






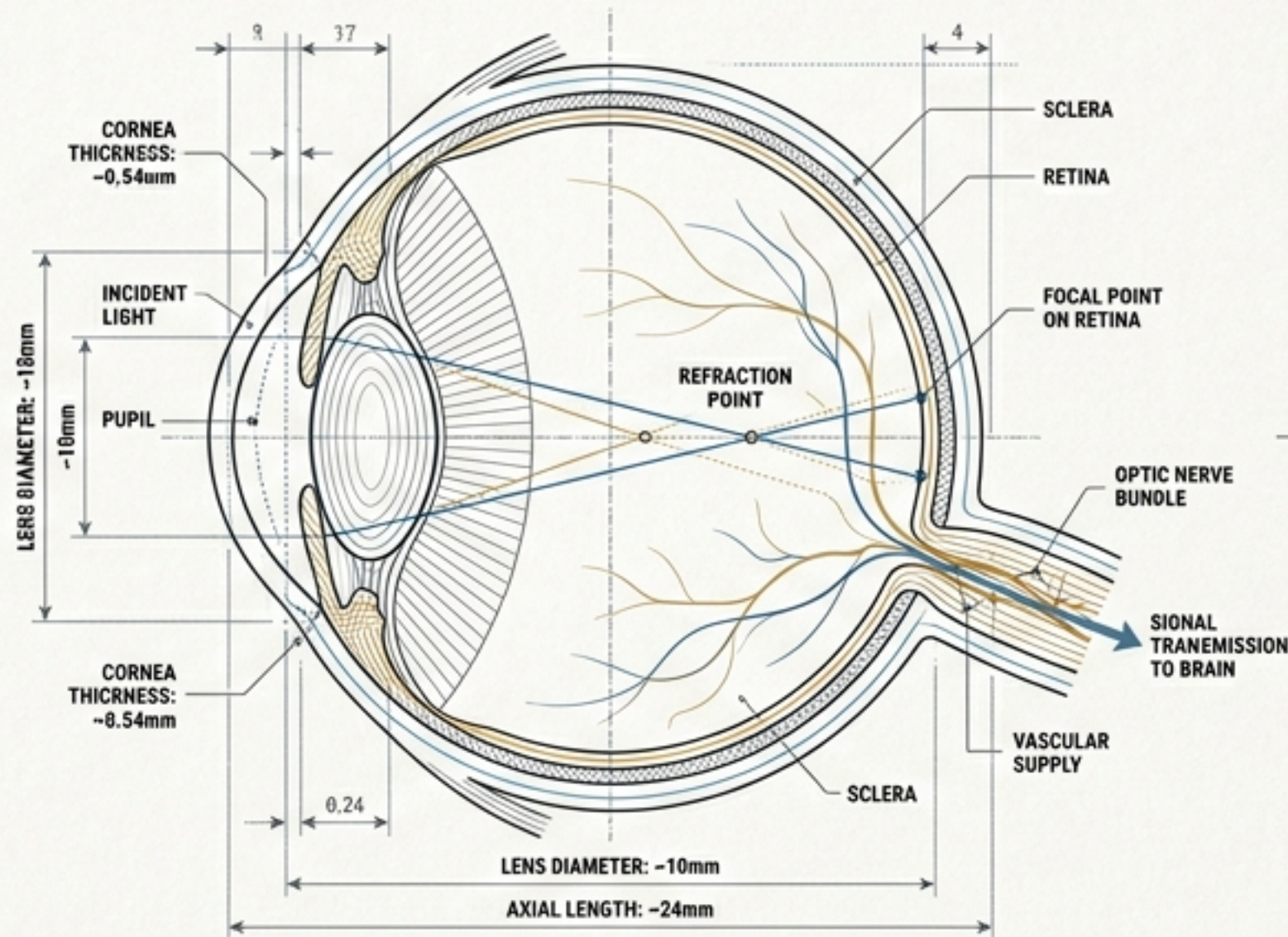
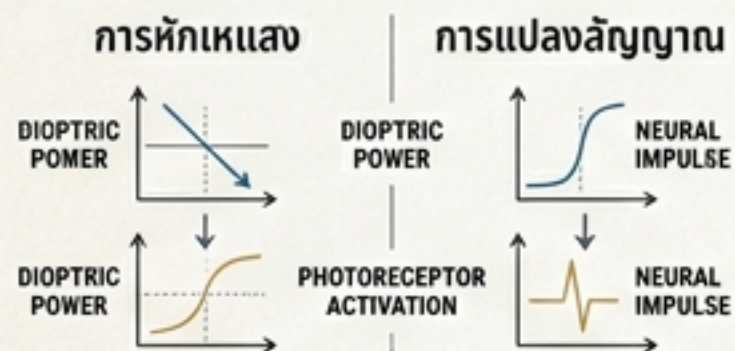
# พิมพ์เขียวแห่งการมองเห็น

