสะสมของสารน้ำใต้ชั้นจอตา (Blair & Czyz., 2020)

2.4 โรคจุดภาพชัดเสื่อม (age-related macular degeneration; AMD)

เป็นโรคทางตาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามอายุ เกิดบริเวณตรงกลางของลานสายตา ซึ่งเป็นตำแหน่งจุดรับภาพชัดบนจอตา ไม่มีอาการเจ็บและมีการดำเนินโรคอย่างค่อยเป็นค่อยไป แต่สามารถทำให้การมองเห็นลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วยได้ เช่น การขับรถ การอ่านหนังสือ หรือการจดจำใบหน้า (National Institute for Health and Care Excellence (UK), 2018)

โรคจุดภาพชัดเสื่อมแบ่งเป็น 2 ชนิดหลัก ได้แก่ ชนิดไม่มีเส้นเลือดสร้างใหม่ (non-neovascular) หรือ dry หรือ nonexudative และชนิดมีเส้นเลือดสร้างใหม่ (neovascular) หรือ wet หรือ exudative ลักษณะที่สำคัญของชนิด non-neovascular amd คือบริเวณจุดรับภาพชัดจะมีจุดสีเหลืองเรียกว่า drusen (Yonekawa et al.,

2015) ซึ่งเป็นจุดที่มีการสะสมของของเสียที่อยู่ภายนอกเซลล์ โดยมีการสะสมอยู่ระหว่างชั้น retinal pigment epithelium ของจอตา และชั้น bruch membrane ของคอรอยด์ (Spaide & Curcio, 2010) นอกจากนี้ชนิด non-neovascular AMD ยังมีลักษณะจุดสีเข้ม (retinal pigment epithelium hyperpigmentation) และมีลักษณะการฝ่อของจอตา (atrophy) ซึ่งระยะที่รุนแรงของชนิดนี้จะมี atrophy ขนาดใหญ่ เรียกว่า geographic atrophy เป็นสาเหตุให้สูญเสียการมองเห็น ส่วนชนิด neovascular AMD เป็นชนิดที่มีความรุนแรง เนื่องจากมีการสร้างเส้นเลือดใหม่ที่คอรอยด์ (choroidal neovascularization) เส้นเลือดที่ผิดปกตินี้มักจะเข้าไปในช่องใต้ชั้นจอตา (subretinal space) โดยผู้ป่วยที่เป็นชนิด neovascular AMD มีเพียงร้อยละ 10 ของผู้ป่วยโรคจักษุรับภาพชัดเสื่อมทั้งหมด แต่ผู้ป่วยที่เป็นชนิดนี้ประมาณร้อยละ 90 มีการสูญเสียการมองเห็น (Yonekawa et al., 2015)

2.5 โรคเส้นเลือดแดงที่จอตาอุดตัน (retinal artery occlusion)

เป็นโรคที่มีการอุดตันของเส้นเลือดแดงที่จอตาอย่างรวดเร็ว ทำให้จอตาเกิดการขาดเลือด และเซลล์มีความเสียหายอย่างรวดเร็ว รวมถึงทำให้เกิดการสูญเสียการมองเห็น สาเหตุหลักเกิดจากการที่มีสิ่งอุดตันเส้นเลือด ได้แก่ คอเลสเตอรอล (cholesterol), แคลเซียม (calcium) และเกล็ดเลือดร่วมกับไฟบริน (platelet-fibrin) นอกจากนี้ลิ่มเลือด (thrombosis) ก็สามารถทำให้เกิดการอุดตันที่เส้นเลือดแดงได้ ซึ่งลิ่มเลือดอาจเกิดจากการที่ผู้ป่วยเป็นโรคหลอดเลือดแข็งตัว (atherosclerotic disease)

เส้นเลือดแดงที่จอตา (central retinal artery) เป็นเส้นเลือดแขนงแรกในเบ้าตาที่มาจากเส้นเลือด ophthalmic artery เข้ามายัง optic canal ประมาณ 1 ซม. ซึ่งเป็นเส้นเลือดที่มาเลี้ยงจอตา หาก central retinal artery มีการอุดตันจะทำให้จอตาขาดเลือดและเซลล์ที่จอตาตาย (necrosis) จะเกิดขึ้นอย่างเฉียบพลันทำให้จอตาบวม (retinal edema) และเกิดการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสเซลล์ ganglion (pyknosis) (Farris & Waymack, 2020) โดยไม่มีอาการเจ็บ ทำให้การมองเห็นลดลง ไปจนถึงสูญเสียการมองเห็นชั่วคราว (amaurosis fugax) ส่วนใหญ่จะเป็นในตาข้างเดียว ลักษณะอาการแสดงที่สำคัญคือ จอตาจะซีดจากเซลล์ที่ตาย ยกเว้นบริเวณจุดรับภาพชัด (foveal center) เรียกลักษณะนี้ว่า cherry red spot เนื่องจากบริเวณจุดรับภาพชัดมีเส้นเลือดจากคอรอยด์มาเลี้ยง จึงทำให้เซลล์บริเวณนี้ยังอยู่ได้ (Timothy et al., 2016)

2.6 โรคเส้นเลือดดำที่จอตาอุดตัน (retinal vein occlusion)

เป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียการมองเห็น ซึ่งมักจะเป็นหลังจากโรคเบาหวานขึ้นจอตา โดยโรคเส้นเลือดดำอุดตันทำให้เกิดการขาดเลือด (ischemia) และขาดออกซิเจน (hypoxia) นำไปสู่จลุมรับภาพชัดบวม (macular edema), ตาส่วนหน้า (anterior segment) และจอตามีการสร้างเส้นเลือดใหม่ (Morris, 2016)

โรคเส้นเลือดดำอุดตันอาจมีการอุดตันเส้นเลือดดำบางส่วนที่จอตา หรือเป็นทั้งหมดของเส้นเลือดดำที่จอตา ซึ่งการแบ่งชนิดจะแบ่งตามตำแหน่งที่มีการอุดตันของเส้นเลือดดำ ซึ่งการอุดตันบริเวณด้านหลังจอตา (posterior pole) หรือบริเวณขั้วประสาทตา (optic nerve head) จะเรียกว่า central retinal vein occlusion (CRVO) และชนิดที่เป็นในส่วนหนึ่งของเส้นเลือดดำที่แตกแขนงไป เรียกว่า branch retinal vein occlusion (BRVO) นอกจากนี้ยังมีชนิดที่มีการอุดตันครึ่งหนึ่งของจอตาตามแขนงของเส้นเลือดดำที่จอตาบริเวณขั้วประสาทตา เรียกว่า hemiretinal vein occlusion (HRVO) ซึ่งร้อยละ 90 มักจะเป็นครึ่งบน (superior hemifield) หรือครึ่งล่าง (inferior hemifield)

การสูญเสียการมองเห็นมักเกิดจากบริเวณจลุมรับภาพชัดมีการขาดเลือด (macular ischemia), จลุมรับภาพชัดบวม (macular edema) หรือมีเลือดออกที่จอตา (retinal hemorrhages), มีเลือดออกที่วุ้นตา (vitreous hemorrhage), มีเยื่อบนจอตา (epiretinal membrane), มีเส้นเลือดที่ม่านตา (rubeosis iridis) และโรคต้อหินจากการมีเส้นเลือดสร้างใหม่ (neovascular glaucoma) (Steven et al., 2019)

อาการแสดงของโรค จะมีการสูญเสียการมองเห็นอย่างรวดเร็วโดยไม่มีอาการเจ็บปวด ในขณะที่ผู้ป่วยที่เป็นชนิด BRVO บางคนจะมีการสูญเสียลานสายตาค่อยๆ ซึ่งชนิด CRVO มักเกิดจากการอุดตันที่ไหลเวียนของเส้นเลือดดำบริเวณ lamina cribrosa ผู้ป่วยจะมีจะมีลักษณะเลือดออกที่จอตา (retinal hemorrhage) ทั้งในลักษณะ flame-shaped และ blot ร่วมกับมีการขยายตัวของเส้นเลือด มีเส้นเลือดคด (tortuous vessels) ส่วนชนิด BRVO จะเป็นบริเวณแขนงของเส้นเลือดดำที่จอตา มักเป็นบริเวณ superotemporal quadrant (Morris, 2016)

2.7 โรคพังผืดที่จอตา (Epiretinal membrane)

เป็นโรคที่จอตากับบริเวณจุดรับภาพติดกัน (vitreomacular interface) ทำให้การมองเห็นลดลง รวมถึงเห็นภาพบิดเบี้ยว (metamorphopsia) (Stevenson et al., 2016) ส่วนใหญ่มักเกิดโดยไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งมักพบในผู้ที่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป แต่อาจเกิดได้จากอุบัติเหตุ, การผ่าตัดภายในลูกตา (intraocular surgery), หลังทำเลเซอร์บริเวณจุดรับภาพชัด (post-macular lasers), ผลแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานขึ้นจอตา, โรคเส้นเลือดดำอุดตัน (retinal vein occlusion), จอตาอักเสบเรื้อรัง (chronic macular edema), มีการอักเสบภายในลูกตาเรื้อรัง (chronic intraocular inflammation), จอตาหลุดลอก และเนื้องอกภายในลูกตา (intraocular tumors)