เจาะลึกโครงสร้างและวิศวกรรมทางชีวภาพของดวงตามนุษย์

## องค์ประกอบหลัก

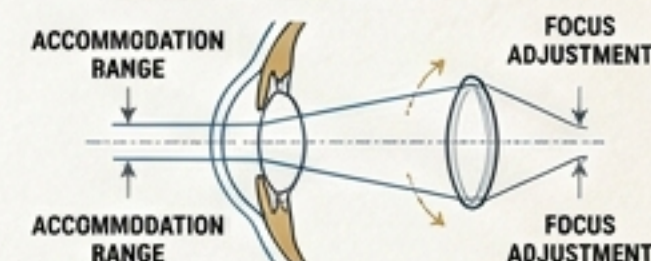
-  **กระจกตา (Cornea):** หน้าต่างใส, หักแสง
-  **รูม่านตา (Pupil):** ควบคุมปริมาณแสง
-  **เลนส์ตา (Lens):** ปรับโฟกัสภาพ
-  **จอตา (Retina):** เปลี่ยนแสงเป็นสัญญาณ
-  **เส้นประสาทตา (Optic Nerve):** ส่งสัญญาณสู่สมอง

## กลไกการมองเห็น

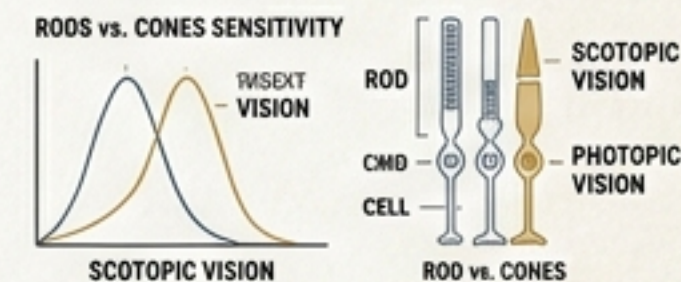


## วิศวกรรมทางชีวภาพ

### ระบบปรับภาพอัตโนมัติ



### ความไวต่อแสง



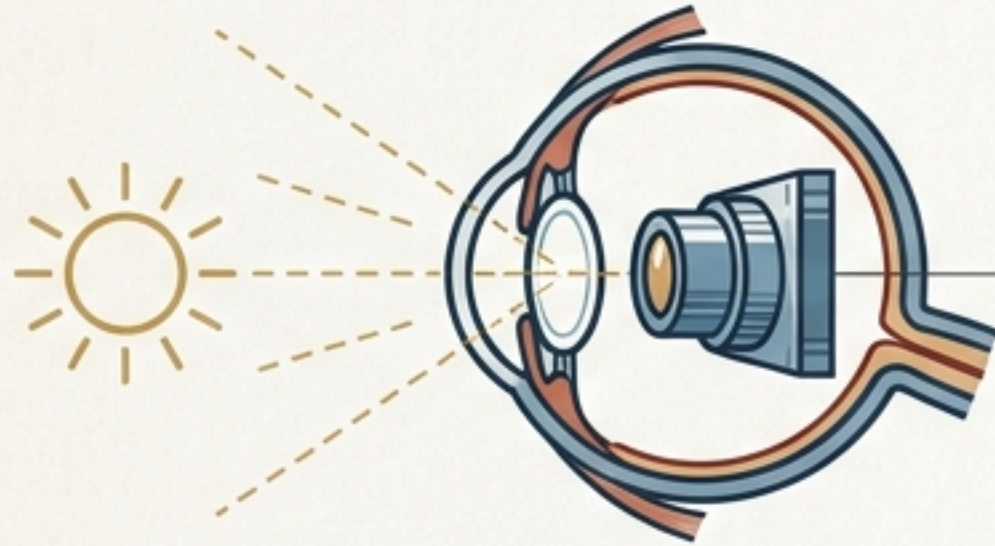
### การประมวลผลภาพ



อวัยวะรับความรู้สึกที่เปลี่ยนคลื่นแสงให้กลายเป็นภาพในสมอง

# เส้นทางของการมองเห็น: จากแสงสว่างสู่การประมวลผล

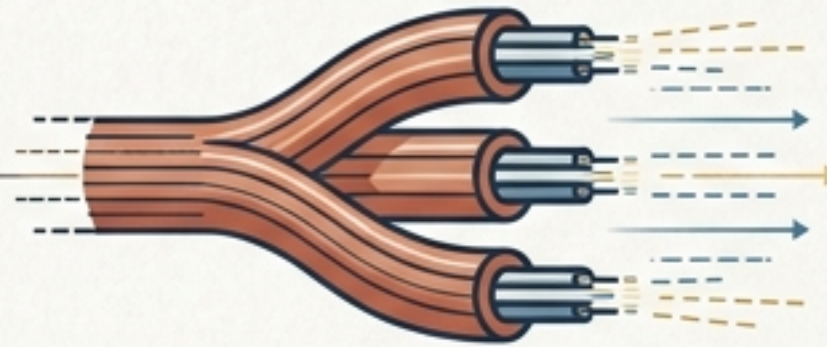
Step 1



## เซนเซอร์รับภาพ (ตา):

รับสิ่งเร้า (แสง) ผ่านระบบเลนส์  
และเปลี่ยนพลังงานแสงเป็น  
กระแสประสาท

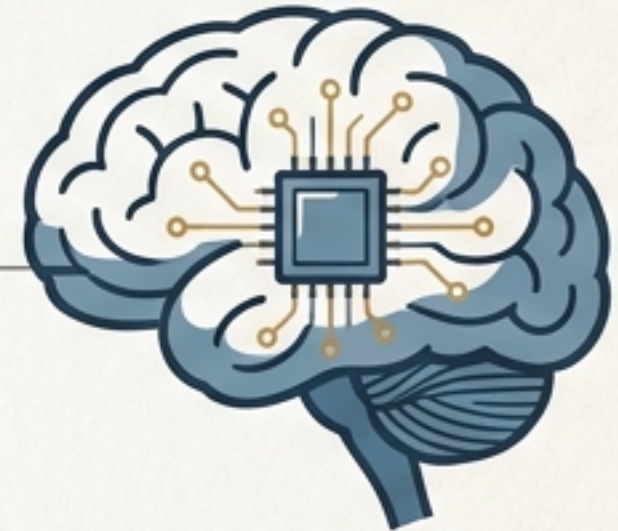
Step 2



## สายส่งสัญญาณ

(เส้นประสาทสมองคู่ที่ 2):  
นำส่งกระแสประสาทออกจาก  
ดวงตาอย่างรวดเร็ว