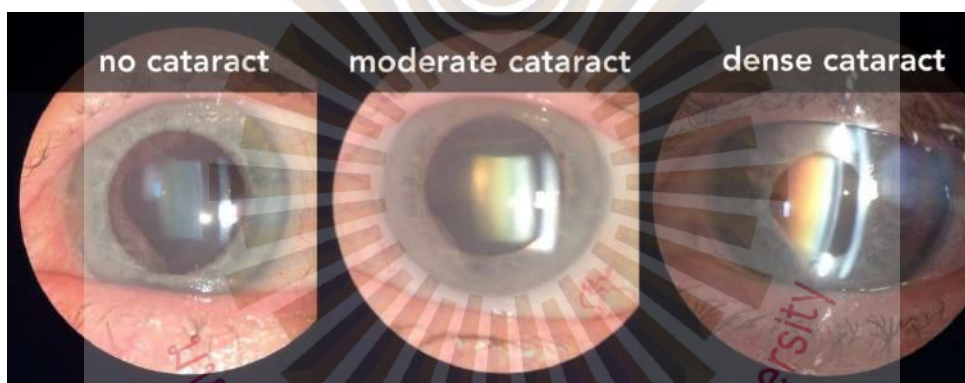
เนื้อเยื่อพังผืดสร้างขึ้นที่พื้นผิวชั้น internal limiting membrane ของจอตา ระยะเริ่มต้นจะเกิดวุ้นตาเสื่อม (posterior vitreous detachment) เนื่องจากเมื่ออายุมากขึ้น วุ้นตาจะมีลักษณะเหลวมากขึ้น ทำให้เกิดการหลุดลอกของเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มวุ้นตา นำไปสู่เนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มวุ้นตาหลุดจากชั้นด้านในของจอตา เกิดการแตกของชั้น internal limiting membrane ทำให้ microglial cells ออกมาอยู่ที่ผิวหน้าของจอตา (preretinal surface) ไปจับกับ hyalocytes และ laminocytes ของเนื้อเยื่อห่อหุ้มวุ้นตา (vitreous cellular membrane) ซึ่งเซลล์ต่างๆนี้กลายเป็นลักษณะคล้ายเส้นใยที่มีลักษณะบาง กลายเป็น epiretinal membrane (Kanukollu & Agarwal, 2020)

2.8 โรควุ้นตาเสื่อม (Posterior vitreous detachment)

มักเกิดในผู้สูงอายุ ซึ่งเยื่อหุ้มวุ้นตามีการแยกจากชั้นจอตา มักทำให้ผู้ป่วยเห็นจุดดำลอยไปมา (floaters) เกิดจากการจับตัวของคอลลาเจนที่วุ้นตา โดยปกติวุ้นตาซึ่งมีลักษณะคล้ายเจลจะติดกับชั้น internal limiting membrane ของจอตา บริเวณที่ติดแน่นได้แก่ ขอบขั้วประสาทตา (optic disc margins), บริเวณจุดรับภาพชัด (macular) และแขนงเส้นเลือดที่จอตา (peripheral blood vessels) เมื่อวุ้นตาที่เสื่อมลงมีลักษณะเหลวมากขึ้น มีการจับตัวของคอลลาเจน เกิดการยุบตัวของวุ้นตา ส่วนที่ติดแน่นกับจอตาลดลง จึงทำให้เกิดการหลุดลอกออกจากชั้นจอตา ซึ่งการเสื่อมของวุ้นตาเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สามารถถูกทำให้เกิดขึ้นได้จากการผ่าตัดต้อกระจก (cataract surgery), อุบัติเหตุ, ยูเวียอักเสบ (uveitis), เลเซอร์ที่จอตา (panretinal photocoagulation) (Ahmed & Tripathy, 2020)

3. โรคต้อกระจก (Cataract)

เป็นโรคที่เลนส์ตา (crystalline lens) มีลักษณะขุ่น โดยอาจขุ่นเป็นจุดเล็กหรือมีการขุ่นรอบๆเลนส์ ทำให้สูญเสียความใส ส่งผลให้ระดับการมองเห็นและคุณภาพการมองเห็นลดลง โดยโรคต้อกระจกอาจเกิดได้จากการเสื่อมตามอายุ, อุบัติเหตุ, การอักเสบ, ยารักษาโรคบางชนิด หรือการได้รับรังสี ซึ่งโรคต้อกระจกที่เกิดจากการเสื่อมตามวัยจะพบมากที่สุด และชนิดที่พบบ่อยที่สุดได้แก่ nuclear cataract, cortical cataract และ posterior subcapsular cataract โดยอาการที่พบบ่อยมักจะมีปัญหาการมองเห็นที่ลดลงรวมทั้งมีปัญหาการมองเห็นแสงสะท้อนมากขึ้น (glare) อาจทำให้เปลี่ยนค่าสายตาของผู้ป่วยได้ (refractive error) หากเป็นในระยะเริ่มต้นมักจะยังไม่มีผลต่อการมองเห็น ในผู้ป่วยบางรายที่มีความขุ่นของเลนส์มากขึ้น จะพบว่าระดับการมองเห็น (visual acuity) ลดลง ความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่าง (contrast sensitivity) ลดลง หรือมองเห็นภาพซ้อน



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของต้อกระจก

จาก <https://www.eyesurgeonssa.com.au/eye-conditions/ataract>

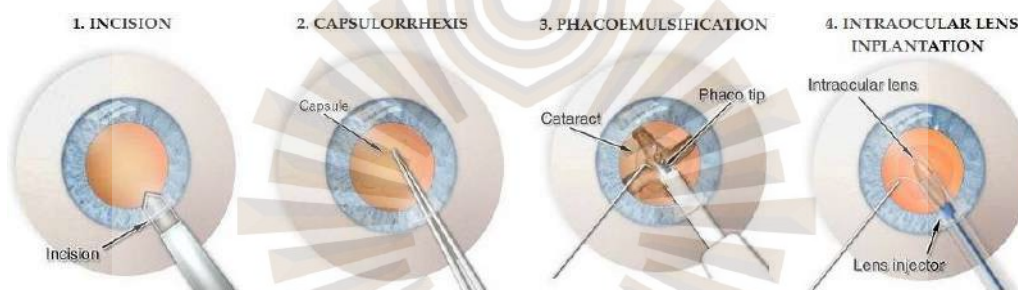
3.1 ข้อบ่งชี้ในการรักษาโดยการผ่าตัด

เมื่อโรคต้อกระจกทำให้ระดับการมองเห็นลดลง รบกวนการดำรงชีวิตประจำวัน และการแก้ไขค่าสายตาด้วยแว่นหรือคอนแทกเลนส์ ไม่ช่วยให้ดีขึ้น หรือกรณีที่ผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้การมองเห็นที่ดีเนื่องจากความจำเป็นด้านอาชีพ หรืองานอดิเรก เช่น ผู้ป่วยที่ระดับการมองเห็นที่ 20/40 หรือดีกว่า แต่จำเป็นต้องใช้การมองเห็นในการมองรายละเอียดต่างๆ หรือผู้ป่วยเห็นภาพซ้อน หรือมีค่าสายตาทั้งสองข้างต่างกันมาก ปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นข้อบ่งชี้ที่จำเป็นต้องผ่าตัด ดังนั้นจึงควรทำการตรวจ contrast sensitivity เพิ่มเติมเพื่อใช้ใน

การพิจารณาด้วย นอกจากนี้ข้อบ่งชี้ที่สำคัญ คือ การที่โรคต่อกระจกอาจทำให้เกิดโรคทางตาอื่นๆร่วมด้วย เช่น โรคยูเวียอักเสบ (uveitis) โรคต้อหิน (phacomorphic / phacolytic glaucoma)

3.2 การรักษาโดยการผ่าตัด

ในปัจจุบันนิยมใช้วิธี phacoemulsification โดยเปิดกระจกตาเล็กน้อยด้วยวิธี corneal incisions จากนั้นทำการผ่าตัดเปิด anterior capsule lens ด้วยวิธี anterior capsulotomy ใช้คลื่นความถี่เสียง (ultrasonic probe) สลายนิวเคลียสของเลนส์ นำชิ้นส่วนที่สลายออกเหลือเพียงเยื่อหุ้มเลนส์ (capsule lens) จากนั้นใส่เลนส์ตาเทียม (intraocular lens) ลงในเยื่อหุ้มเลนส์ ซึ่งเลนส์ตาเทียมจะมีความยืดหยุ่น พับได้ ทำให้ผ่านแผลเปิดขนาดเล็กที่กระจกตาได้ นอกจากนี้ยังช่วยแก้ไขค่าสายตา ทำให้การมองเห็นดีขึ้น (Cynthia et al., 1995)



รูปที่ 2.10 แสดงขั้นตอนการผ่าตัดต้อกระจก ด้วยวิธี Phacoemulsification

จาก <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aos.13055>

4. ความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่าง (contrast sensitivity)

Contrast sensitivity เป็นความสามารถที่แสดงถึงคุณภาพการมองเห็น ในการแยกแยะความสว่างที่ต่างกันของวัตถุ โดย contrast เป็นระดับของความสว่างที่ต่างกัน หากวัตถุมีความสว่างที่ต่างจากพื้นหลังเล็กน้อย จะทำให้ตามองเห็นวัตถุแยกจากพื้นหลังได้ยากขึ้น ซึ่งระดับความสว่างที่ต่างกันน้อยที่สุดที่ตาสามารถมองเห็น สามารถแยกวัตถุจากพื้นหลังได้ (Barten, 1999)

การตรวจการมองเห็นมักตรวจวัดระดับสายตา (visual acuity) ซึ่งแผ่นทดสอบออกแบบให้มี contrast ต่างกันมาก โดยตัวอักษรมีสีดำตัดกับพื้นหลังสีขาว และลดขนาดของตัวอักษรแต่ละแถว ซึ่งผู้ป่วยสามารถ