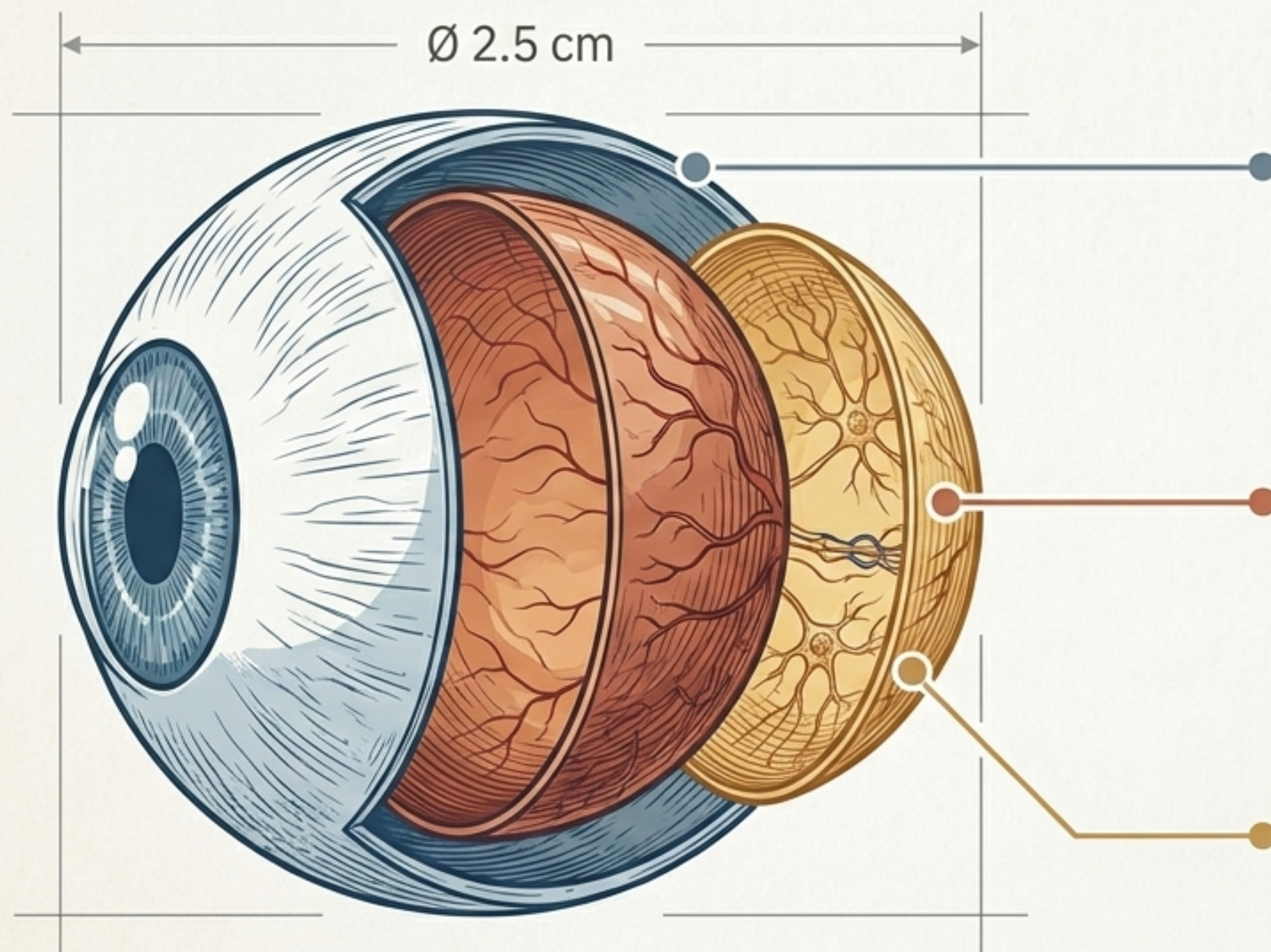
Step 3



## หน่วยประมวลผล

(สมองส่วนซีรีบรัม):  
แปลรหัสสัญญาณประสาทให้  
กลายเป็นภาพที่เรามองเห็น

# โครงสร้าง 3 ชั้นของผนังตา



## สเคลอรา (Sclera)

ชั้นนอกสุด เหนียวแต่ไม่ยืดหยุ่น  
โครงสร้างด้านหน้าสุดโปร่งใสและนูน  
ออกมาเรียกว่า **กระจกตา (Cornea)**

## โครอยด์ (Choroid)

ชั้นกลาง มีหลอดเลือดมาเลี้ยง  
หนาแน่น มีสารสีแผ่กระจายอยู่มาก  
และเป็นที่อยู่ของ **ม่านตา (Iris)**

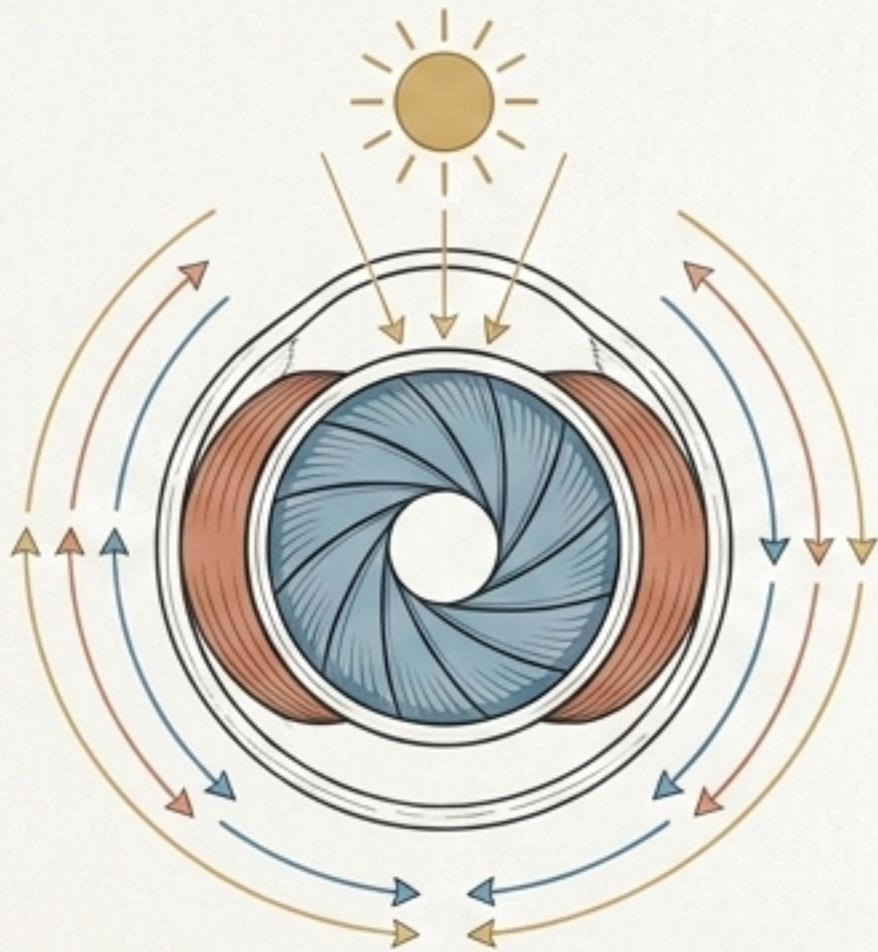
## เรตินา (Retina)

**ชั้นในสุด** ทำหน้าที่เสมือนฉากรับภาพ  
เป็นที่อยู่ของเซลล์รับแสง 2 ชนิด  
ที่คอยแปลงแสงเป็นกระแสประสาท

# รูม่านตาทำงานเสมือนรูรับแสงของกล้องถ่ายภาพ

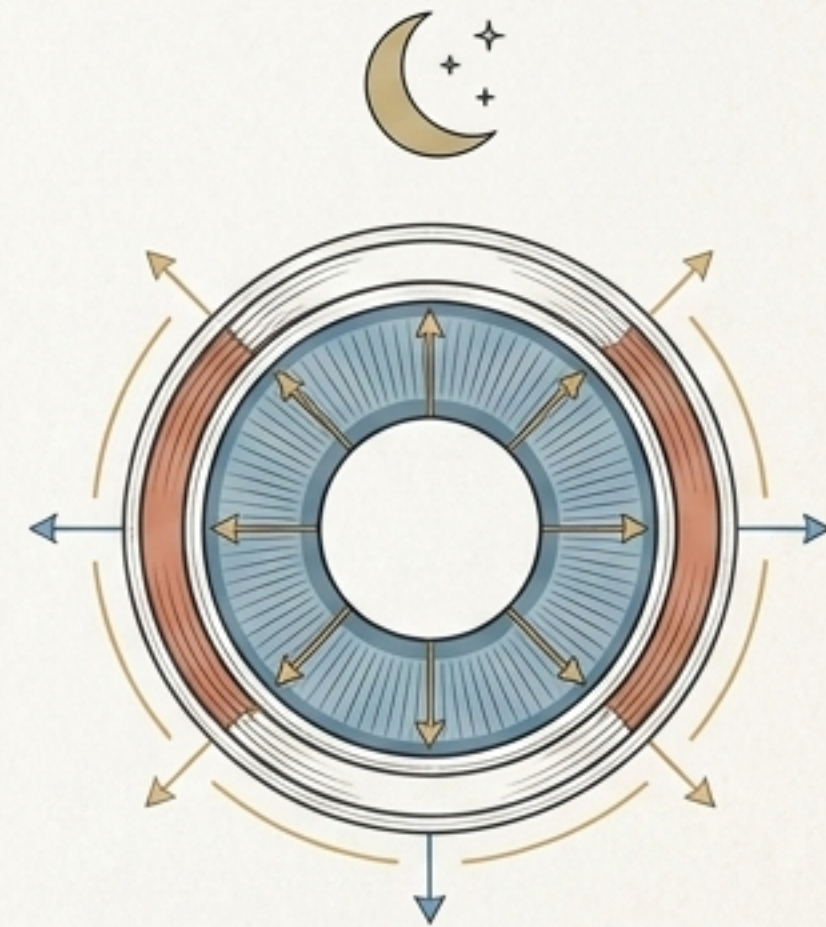
ขนาดของรูม่านตาถูกควบคุมโดยกล้ามเนื้อเรียบของม่านตาผ่านระบบประสาทอัตโนมัติ เพื่อปรับปริมาณแสงที่เข้าสู่เรตินาให้พอดี

สภาพแสงสว่าง (แสงมาก)



กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว รูม่านตาแคบลง  
ลดปริมาณแสงที่เข้าตา  
ป้องกันไม่ให้เรตินาได้รับแสงมากเกินไป

สภาพแสงสลัว (แสงน้อย)