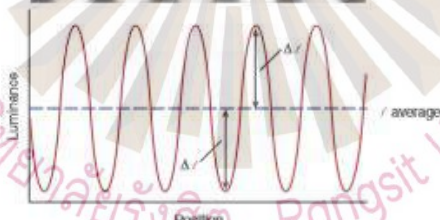
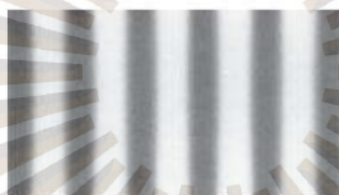
มองเห็นตัวอักษรแยกจากพื้นหลังได้ง่าย แต่การมองสิ่งต่างๆในชีวิตประจำวันไม่จำเป็นต้องใช้รายละเอียดเล็กๆ หรือมองแค่วัตถุที่ contrast ที่ต่างกันมาก ส่วนใหญ่มักจะมองวัตถุที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงวัตถุที่มี contrast ต่างกัน น้อย (Grosvenor, 2007) หากมี contrast sensitivity ลดลง ผู้ป่วยอาจมีระดับการมองเห็นที่ปกติได้ เช่น หลังผ่าตัด แก้วตา, การมีเลนส์ตาขุ่นเล็กน้อย, ผู้ป่วยที่มีเส้นประสาทตาอักเสบ (optic neuritis), ผู้ป่วยกลุ่ม multiple sclerosis ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่ขั้วประสาทตา และกลุ่มเบาหวาน (diabetics) (David, 2014)

contrast เป็นสัดส่วนความต่างระหว่างค่าความสว่างมากที่สุดกับค่าความสว่างน้อยที่สุด (L) ส่วนด้วย ผลรวมของค่าความสว่างมากที่สุดกับค่าความสว่างน้อยที่สุด หรือ แสดงโดยสูตรของ Michelson

$$Contrast = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}$$

โดย L_{max} คือ ค่าความสว่างมากที่สุด ดังรูปที่ 2.11

L_{min} คือ ค่าความสว่างน้อยที่สุด ดังรูปที่ 2.11



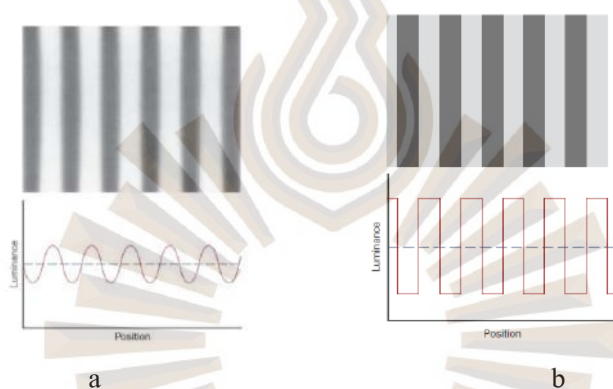
รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะคลื่น Sine wave

จาก Visual Perception 4th edition page 172

แสดงค่า contrast เป็นร้อยละ โดยวัตถุสีดำตัดกับพื้นหลังสีขาว แสดงถึง contrast ที่ใกล้เคียง 100% (Grosvenor, 2007)

4.1 การตรวจความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่าง (Contrast sensitivity test)

เป็นการทดสอบโดยกระตุ้นด้วยแถบแนวตั้งที่มีความสว่างต่างกันเรียงสลับกัน เรียกว่า gratings ซึ่งในระดับที่ยากขึ้นจะมี contrast ที่ลดลง โดย grating มีลักษณะเป็น square-wave gratings หรือ sine wave gratings และค่าเฉลี่ยของความสว่าง (the average luminance) ซึ่งเป็นค่ากลางของผลรวมระหว่างแถบที่สว่างกับแถบมืด ใน grating ทั้งหมดจะมีค่าคงที่ โดยพื้นที่ของแถบมืด 2 แถบใน grating มีชื่อเรียกเฉพาะว่าความถี่เชิงพื้นที่ (spatial frequency)



รูปที่ 2.12 แสดง Sine wave grating (a) และ Square wave grating (b)

จาก Visual Perception 4th edition page 172-174

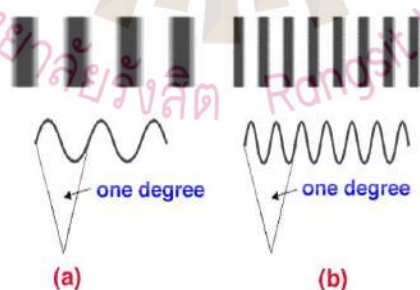


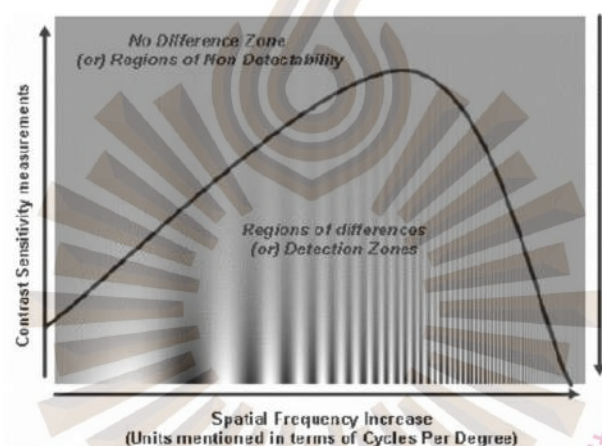
Figure 2.2: Spatial frequency is a measure of the number of cycles subtended at the eye per degree. (a) One cycle per degree. (b) Two cycles per degree.

รูปที่ 2.13 แสดงความถี่เชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน ต่อองศา โดย (a) แสดงความถี่น้อยกว่า (b)

จาก <http://webvision.org/es/part-ix-psychophysics-of-vision-by-michael-kalloniatis-and-charles-luu/8-2-visual-acuity/>

การตรวจ contrast sensitivity มีหลายรูปแบบ เช่น แสดงแผ่นทดสอบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ แผ่นกระดาษ หรือการ์ด ซึ่งความถี่เชิงพื้นที่ที่สามารถใช้ทดสอบจะอยู่ในช่วง 0.5 cycle/degree ถึง 30 cycle/degree โดยมุมกว้างของ grating ที่ใช้ประมาณ 3-5 องศา ดังนั้นความถี่เชิงพื้นที่ 0.5 cycle/degree จะมี grating 2-3 แถบ และความถี่เชิงพื้นที่ 30 cycle/degree จะแสดง grating 90-150 แถบ

การแสดงผล contrast sensitivity ในรูปแบบกราฟ แกน x จะแสดงค่าของความถี่เชิงพื้นที่ (spatial frequency) และแกน y แสดงค่า contrast sensitivity ซึ่งมักจะมีค่าสูงที่ความถี่เชิงพื้นที่ 3 ถึง 6 cycle/degree และค่าจะลดลง เมื่อค่าความถี่เชิงพื้นที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่า (Grosvenor, 2007) ดังรูป 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของกราฟ Contrast sensitivity

จาก Sukumar et al. (2010). Study on Threshold Patterns with Varying Illumination Using 1.3m Imaging System. Intell. Inf. Manag.

4.2 ผลกระทบจากความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่างลดลง

หากมี contrast sensitivity ลดลง สามารถส่งผลให้คุณภาพชีวิตลดลงได้ เช่น การอ่านหนังสือที่ตัวอักษรสีจาง, การมองใบหน้าคน, การเดิน, การขึ้น-ลงบันได, การมองทางขณะขับรถ และการมองสัญลักษณ์ทางจราจร (Gupta et al., 2017) ซึ่ง contrast sensitivity และ visual acuity มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก เช่น การมีระดับการมองเห็นลดลงจากการมีค่าสายตาผิดปกติ (refractive error) ทำให้คาดเดาได้ว่า contrast sensitivity จะลดลงเช่นกัน ในผู้สูงอายุต้องการความแตกต่างของความสว่างระหว่างวัตถุกับพื้นหลังมากขึ้น (high contrast) เพื่อช่วยในการมองภาพ

นอกจากนี้ในผู้ป่วยบางรายที่มี visual acuity อยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่มีปัญหาในการมองวัตถุขณะที่มีแสงสว่างมากๆ เรียกว่า disability glare หมายถึงการมีความสามารถในการมองวัตถุลดลงเนื่องจากมีแสงสะท้อน (glare) ในลานสายตา (visual field) ซึ่งเกิดได้จากโรคบางชนิดที่สามารถทำให้การหักเหแสงภายในดวงตาเกิดการกระเจิงได้ เช่น โรคต้อกระจก (cataract) โดยการมีปัญหา disability glare มักมีผลต่อการขับรถในเวลากลางคืนอย่างมาก (Rubin et al., 2001) ซึ่งมีการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ทำการศึกษาในผู้ขับรถยนต์ในเวลากลางคืน พบว่าผู้ขับขี่ที่มีอายุมากจะต้องจอร์คใกล้สัญญาณไฟจราจรมากกว่า 30% ถึง 50% เมื่อเทียบกับผู้ที่มีอายุน้อยกว่าเพื่อให้มองเห็นชัดเจน (Sivak et al., 1981; Sivak & Olson, 1982)

4.3 ปัจจัยที่ทำให้ความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่างลดลง

4.3.1 โรคจุดภาพชัดเสื่อม (Age-related macular degeneration : AMD)

เป็นความเสื่อมที่บริเวณจุดภาพชัดจอตาที่นำไปสู่การบกพร่องทางการมองเห็นในกลุ่มผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่อายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป (Arunkumar et al., 2018) ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญทางด้านสาธารณสุขในประเทศที่พัฒนาแล้ว พบว่าในปี 2019 มีผู้ป่วยโรคจุดภาพชัดเสื่อม ประมาณ 30-50 ล้านคนทั่วโลก (Pondorfer et al., 2019) โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ non-exudative (dry AMD) และ Exudative (wet AMD) ในประเภท dry AMD เป็นลักษณะของการสะสมของ drusen ได้ชั้น macular retina ทำให้เกิด photo-oxidative damage ของไขมันและโปรตีนทำให้ pigment ในชั้น retinal pigment epithelium ลดลง ส่วนในประเภท wet AMD จะเกิดในชั้นใต้จอตา หรือมีการสร้างเส้นเลือดใหม่ (neovascularization) ที่เกิดจาก choriocapillaris ในชั้นคอโรยด์ (choroid) เข้าสู่ชั้นจอตา เกิดความเสียหายในชั้น Bruch's membrane ซึ่งเส้นเลือดที่ผิดปกติจะทำให้เกิดการบวมที่บริเวณจุดรับภาพ (macular edema), มีของเหลวใต้ชั้นจอตา, มีเลือดออก (hemorrhage) และเกิดพังผืด เป็นผลให้สูญเสียการมองเห็นถาวร (Arunkumar et al., 2018)

ผู้ป่วยโรคจุดภาพชัดเสื่อม ในระยะรุนแรงจะมี visual acuity ลดลงอย่างมาก ในขณะที่ระยะเริ่มต้นมักจะมีกรมองเห็นดีขึ้นเมื่อมีแสงสว่างมาก และ contrast มาก ดังนั้นเมื่ออยู่ในที่แสงน้อย มี contrast น้อย และขณะปรับตัวเข้ากับแสงที่เปลี่ยนไป ผู้ป่วยจึงมีปัญหาการมองเห็นลดลง จากการศึกษาก่อนของ Susanne และคณะ (2019) พบว่า contrast sensitivity ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผู้ป่วยที่เป็นระยะรุนแรงเมื่อเทียบกับผู้ป่วยระยะเริ่มต้น (Pondorfer et al., 2019) และการศึกษาของ Feigl และคณะ (2019) พบว่า contrast

sensitivity ลดลงในผู้ป่วยโรคจอภาพชัดเสื่อมระยะเริ่มต้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยสุขภาพดี ซึ่งระดับ contrast sensitivity ที่ลดลงมีความสัมพันธ์อย่างมากกับโรคจอภาพชัดเสื่อมในระยะเริ่มต้น (Feigl et al., 2005; Tran et al., 2015)

4.3.2 โรคต้อหิน (glaucoma)

เป็นโรคที่มีความเสียหายของเส้นประสาทตา (optic nerve) ซึ่งนำไปสู่การสูญเสียการมองเห็นอย่างถาวร โดยชนิดที่พบบ่อย คือ ต้อหินมุมเปิด (open angle glaucoma) มักพบแถบตะวันตก และต้อหินมุมปิด (close angle glaucoma) มักพบในเอเชียตะวันออก ซึ่งการมีความดันตาสูง (intraocular pressure : IOP) เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญทั้งในต้อหินมุมเปิดและต้อหินมุมปิด โดยความเสี่ยงในการสูญเสียการมองเห็นขึ้นกับความดันตา, ความรุนแรงของโรค, ระยะเวลาการเป็นโรค และปัจจัยอื่นๆ เช่น ครอบครัวมีประวัติเป็นต้อหิน ดังนั้นการควบคุมความดันตาจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการลดความเสี่ยงของความเสียหายของเส้นประสาทตา และช่วยให้การดำเนินโรคช้าลง (Neeru et al., 2016)

โดยลักษณะของ optic disc อาจเป็นวงรีในแนวตั้ง (vertical) ขนาด cup/disc ratio มากกว่า 0.6 หรือมีขนาด cup/disc ratio ไม่สมมาตรกันของตาทั้งสองข้างมากกว่า 0.2 หรือ optic disc มีลักษณะบาง ซึ่งสัมพันธ์กับการสูญเสียลานสายตา (visual field defect) (Fatehi et al., 2017) และมีผลกระทบต่อ retinal ganglion cells (RGC) โดยทำให้สัดส่วนของเซลล์ลดลง ซึ่งเซลล์ ganglion ประกอบด้วยเซลล์หลักตามหน้าที่และโครงสร้าง ได้แก่ midget ganglion cell และ parasol ganglion cell โดย midget ganglion cell เป็นเซลล์จะทำหน้าที่เกี่ยวกับ receptive field ขนาดเล็ก เกี่ยวกับรายละเอียดของภาพ ลักษณะของความถี่เชิงพื้นที่สูง และเป็นจุดเริ่มต้นของ parvocellular pathway เพื่อส่งไปยัง lateral geniculate nucleus (LGN) ส่วน parasol ganglion cell จะทำหน้าที่เกี่ยวกับ receptive field ขนาดใหญ่ การเคลื่อนไหวของภาพ ลักษณะของความถี่เชิงพื้นที่ต่ำ และเป็นจุดเริ่มต้นของ magnocellular pathway ที่ส่งไป LGN (Benedek et al., 2016) พบว่าเซลล์ ganglion ของผู้ที่เป็นโรคต้อหินมีการทำงานของ parasol ganglion cell ที่ผิดปกติ (Sun et al., 2008) นอกจากนี้ Allison และคณะ (2007) ได้เปรียบเทียบ contrast sensitivity ระหว่างผู้สูงอายุกับผู้ป่วยโรคต้อหิน ด้วยวิธี steady and pulsed pedestal conditions ซึ่งสามารถทดสอบการทำงานของ midget ganglion cell และ parasol ganglion cell ได้ พบว่าผู้ที่เป็นโรคต้อหิน มี contrast sensitivity ต่ำกว่า ที่ความถี่เชิงพื้นที่ 0.25, 0.5, 1 และ 2 cycle/degree แสดงให้เห็นถึงการทำงานของ midget ganglion cell และ parasol ganglion cell ที่ลดลง (McKendrick et al., 2007) สอดคล้อง

กับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าเซลล์ ganglion ในผู้ป่วยโรคต้อหิน midget ganglion cell และ parasol ganglion cell จะมีขนาดเล็กลงก่อนที่จะเซลล์จะตาย (Morgan et al., 2000)

4.3.3 โรคต้อกระจก (cataract)

เป็นโรคที่เลนส์ตาเกิดการขุ่น ทำให้ลดระดับการมองเห็น และคุณภาพการมองเห็นลดลง มีการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่างในกลุ่มผู้ที่เป็นโรคต้อกระจกชนิด nuclear sclerosis และกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้ที่ไม่มีโรคทางตา พบว่ากลุ่มที่เป็นโรคต้อกระจก มีความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่างต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gupta et al., 2017) เนื่องจากแสงที่ผ่านเลนส์ตาซึ่งมีลักษณะขุ่น ทำให้เกิดการกระเจิงแสง (light scatter) เข้าสู่จอตา คุณภาพการมองเห็นจึงลดลง (Klein et al., 2015)

4.4.4 อายุ (Aging)

เนื่องจากอายุมากขึ้น คุณภาพการมองเห็นจะลดลงตามอายุ เป็นผลจากระบบประสาทเสื่อมลง มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ cone ความหนาแน่นของเส้นประสาทที่ส่งสัญญาณภาพจาก macular ไปยังสมอง (visual cortex) ลดลง ประสิทธิภาพการมองเห็นจึงลดลงตามอายุ โดยจากการศึกษาของ Ross และคณะ ได้ทำการศึกษายเปรียบเทียบความสามารถในการแยกความแตกต่างของความสว่างในผู้ที่มีอายุ 20-30 ปี และผู้สูงอายุ โดยมีอายุระหว่าง 50-87 ปี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ross et al., 1985)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาย้อนหลังเชิงพรรณนา (Retrospective descriptive study) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนในคลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต ระหว่างปี พ.ศ. 2558-2562 ซึ่งมีข้อมูล ได้แก่ อายุ โรคทางตา ประวัติการรักษาทางตา และค่า contrast sensitivity หลังผ่าตัดต้อกระจก

เมื่อได้ข้อมูลจากเวชระเบียน นำมาคัดแยกข้อมูลโดยเลือกเฉพาะกลุ่มที่ผ่านการผ่าตัดต้อกระจกด้วยวิธี Phacoemulsification และใส่เลนส์ตาเทียมชนิด Aspherical IOL (Tecnis Z9003, AMO) โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไม่มีโรคทางตา และกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลัง ซึ่งขณะตรวจ contrast sensitivity ผู้ป่วยจะต้องได้รับการแก้ไขค่าสายตาเพื่อให้มองเห็นดีที่สุด และตรวจหลังจากผ่าตัดอย่างน้อย 1 เดือน

3.1 เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

- 1) อายุตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป
- 2) ผู้ที่มีข้อมูลการตรวจ contrast sensitivity และต้องมีการแก้ไขค่าสายตาขณะตรวจ
- 3) ผู้ที่ได้รับการผ่าตัดต้อกระจก และใส่เลนส์เทียม (intraocular lens)

3.1.2 เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

- 1) ผู้ที่มีประวัติเป็นโรคตาส่วนหน้า (anterior segment ocular disease) และการอักเสบติดเชื้อ
- 2) ผู้ที่มีประวัติผ่าตัดเพื่อแก้ไขค่าสายตาที่ผิดปกติหรือผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา

- 3) ผู้ที่มีโรคตาส่วนหลังมากกว่า 1 โรค
- 4) ผู้ที่ไม่ได้แก้ไขสายตา ขณะตรวจ contrast sensitivity
- 5) ข้อมูลไม่ครบถ้วน

3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล



3.2.1 ข้อมูลโรคทางตา

เลือกข้อมูลที่มีประวัติการตรวจ contrast sensitivity หลังการผ่าตัดต้อกระจก ด้วยวิธี Phacoemulsification และเปลี่ยนใส่เลนส์ตาเทียมชนิด Aspherical IOL จากนั้นคัดเลือกโรคทางตา หากเป็นโรคตาส่วนหน้า เช่น โรคทางกระจกตา โรคตาแห้ง ผ่าตัดแก้ไขค่าสายตา หรือผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา จะคัดออก

3.2.2 ข้อมูล contrast sensitivity

ข้อมูลที่ได้รับจากคลินิก จะเป็นค่า contrast sensitivity ในทุกสภาวะ (สภาวะแสงสว่าง สภาวะแสงสว่างร่วมกับแสงสะท้อน สภาวะแสงสลัว สภาวะแสงสลัวร่วมกับแสงสะท้อน) และทุกความถี่เชิงพื้นที่ (1.5, 3, 6, 12, 18) ด้วยเครื่อง OPTEC functional visual analyzer ตรวจวัดในรูปแบบของ sine wave grating โดยใบแสดงผลการตรวจจะมีค่า contrast sensitivity ทั้งตาขวาและตาซ้าย ผู้วิจัยจะคัดเฉพาะข้อมูลที่ใส่แว่นแก้ไขค่าสายตาทันที และไม่มีข้อมูลครบทุกสภาวะแสง จากนั้นนำค่า contrast sensitivity มาแปลงค่าเป็น log เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 21 ทดสอบการแจกแจงข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มไม่มีโรคตากับกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลัง จะใช้ Independent t test กรณีการแจกแจงข้อมูลปกติ และ Man-Whitney U test และเปรียบเทียบข้อมูลมากกว่า 2 กลุ่ม ด้วย One-way ANOVA ในกรณีการแจกแจงข้อมูลปกติ และ Kruskal Wallis test กรณีการแจกแจงข้อมูลไม่ปกติ กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.05$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลทั่วไป