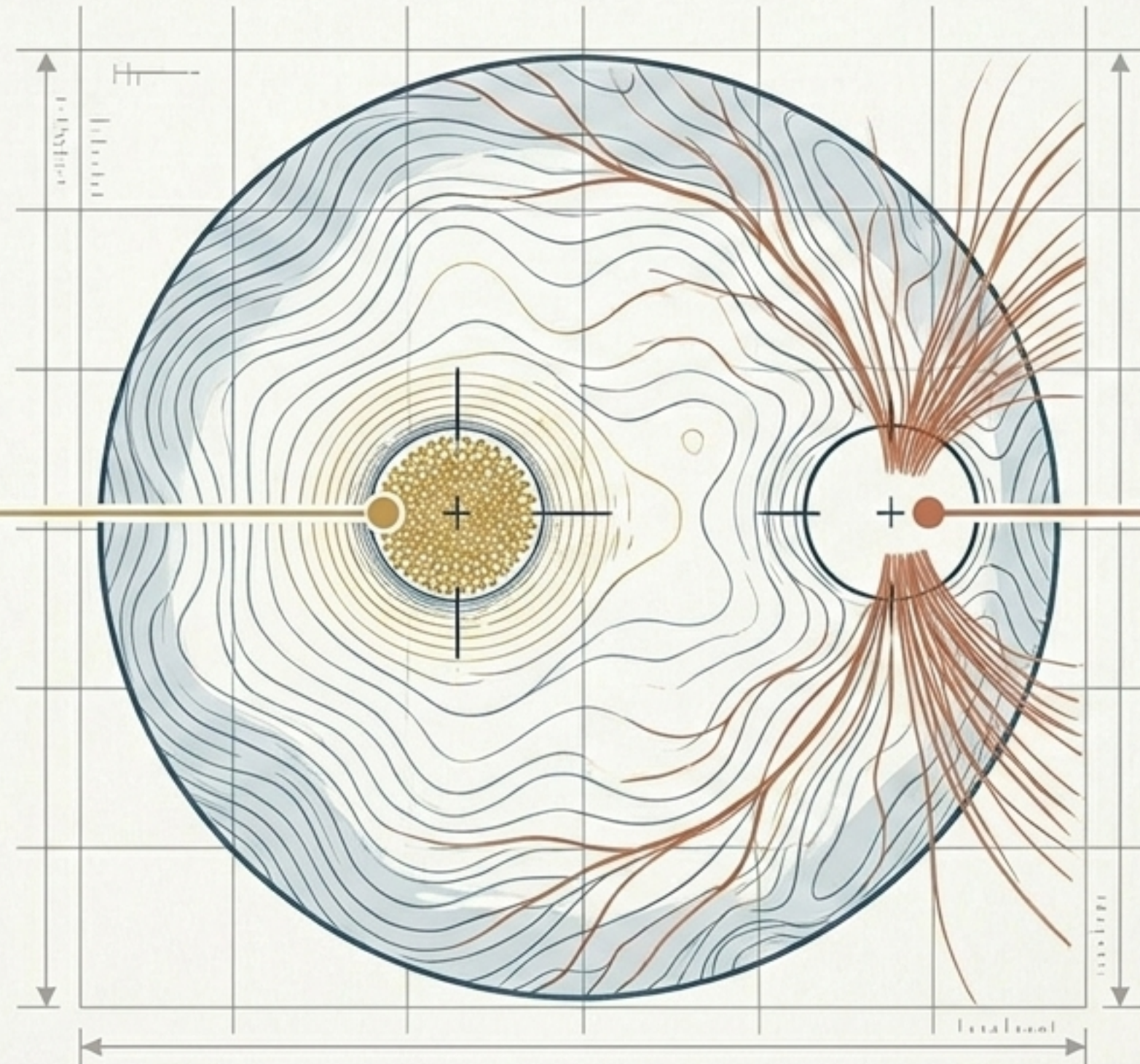


กล้ามเนื้อเรียบหดตัว รูม่านตาขยายกว้างขึ้น  
เปิดรับแสงให้ตกกระทบเรตินามากขึ้น  
เพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

# ภูมิศาสตร์ของเรตินา: จุดคมชัดที่สุดและจุดบอด

## โฟเวีย (Fovea):



จุดที่มีเซลล์รูปกรวยหนาแน่นที่สุด ทำให้เกิดจุดภาพชัดเมื่อทดสอบมองวัตถุสีสดที่เคลื่อนที่เข้ามา แสงจะตกที่จุดนี้ ทำให้แยกแยะสีได้ถูกต้องที่สุด