ในการศึกษานี้มีข้อมูลผู้ป่วยที่ตรวจ contrast sensitivity หลังใส่เลนส์ตาเทียม ทั้งหมด 86 คน คัดออกจำนวน 7 คน เนื่องจากมีโรคตาสั้นและข้อมูลไม่ครบ และอีก 17 คน มีโรคตาสั้นหลังมากกว่าหนึ่งโรค จึงเหลือข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ทั้งหมด 62 คน (62 ตา) โดยเลือกตาข้างที่มี contrast sensitivity มากกว่า แบ่งเป็นผู้ป่วยที่ไม่มีโรคตา จำนวน 36 ตา (อายุ 69 ± 8.76 ปี) และผู้ป่วยที่มีโรคตาสั้นหลัง จำนวน 26 ตา (อายุ 72 ± 6.93 ปี) เมื่อเปรียบเทียบอายุระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.277$) โดยในกลุ่มโรคตาสั้นหลังจำแนกข้อมูลตามชนิดโรคตาสั้นหลัง ดังตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 แสดงชนิดโรคตาสั้นหลังจากข้อมูลผู้ป่วย

โรคตาสั้นหลัง	จำนวน (ตา)	อายุ (ปี)
		(ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
โรคต้อหิน	8	73 ± 7.98
โรคจุดภาพชัดเสื่อม ชนิด dry AMD	4	76 ± 8.30
โรค epiretinal membrane	8	68 ± 4.24
โรคเบาหวานขึ้นจอตา ชนิด non-proliferative diabetic retinopathy	6	73 ± 6.49
รวม	26	72 ± 6.93

4.2 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มไม่เป็นโรคกับกลุ่มที่เป็นโรคตาส่วนหลัง

จากข้อมูลทั้งหมด ได้แบ่งเป็นกลุ่มผู้ไม่เป็นโรคตา และกลุ่มที่เป็นโรคตาส่วนหลัง นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่า contrast sensitivity ในแต่ละความถี่เชิงพื้นที่ ในสภาวะแสงที่ต่างกัน พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า contrast sensitivity ระหว่างกลุ่มไม่เป็นโรคตา และกลุ่มที่เป็นโรคตาส่วนหลัง ด้วยสถิติ Mann-Whitney U test โดยแสดงในแต่ละความถี่เชิงพื้นที่ (1.5, 3, 6, 12 และ 18) และสภาวะแสงที่ต่างกัน ได้แก่ สภาวะแสงสว่าง สภาวะแสงสว่างร่วมกับแสงสะท้อน สภาวะแสงสลัว และสภาวะแสงสลัวร่วมกับแสงสะท้อน

ความถี่เชิงพื้นที่	Contrast sensitivity		p-value
	ไม่มีโรคตา (n=36)	มีโรคตาส่วนหลัง (n=26)	
สภาวะแสงสว่าง			
1.5	1.40 (0.27)	1.40 (0.16)	0.641
3	1.60 (0.30)	1.53 (0.30)	0.319
6	1.53 (0.32)	1.50 (0.30)	0.760
12	1.18 (0.77)	1.18 (0.88)	0.965
18	0.45 (0.78)	0.69 (0.78)	0.658
สภาวะแสงสว่างร่วมกับ แสงสะท้อน			
1.5	1.40 (0.44)	1.40 (0.34)	0.988
3	1.60 (0.30)	1.60 (0.30)	0.832
6	1.52 (0.29)	1.52 (0.45)	0.524
12	1.18 (0.55)	1.18 (0.88)	0.767
18	0.45 (0.60)	0.60 (0.65)	0.750
สภาวะแสงสลัว			

1.5	1.40 (0.32)	1.40 (0.16)	0.701
3	1.46 (0.30)	1.46 (0.34)	0.657
6	1.20 (0.44)	1.20 (0.44)	0.740
12	0.60 (0.58)	0.60 (0.48)	0.893
18	0.30 (0.23)	0.30 (0.00)	0.427
สภาวะแสงสลัวร่วมกับแสงสะท้อน			
1.5	1.26 (0.25)	1.26 (0.29)	0.826
3	1.46 (0.25)	1.46 (0.16)	0.589
6	1.08 (0.58)	1.20 (0.58)	0.313
12	0.60 (0.30)	0.60 (0.44)	0.897
18	0.30 (0.00)	0.30 (0.00)	0.235

ข้อมูลแจกแจงปกติ แสดงในรูป Mean (Std. Deviation)

ข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ แสดงในรูป Median (Interquartile range)

4.3 การเปรียบเทียบแยกโรค

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า contrast sensitivity แยกโรคตามส่วนหลังกับกลุ่มไม่มีโรคตา ได้แก่ โรคต้อหิน โรคจุดภาพชัดเสื่อมชนิด dry AMD โรค epiretinal membrane และโรคเบาหวานขึ้นจอตาชนิด non-proliferative diabetic retinopathy ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า contrast sensitivity ระหว่างโรคต้อหิน (glaucoma) โรคจุดภาพชัดเสื่อมชนิด dry AMD โรค epiretinal membrane (ERM) โรคเบาหวานขึ้นจอตาชนิด non-proliferative diabetic retinopathy (NPDR) และกลุ่มไม่เป็นโรค ในแต่ละความถี่เชิงพื้นที่ และสภาวะแสง

ความถี่เชิงพื้นที่	Contrast sensitivity					p-value
	ไม่เป็นโรค	Glaucoma	Dry AMD	ERM	NPDR	
	(36 ตา)	(8 คน)	(4 ตา)	(8 ตา)	(6 ตา)	
สภาวะแสงสว่าง						
1.5	1.40 (0.27)	1.40 (0.16)	1.56 (0.34)	1.40 (0.63)	1.40 (0.33)	0.549
3	1.60 (0.30)	1.53 (0.26)	1.60 (0.45)	1.46 (0.30)	1.53 (0.49)	0.843

6	1.53 (0.32)	1.51 (0.27)	1.51 (0.11)	1.49 (0.44)	1.49 (0.25)	0.997
12	1.18 (0.77)	1.11 (0.73)	1.34 (0.66)	1.33 (1.05)	1.18 (0.69)	0.971
18	0.45 (0.78)	0.54 (0.71)	0.75 (0.53)	0.54 (0.89)	0.54 (0.78)	0.987

สภาวะแสงสว่าง

ร่วมกับแสงสะท้อน

1.5	1.40 (0.44)	1.48 (0.30)	1.63 (0.48)	1.40 (0.23)	1.33 (0.38)	0.562
3	1.60 (0.30)	1.46 (0.41)	1.83 (0.59)	1.60 (0.30)	1.53 (0.46)	0.541
6	1.52 (0.29)	1.59 (0.57)	1.65 (0.34)	1.52 (0.25)	1.52 (0.64)	0.913
12	1.18 (0.55)	1.04 (0.96)	1.41 (0.26)	1.34 (0.77)	0.89 (0.66)	0.504
18	0.45 (0.60)	0.45 (0.89)	0.75 (0.44)	0.45 (0.74)	0.30 (0.35)	0.489

สภาวะแสงสลัว

1.5	1.40 (0.32)	1.40 (0.27)	1.48 (0.48)	1.48 (0.27)	1.33 (0.48)	0.484
3	1.46 (0.30)	1.46 (0.42)	1.60 (0.57)	1.46 (0.42)	1.53 (0.49)	0.891
6	1.20 (0.44)	1.28 (0.67)	1.28 (0.69)	1.28 (0.54)	1.14 (0.40)	0.753
12	0.60 (0.58)	0.75 (0.55)	0.89 (1.26)	0.60 (0.66)	0.75 (0.41)	0.941
18	0.30 (0.23)	0.30 (0.23)	0.30 (0.23)	0.30 (0.00)	0.30 (0.00)	0.718

สภาวะแสงสลัว

ร่วมกับแสงสะท้อน

1.5	1.26 (0.25)	1.26 (0.22)	1.48 (0.60)	1.33 (0.37)	1.26 (0.32)	0.502
3	1.46 (0.25)	1.38 (0.16)	1.76 (0.83)	1.46 (0.35)	1.30 (0.40)	0.330
6	1.08 (0.58)	1.36 (0.58)	1.51 (0.64)	0.99 (0.66)	0.99 (0.54)	0.146
12	0.60 (0.30)	0.75 (0.55)	0.97 (0.98)	0.60 (0.56)	0.45 (0.30)	0.113
18	0.30 (0.00)	0.30 (0.23)	0.45 (0.30)	0.30 (0.00)	0.30 (0.00)	0.172

ข้อมูลแจกแจงปกติ แสดงในรูป Mean (Std. Deviation)

ข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ แสดงในรูป Median (Interquartile range)

บทที่ 5

การอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

5.1 การอภิปรายผล

การตรวจ contrast sensitivity มักใช้ในการทดสอบคุณภาพการมองเห็น เนื่องจากสามารถใช้ในการตรวจความสามารถในการแยกวัตถุจากพื้นหลัง ตรวจวัดได้ในสภาวะแสงและความถี่เชิงพื้นที่ต่างๆ ได้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการมองเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น การลงบันได การขับรถ การอ่านหนังสือ (Sun et al., 2016) และในการประเมินผลการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคต้อกระจก โดยการผ่าตัดเปลี่ยนใส่เลนส์ตาเทียม มักจะตรวจ contrast sensitivity (Li et al., 2021; Sun et al., 2016) เนื่องจากการตรวจ contrast sensitivity มีแนวโน้มที่จะละเอียดกว่าการตรวจ visual acuity เพียงอย่างเดียว (Li et al., 2021)

ข้อมูล contrast sensitivity ที่ใช้ในการศึกษานี้ จะคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็นผลการตรวจที่ได้รับการแก้ไขค่าสายตา ซึ่งจากการศึกษาของ Sun และคณะ (2016) พบว่า ความผิดปกติของสายตา ได้แก่ สายตาสั้น สายตายาว และสายตาเอียง เมื่อแก้ไขค่าสายตาแล้ว มีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างกัน และการศึกษาของ Li และคณะ (2021) พบว่า การมีค่าสายตาผิดปกติ หากแก้ไขค่าสายตาที่ดีที่สุดอยู่ในระดับปกติ (best corrected distance visual acuity) จะไม่มีผลต่อค่า contrast sensitivity แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Hashemi และคณะ (2012) พบว่า กลุ่มที่มีสายตาสั้นมาก (high myopia) เมื่อใส่แว่น จะเกิด minification effect ทำให้ภาพบนจอตาเล็กลง (retinal image) และแยกรายละเอียดได้ลดลง ทำให้ contrast sensitivity ลดลง นอกจากนี้กลุ่มสายตาสั้นมากร่วมกับอายุมาก มักจะไม่สามารถแก้ไขให้ระดับ visual acuity อยู่ในเกณฑ์ปกติได้ เนื่องจากการมีความเสื่อมมากขึ้น และในสายตาเอียงที่แก้ไขด้วยแว่น มักจะไม่โฟกัสภาพบนจอตา อีกทั้งเลนส์สายตาเอียง (cylinder lenses) อาจทำให้เกิดภาพเล็กลงในบางแนว meridian ทำให้ภาพที่ตกที่จอตามีความชัดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ contrast sensitivity ลดลงได้

จากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ จะใช้เลนส์ตาเทียมชนิด aspherical IOL (Z9003, AMO) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นพื้นผิวโค้งตรงกลางและลดความโค้งตรงขอบ (prolate anterior surface) ทำให้ contrast sensitivity มากกว่าเลนส์ตาเทียมชนิด spherical IOL (Munoz et al., 2006; Montard et al., 2008) โดยการศึกษาของ Zeng และคณะ (2007) ได้อธิบายว่า aspherical IOL จะลด spherical aberration ทำให้ contrast sensitivity ดีขึ้นเมื่อเทียบกับ

spherical IOL ซึ่ง spherical aberration มีผลอย่างมากในการลดคุณภาพของภาพบนจอตา (retinal image) (Munoz et al., 2006) อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Munoz และคณะ (2006) พบว่า aberration ลดลงในกลุ่ม aspherical IOL แต่ค่า contrast sensitivity ไม่ได้มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลนส์ตาปกติ (phakic eye) และไม่มีค่าสายตาผิดปกติ ที่มีอายุ 50-60 ปี พบว่า กลุ่มที่เลนส์ตาปกติมีค่า contrast sensitivity มากกว่ากลุ่มที่ใส่ aspherical IOL อย่างมีนัยสำคัญ อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาดรูม่านตา เลนส์มีการเคลื่อนหรือเอียงไม่พอดี ตรงกลางรูม่านตา การมี high order aberrations หรือมีการเปลี่ยนแปลงของ corneal optical aberration หลังผ่าตัด (Vivekanand & Kamath, 2019)

ในการศึกษานี้ มีอายุเฉลี่ย 69 ± 8.76 ปี ในกลุ่มไม่มีโรคทางตา และ 72 ± 6.93 ปี ในกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลัง โดยทั้งสองกลุ่มมีอายุไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของ Hashemi และคณะ (2012) พบว่า ค่า contrast sensitivity ลดลงตามอายุอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sun และคณะ (2016) เมื่ออายุมากขึ้น มักจะมีขนาดรูม่านตาเล็กลง ซึ่งจะเล็กลงตามอายุ มีการดูดซับแสงของเลนส์ตามากขึ้น ทำให้ความเข้มแสงที่เข้าสู่ตาลดลง ความคมชัดลดลง โดยเฉพาะที่ความถี่เชิงพื้นที่มาก อย่างไรก็ตาม การมีขนาดรูม่านตาเล็กลงยังมีส่วนช่วยลด spherical aberration ได้ นอกจากนี้ เมื่ออายุมากขึ้นอาจมีระบบประสาทจากจอตาสู่สมอง visual cortex มีการเสื่อมลง ส่งผลต่อ contrast sensitivity ได้ (Hashemi et al., 2012; Elliott et al., 1990)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษานี้ พบว่า กลุ่มที่ไม่มีโรคทางตา มีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างจากกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลังอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกสถานะแสง และทุกความถี่เชิงพื้นที่ ซึ่งทั้งสองกลุ่มใส่เลนส์ IOL ชนิด aspherical IOL และทำการวัด contrast sensitivity หลังจากผ่าตัดใส่เลนส์ IOL อย่างน้อยหนึ่งเดือน และมีการแก้ไขค่าสายตาในขณะตรวจ contrast sensitivity ทั้งสองกลุ่มมีค่า contrast sensitivity ใกล้เคียงกันและลดลงอย่างมากในความถี่เชิงพื้นที่ 18 อาจเกิดจากปัจจัยด้านอายุ การใส่ IOL หรือการแก้ไขค่าสายตาผิดปกติด้วยเลนส์สายตา ส่งผลทำให้กลุ่มที่ไม่เป็นโรคตามีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างจากกลุ่มที่มีโรคตาส่วนหลัง

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบแยกโรค พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาของ Bham และคณะ (2020) พบว่า กลุ่มสุขภาพตาดีกับกลุ่มที่เป็นโรคต้อหินในระยะที่ยังไม่สูญเสียลานสายตา มีค่า contrast sensitivity ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Bambo และคณะ (2016) พบว่า ดัชนีลานสายตา (visual field index) กับ contrast sensitivity มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก โดย visual field index ลดลง พบค่า contrast sensitivity ลดลงเช่นกัน

เมื่อพิจารณาโรคจอตับภาพชัดเสื่อม มีหลายการศึกษาที่พบว่า กลุ่มโรคจอตับภาพชัดเสื่อมในระยะเริ่มต้นมีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างจากกลุ่มที่ไม่เป็นโรค (Owsley et al., 2016; Ponderfer et al., 2020; Ridder et al., 2022) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Maynard และคณะ (2016) พบว่า ค่า contrast sensitivity ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่เป็นโรคจอตับภาพชัดเสื่อมในระยะเริ่มต้น มีค่าไม่แตกต่างกันในสภาวะแสงสว่าง ในขณะที่ในสภาวะแสงสลัว กลุ่มไม่เป็นโรคมีค่า contrast sensitivity ที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากโรคจอตับภาพชัดเสื่อมมีผลต่อการทำงานของเซลล์ photoreceptor โดยจะเริ่มมีผลที่เซลล์ rod ก่อน จึงทำให้การมองเห็นในที่แสงสลัวลดลงได้

ในผลการศึกษาอื่น พบว่า ค่า contrast sensitivity ของผู้ไม่เป็นโรคกับผู้เป็นโรค epiretinal membrane ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งได้ผลที่ต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ ที่พบว่า โรค epiretinal membrane จะมีค่า contrast sensitivity ที่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มไม่เป็นโรค (Kim et al., 2021; Liu et al., 2018) ซึ่งการมองเห็นที่ลดลงเนื่องจากการมี metamorphopsia แต่จะขึ้นอยู่กับบริเวณที่เป็น ความหนา ความใส การหดตัวของ epiretinal membrane (Kim et al., 2021) และการศึกษาของ Liu และคณะ (2018) พบว่า ตาข้างที่เป็น epiretinal membrane จะมีการกระเจิงของแสงที่จอตา (retinal scattering) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งค่า contrast sensitivity จะลดลงตามระดับความรุนแรงของโรคที่มากขึ้น

ผลการศึกษาอื่น พบว่าโรคเบาหวานขึ้นจอตาชนิด Non-proliferative diabetic retinopathy (NPDR) มีค่า contrast sensitivity ไม่ต่างจากกลุ่มไม่เป็นโรค ซึ่งได้ผลต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ (Mcanany et al., 2020) ที่ค่า contrast sensitivity เริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Pramanik และคณะ (2020) ที่พบว่า ในกลุ่มเบาหวานขึ้นจอตาชนิด NPDR ในระยะที่ไม่รุนแรง มีค่า contrast sensitivity ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่เป็นโรคเบาหวานแต่ยังไม่เกิดเบาหวานขึ้นจอตา ซึ่งในการศึกษานี้มีค่า contrast sensitivity ลดลงกว่าโรคอื่นเล็กน้อย โดยโรคเบาหวานมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia) ส่งผลทำให้เกิดเซลล์ที่จอตาตาย ทั้งเซลล์ประสาทและเซลล์หลอดเลือด อีกทั้งในผู้ป่วยเบาหวานขึ้นจอตาชนิด NPDR ส่วนใหญ่ จะมีการทำงานของเซลล์ rod ลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการปรับการมองเห็นในที่มืดลดลง รวมถึงการทำงานของเซลล์จอตาชั้นใน (inner retina) และเซลล์จอตาชั้นนอก (outer retina) ลดลง (Jackson et al., 2012) ซึ่งการประเมินด้วย contrast sensitivity ช่วยในการประเมินในผู้ป่วยที่เริ่มเป็นโรคเบาหวานขึ้นจอตาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน และประเมินการทำงานของเซลล์ในจอตาของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และช่วยในการพยากรณ์โรคเบาหวานได้ (Stavrou & Wood, 2003; Pramanik et al., 2020)

จากข้อมูลในการศึกษานี้ อาจเป็นไปได้ว่าโรคตาสั้นอยู่ในระดับเริ่มต้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพค่อนข้างน้อย การตรวจ contrast sensitivity จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการติดตามอาการ อาจทำให้ในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีค่า contrast sensitivity ของผู้ป่วยที่เป็นโรคในระยะเริ่มต้นเป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตาม ในข้อมูลไม่ได้ระบุระดับความรุนแรงของโรค จึงเป็นข้อจำกัดของการศึกษานี้ อีกทั้งในคลินิกไม่นิยมตรวจ contrast sensitivity ด้วยเครื่อง OPTEC functional visual analyzer ในกลุ่มที่มีระยะโรคที่รุนแรง เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการตรวจนาน และมีวิธีติดตามผลการรักษาด้วยวิธีอื่น ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าและสะดวกกว่า จึงทำให้ได้รับข้อมูลในแต่ละโรคน้อย ซึ่งหากมีกลุ่มตัวอย่างมากกว่านี้ อาจทำให้ผลการวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2 สรุปผลการศึกษา

ค่า contrast sensitivity ระหว่างกลุ่มไม่มีโรคตา และกลุ่มที่มีโรคตาสั้น ในขณะที่ใช้เลนส์ตาเทียมชนิด aspherical IOL ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอายุระหว่างสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน