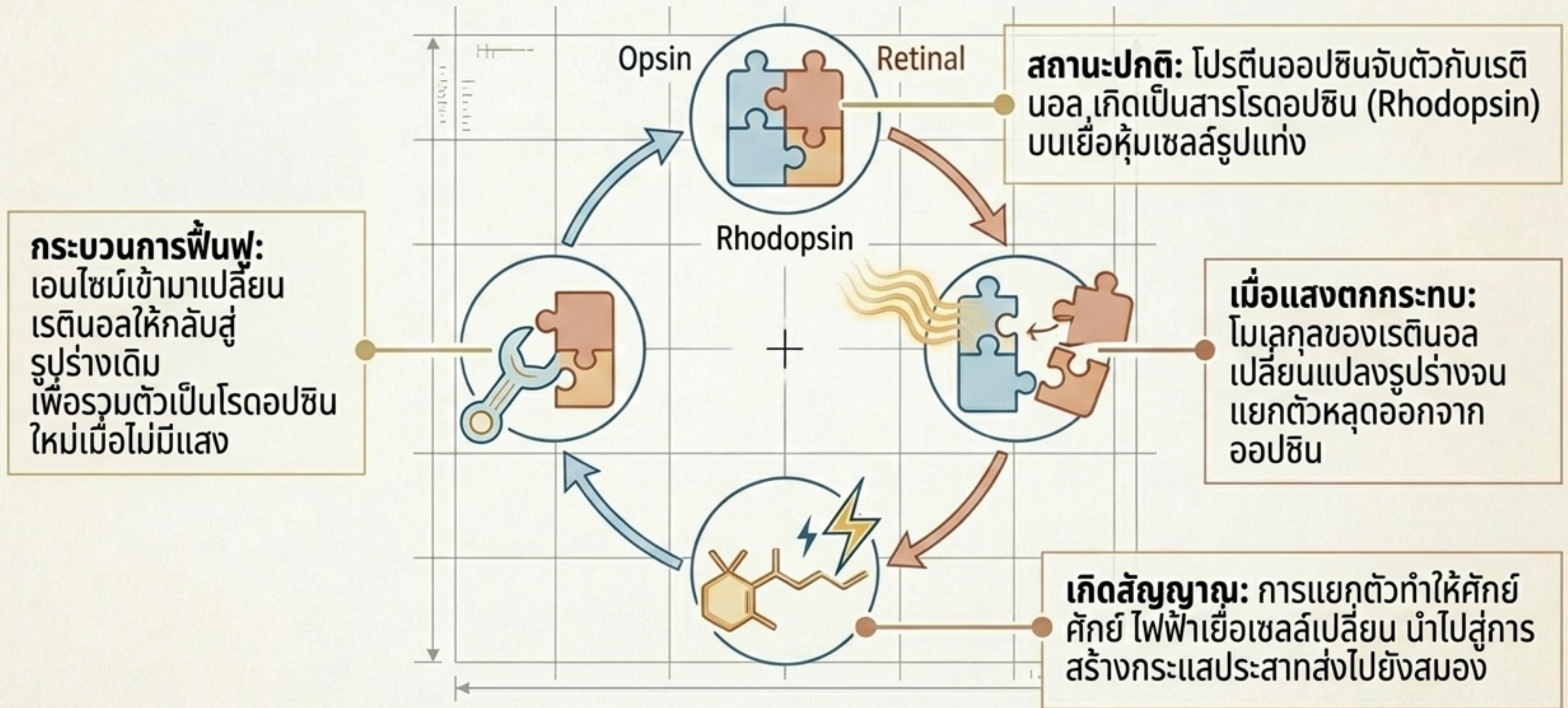
## จุดบอด (Blind Spot):

บริเวณที่เส้นประสาทตาและหลอดเลือดรวมตัวกันทะลุออกจากเรตินา ไม่มีเซลล์รับแสงใดๆ อยู่เลย เมื่อแสงจากวัตถุตกลงบริเวณนี้ ภาพวัตถุนั้นจะหายไปจากการมองเห็น