เอกสารอ้างอิง

- Aggarwal, A., Khurana, A. K., & Nada, M. (1999). Contrast sensitivity function in pseudophakics and aphakics. *Acta Ophthalmol Scand*, 77(4), 441-443.
- Ahmed, F., & Tripathy, K. (2020). Posterior Vitreous Detachment. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Allard, R., Renaud, J., Molinatti, S., & Faubert, J. (2013). Contrast sensitivity, healthy aging and noise. *Vision Res*, 92, 47-52.
- Ansari, E. A., Morgan, J. E., & Snowden, R. J. (2002). Psychophysical characterisation of early functional loss in glaucoma and ocular hypertension. *Br J Ophthalmol*, 86(10), 1131-1135.
- Arunkumar, R., Calvo, CM., Conrady, CD., & Bernstein, PS. (2018). What do we know about the macular pigment in AMD: the past, the present, and the future. *Eye*.
- Bambo, M. P., Ferrandez, B., Güerri, N., Fuertes, I., Cameo, B., Polo, V., & Garcia-Martin, E. (2016). Evaluation of Contrast Sensitivity, Chromatic Vision, and Reading Ability in Patients with Primary Open Angle Glaucoma. *J Ophthalmol*, 2016, 7074016.
- Barten, P.G.J. (1999). Contrast sensitivity of the human eye and its effects on image quality. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Benedek, G., Horváth, G., Kéri, S., Braunitzer, G., & Janáky, M. (2016). The Development and Aging of the Magnocellular and Parvocellular Visual Pathways as Indicated by VEP Recordings between 5 and 84 Years of Age. *Vision (Basel, Switzerland)*, 1(1), 7.
<https://doi.org/10.3390/vision1010007>
- Bham, H. A., Dewsbery, S. D., & Denniss, J. (2020). Unaltered Perception of Suprathreshold Contrast in Early Glaucoma Despite Sensitivity Loss. *Investigative ophthalmology & visual science*, 61(8), 23. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.8.23>

- Blair, K., Czyz, CN. (2020) Retinal Detachment. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls.
- Cynthia, A., David, L., Michael, D., Ian, L., Brian, P., Ralph, C., Howell, M., & Robert, B. (1995). Optometric clinical practice guideline care of the adult patient with cataract. St. Louis: American Optometric Association.
- Cantor, L.B., Rapuano, C.J., & Cioffi, G.A. (2016). Fundamentals and Principles of Ophthalmology: American Academy of Ophthalmology.
- David, B. (2014). Clinical procedures in primary eye care. 4th ed. London: Elsevier Health Sciences.
- Elliott, D., Whitaker, D., & MacVeigh, D. (1990). Neural contribution to spatiotemporal contrast sensitivity decline in healthy ageing eyes. *Vision research*, 30(4), 541–547.
[https://doi.org/10.1016/0042-6989\(90\)90066-t](https://doi.org/10.1016/0042-6989(90)90066-t)
- Fangfang, Y., Hou, F., Lu, Z.-L., Hu, X., & Huang, C.-B. (2017). Efficient Characterization and Classification of Contrast Sensitivity Functions in Aging. *Scientific Reports*, 7.
- Farris, W., & Waymack, JR. (2020). Central Retinal Artery Occlusion. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Fatehi, N., Nowroozizadeh, S., Henry, S., Coleman, AL., Caprioli, J., & Nouri-Mahdavi, K. (2017). Association of Structural and Functional Measures with Contrast Sensitivity in Glaucoma. *American journal of ophthalmology*.
- Feigl, B., Brown, B., Lovie-Kitchin, J., & Swann, P. (2005). Monitoring retinal function in early age-related maculopathy: visual performance after 1 year. *Eye*.
- Fundamental and principle of ophthalmology. (2016). San Francisco: American academy of ophthalmology

- Garcia, G. A., Khoshnevis, M., Yee, K. M. P., Nguyen, J. H., Nguyen-Cuu, J., Sadun, A. A., & Sebag, J. (2018). The effects of aging vitreous on contrast sensitivity function. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 256(5), 919-925.
- Grosvenor, TP. (2007). *Primary Care Optometry*. 5th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences.
- Gupta, L., Cvintal, V., Delvadia, R., Sun, Y., Erdem, E., Zangalli, C., Lu, L., Wizov, SS., Richman, J., Spaeth, E., & Spaeth, GL. (2017). SPARCS and Pelli-Robson contrast sensitivity testing in normal controls and patients with cataract. *Eye*.
- Haegerstrom-Portnoy, G., Schneck, M., & Brabyn, J. (1999). Seeing into Old Age: Vision Function Beyond Acuity. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, 76, 141-158.
- Hashemi, H., Khabazkhoob, M., Jafarzadehpur, E., Emamian, M. H., Shariati, M., & Fotouhi, A. (2012). Contrast sensitivity evaluation in a population-based study in Shahroud, Iran. *Ophthalmology*, 119(3), 541–546. <https://doi.org/10.1016/j.optha.2011.08.030>
- Haughom, B., & Strand, T. E. (2013). Sine wave mesopic contrast sensitivity -- defining the normal range in a young population. *Acta Ophthalmol*, 91(2), 176-182.
- Hyvärinen, L., Laurinen, P., & Rovamo, J. (1983). Contrast sensitivity in evaluation of visual impairment due to diabetes. *Acta Ophthalmol (Copenh)*, 61(1), 94-101.
- Ichhpujani, P., Singh, T., Thakur, S., Singh, R. B., & Kumar, S. (2020). Assessing glaucoma deterioration using Spaeth/Richman contrast sensitivity test. *Ther Adv Ophthalmol*, 12, 2515841420977412.
- Jackson, G. R., Scott, I. U., Quillen, D. A., Walter, L. E., & Gardner, T. W. (2012). Inner retinal visual dysfunction is a sensitive marker of non-proliferative diabetic retinopathy. *The British journal of ophthalmology*, 96(5), 699–703. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2011-300467>

- Jonas, J., Bourne, R., Bron, A., Ritch, R., & Panda-Jonas, S. (2017). Glaucoma. *The Lancet*, 390.
- Kara, s., Gencer, B., Ersan, I., Arikan, S., Kocabiyik, O., Tufan, H., & Comez, A. (2016). Repeatability of contrast sensitivity testing in patients with age-related macular degeneration, glaucoma, and cataract. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 79, 323-327.
- Kanukollu, VM., & Agarwal, P. (2020). Epiretinal Membrane. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Kim, B., Kwon, S., Choi, A., & Jeon, S. (2021). Influence of mild non-foveal involving epiretinal membrane on visual quality in eyes with multifocal intraocular lens implantation. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 259(9), 2723-2730. doi:10.1007/s00417-021-05225-w
- Klein, J., Pierscionek, BK., Lauritzen, J., Derntl, K., Grzybowski, A., & Zlatkova, MB. (2015). The Effect of Cataract on Early Stage Glaucoma Detection Using Spatial and Temporal Contrast Sensitivity Tests. *PLOS ONE*.
- Koefoed, V. F., Baste, V., Roumes, C., & Høvdig, G. (2015). Contrast sensitivity measured by two different test methods in healthy, young adults with normal visual acuity. *Acta Ophthalmol*, 93(2), 154-161.
- Krasny, J., Andel, M., Brunnerova, R., Cihelkova, I., Dominek, Z., Lebl, J., & Treslova, L. (2007). The contrast sensitivity test in early detection of ocular changes in the relation to the type I diabetes mellitus compensation in children, teenagers, and young adults. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*, 1(3), 232-236.
- Krasny, J., Brunnerova, R., Pruhova, S., Treslova, L., Dittertova, L., Vosahlo, J., & Lebl, J. (2006). [The contrast sensitivity test in early detection of ocular changes in children,

- teenagers, and young adults with diabetes mellitus type I]. *Cesk Slov Oftalmol*, 62(6), 381-394.
- Krizaj, D. (1995). What is glaucoma? In H. Kolb, E. Fernandez, & R. Nelson (Eds.), *Webvision: The Organization of the Retina and Visual System*. Salt Lake City (UT): University of Utah Health Sciences Center
- Li, Z., Hu, Y., Yu, H., Li, J., & Yang, X. (2021). Effect of age and refractive error on quick contrast sensitivity function in Chinese adults: a pilot study. *Eye*, 35(3), 966-972.
doi:10.1038/s41433-020-1009-7
- Liu, L., Wang, Y., Liu, J., & Liu, W. (2018). Retinal-image quality and contrast sensitivity function in eyes with epiretinal membrane: a cross-sectional observational clinical study. *BMC Ophthalmol*, 18(1), 290.
- Liutkeviciene, R., Cebatoriene, D., Liutkeviciene, G., Jasinskas, V., & Zaliuniene, D. (2013). Associations between contrast sensitivity and aging. *Medicina (Kaunas)*, 49(6), 273-277.
- Martínez-Roda, J. A., Vilaseca, M., Ondategui, J. C., Aguirre, M., & Pujol, J. (2016). Effects of aging on optical quality and visual function. *Clin Exp Optom*, 99(6), 518-525.
- Maynard, M. L., Zele, A. J., & Feigl, B. (2016). Mesopic Pelli-Robson contrast sensitivity and MP-1 microperimetry in healthy ageing and age-related macular degeneration. *Acta ophthalmologica*, 94(8), e772–e778. <https://doi.org/10.1111/aos.13112>
- McAnany, J. J., Park, J. C., Liu, K., Liu, M., Chen, Y. F., Chau, F. Y., & Lim, J. I. (2020). Contrast sensitivity is associated with outer-retina thickness in early-stage diabetic retinopathy. *Acta ophthalmologica*, 98(2), e224–e231. <https://doi.org/10.1111/aos.14241>
- McCannel, C. A., Ophthalmology, A. A. o., Staff, A. A. o. O., Berrocal, A. M., Holder, G. E., Kim, S. J., . . . Sun, J. K. (2016). *Retina and Vitreous: American Academy of Ophthalmology*.

- McKendrick, AM., Sampson, GP., Walland, MJ., Badcock, DR. (2007). Contrast sensitivity changes due to glaucoma and normal aging: low-spatial-frequency losses in both magnocellular and parvocellular pathways. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.
- Mishra, S., Maganti, N., Squires, N., Bomdica, P., Nigam, D., Shapiro, A., & Mirza, R. G. (2020). Contrast Sensitivity Testing in Retinal Vein Occlusion Using a Novel Stimulus. *Transl Vis Sci Technol*, 9(11), 29.
- Montard, R., Putz, C., Creisson, G., & Montard, M. (2008). Aberrometry and contrast sensitivity after cataract surgery: aspherical IOL evaluation. *Journal francais d'ophtalmologie*, 31(3), 257–262. [https://doi.org/10.1016/s0181-5512\(08\)74802-2](https://doi.org/10.1016/s0181-5512(08)74802-2)
- Morgan, JE., Uchida, H., & Caprioli, J. (2000). Retinal ganglion cell death in experimental glaucoma. *The British journal of ophthalmology*.
- Morris, R. (2016). Retinal vein occlusion. *Kerala Journal of Ophthalmology*, 28, 4.
- Muñoz, G., Albarrán-Diego, C., Montés-Micó, R., Rodríguez-Galietero, A., & Alió, J. L. (2006). Spherical aberration and contrast sensitivity after cataract surgery with the Tecnis Z9000 intraocular lens. *Journal of cataract and refractive surgery*, 32(8), 1320–1327. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.02.055>
- National Institute for Health and Care Excellence (UK). (2018). Age-related macular degeneration: diagnosis and management. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK).
- Neeru, G., Tin, A., Nathan, C., Tanuj, D., Fabian, L., Sola, O., Serge, R., Ningli, W., & Richard, W. (2016). International Council of Ophthalmology Guidelines for Glaucoma Eye Care. International Council of Ophthalmology.
- Nell, B., & Walde, I. (2010). Posterior segment diseases. *Equine veterinary journal. Supplement*, (37), 69–79.

- Okamoto, F., Sugiura, Y., Okamoto, Y., Hiraoka, T., & Oshika, T. (2013). Changes in contrast sensitivity after surgery for macula-on rhegmatogenous retinal detachment. *Am J Ophthalmol*, 156(4), 667-672.
- Owsley, C., Huisinigh, C., Clark, M. E., Jackson, G. R., & McGwin, G., Jr (2016). Comparison of Visual Function in Older Eyes in the Earliest Stages of Age-related Macular Degeneration to Those in Normal Macular Health. *Current eye research*, 41(2), 266–272.
<https://doi.org/10.3109/02713683.2015.1011282>
- Pondorfer, S. G., Wintergerst, M., Gorgi Zadeh, S., Schultz, T., Heinemann, M., Holz, F. G., & Finger, R. P. (2020). Association of Visual Function Measures with Drusen Volume in Early Stages of Age-Related Macular Degeneration. *Investigative ophthalmology & visual science*, 61(3), 55. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.3.55>
- Prakash, N. (2006). *Handbook of Optometry and Eye Disorders*. India: Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Pramanik, S., Chowdhury, S., Ganguly, U., Banerjee, A., Bhattacharya, B., & Mondal, L. (2020). Visual contrast sensitivity could be an early marker of diabetic retinopathy. *Heliyon*, 6.
- Preethi, J., & Koh, T. C. V. (2018). *Basic anatomy of the eye, adnexa and visual pathways Essentials of Ophthalmology* (pp. 1-31): World Scientific.
- Pondorfer, SG., Terheyden, JH., Heinemann, M., Wintergerst, MWM., Holz, FG., & Finger, RP. (2019). Association of Vision-related Quality of Life with Visual Function in Age-Related Macular Degeneration. *Scientific Reports*.
- Ridder, W. H., Comer, G., Oquindo, C., Yoshinaga, P., Engles, M., & Burke, J. (2022). Contrast Sensitivity in Early to Intermediate Age-Related Macular Degeneration (AMD). *Current eye research*, 47(2), 287–296. <https://doi.org/10.1080/02713683.2021.1966478>
- Ross, JE., Clarke, DD., & Bron, AJ. (1985). Effect of age on contrast sensitivity function: uniocular and binocular findings. *The British journal of ophthalmology*.

- Roh, M., Selivanova, A., Shin, H. J., Miller, J. W., & Jackson, M. L. (2018). Visual acuity and contrast sensitivity are two important factors affecting vision-related quality of life in advanced age-related macular degeneration. *PLoS One*, 13(5), e0196481.
- Rubin, GS., Bandeen-Roche, K., Huang, GH., Muñoz, B., Schein, OD., Fried, LP., & West, SK. (2001). The association of multiple visual impairments with self-reported visual disability: SEE project. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.
- Schellack, N., Schellack, G., & Bezuidenhout, S. (2015). Glaucoma: A brief review. *SA Pharmaceutical Journal*, 82, 18-22.
- Sekuler, R., & Sekuler, A. (2000). Age-Related Changes, Optical Factors, and Neural Processes.
- Shoshani, Y. Z., Harris, A., Rusia, D., Spaeth, G. L., Siesky, B., Pollack, A., & Wirostko, B. (2011). Contrast sensitivity, ocular blood flow and their potential role in assessing ischaemic retinal disease. *Acta Ophthalmol*, 89(5), e382-395.
- Sivak, M., Olson, PL., & Pastalan, LA. (1981). Effect of driver's age on nighttime legibility of highway signs. *Human factors*.
- Sivak, M., Olson, PL. (1982). Nighttime legibility of traffic signs: conditions eliminating the effects of driver age and disability glare. *Accident Analysis & Prevention*.
- Spaide, R. F., & Curcio, C. A. (2010). Drusen characterization with multimodal imaging. *Retina* (Philadelphia, Pa.), 30(9), 1441–1454.
- Stavrou, E. P., & Wood, J. M. (2003). Letter contrast sensitivity changes in early diabetic retinopathy. *Clinical & experimental optometry*, 86(3), 152–156. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2003.tb03097.x>

- Steven, B., Jennifer, L., Ron, A., Amani, F., Gurunadh, V., Gui-shang, Y., & Christina, F. (2019). Retinal Vein Occlusions Preferred Practice Pattern. San Francisco: American Academy of Ophthalmology.
- Stevenson, W., Prospero Ponce, C. M., Agarwal, D. R., Gelman, R., & Christoforidis, J. B. (2016). Epiretinal membrane: optical coherence tomography-based diagnosis and classification. *Clin Ophthalmol*, 10, 527-534.
- Stewart, JM., Coassin, M., Schwartz, DM. (2021) Diabetic Retinopathy. In Feingold, KR., Anawalt, B., Boyce, A., et al., (eds). Endotext [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com
- Sun, H., Swanson, W. H., Arvidson, B., & Dul, M. W. (2008). Assessment of contrast gain signature in inferred magnocellular and parvocellular pathways in patients with glaucoma. *Vision Research*, 48(26), 2633-2641. doi:<https://doi.org/10.1016/j.visres.2008.04.008>
- Sun, Y., Erdem, E., Lyu, A., Zangalli, C., Wizov, S. S., Lo, D., Spaeth, E. E., Richman, J., & Spaeth, G. L. (2016). The SPARCS: a novel assessment of contrast sensitivity and its reliability in patients with corrected refractive error. *The British journal of ophthalmology*, 100(10), 1421–1426. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307378>
- Timothy, O., Jose, P., James, F., Leslie, H., Christina, F., Ron, A., (2016). Retinal and Ophthalmic Artery Occlusions Preferred Practice Pattern. San Francisco: American Academy of Ophthalmology.
- Tran, BK., Herbort, CP. Jr. (2015). Discrepancy between Visual Acuity and Microperimetry in AMD Patients: Visual Acuity Appears as an Inadequate Parameter to Test Macular Function. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*.
- Tran, T. H., Despretz, P., & Boucart, M. (2012). Scene perception in age-related macular degeneration: the effect of contrast. *Optom Vis Sci*, 89(4), 419-425.

- Vivekanand, U., & Kamath, Y. S. (2019). A comparison of the contrast sensitivity function between age-matched phakic emmetropes and pseudophakic individuals with aspheric intraocular lenses. *Taiwan journal of ophthalmology*, 9(1), 33–36. https://doi.org/10.4103/tjo.tjo_122_17
- Yonekawa, Y., Miller, J., & Kim, I. (2015). Age-Related Macular Degeneration: Advances in Management and Diagnosis. *Journal of Clinical Medicine*, 4, 343-359.
- Zeng, M., Liu, Y., Liu, X., Yuan, Z., Luo, L., Xia, Y., & Zeng, Y. (2007). Aberration and contrast sensitivity comparison of aspherical and monofocal and multifocal intraocular lens eyes. *Clinical & experimental ophthalmology*, 35(4), 355–360. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2007.01452.x>



ประวัติผู้วิจัย



คำนำหน้า ☐ นาย ☐ นาง ☒ นางสาว
ตำแหน่งทางวิชาการ ☐ ศ ☐ รศ. ☐ ผศ. ☐ อาจารย์ ดร. ☒ อาจารย์
สังกัด (คณะ/วิทยาลัย) ทัศนมาตรศาสตร์
ชื่อผู้วิจัย ภัทธพร ห่ายพันธ์
ชื่อภาษาอังกฤษ Phattaraporn Raipun
วัน/เดือน/ปี เกิด 7 พฤศจิกายน 2536
ที่อยู่ (บ้าน) 60 ม. 5 ต.บางกลาน อ.โพทะเล
จังหวัด (บ้าน) พิจิตร
รหัสไปรษณีย์ (บ้าน) 66130
ที่อยู่ (ที่ทำงาน) 52/347 ต.หลักหก อ.เมือง
จังหวัด(ที่ทำงาน) ปทุมธานี
รหัสไปรษณีย์(ที่ทำงาน) 12000
โทรศัพท์(ที่ทำงาน) 0-2997-2200 ต่อ 4477
โทรศัพท์(มือถือ) 092-6568566
E-mail Address Phattaraporn.r@rsu.ac.th

วุฒิการศึกษา

ปริญญาตรี

คณะ

สาขา

ปีที่จบ

สถาบัน

ประเทศ

ทัศนมาตรศาสตรบัณฑิต

สหเวชศาสตร์

ทัศนมาตรศาสตร์

2561

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ไทย