# เซลล์รับแสง: ตัวรับสัญญาณสองระบบบนเรตินา

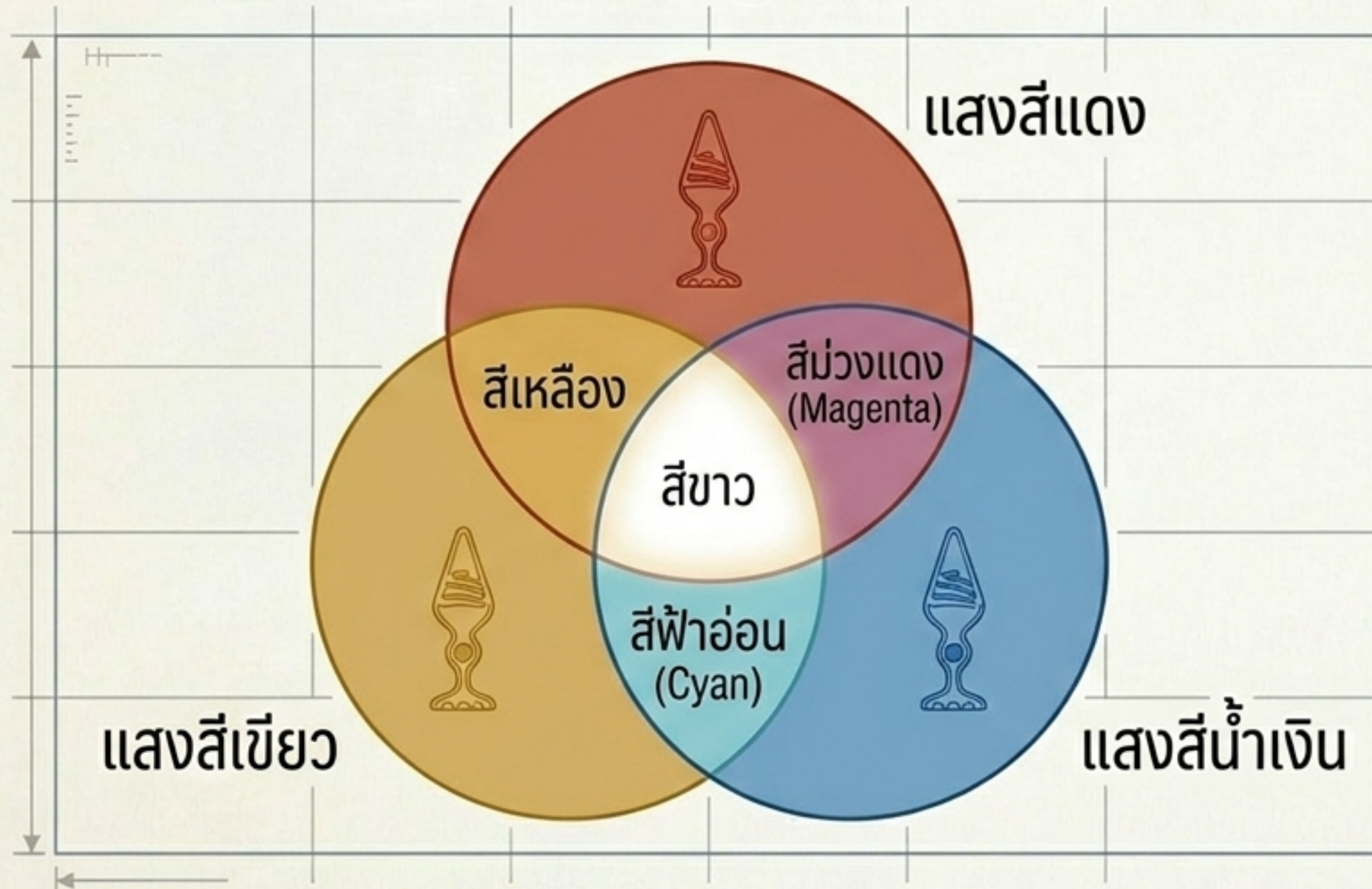
ลักษณะ	 เซลล์รูปแท่ง (Rod Cells)	 เซลล์รูปกรวย (Cone Cells)
ความไวต่อแสง	ไวต่อแสงมาก (ทำงานได้ดีในที่มืด)	ต้องการแสงสว่างเพียงพอ ในการทำงาน
การรับสี	แยกความแตกต่างของสีไม่ได้ (เห็นเป็นขาว-ดำ)	สามารถแยกแยะ ความแตกต่างของสีได้
ความหนาแน่น	กระจายหนาแน่นทั่วไป บนเรตินาปกติ	กระจุกตัวหนาแน่นมากที่สุด บริเวณโฟเวีย (Fovea)

# ปฏิกิริยาเคมีเบื้องต้นหลังการเกิดกระแสประสาท



# การแยกแยะสีด้วยเซลล์รูปกรวย 3 ชนิด

เซลล์รูปกรวยบนเรตินาแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามความไวต่อช่วงความยาวคลื่นแสง: สีนํ้าเงิน สีแดง และสีเขียว

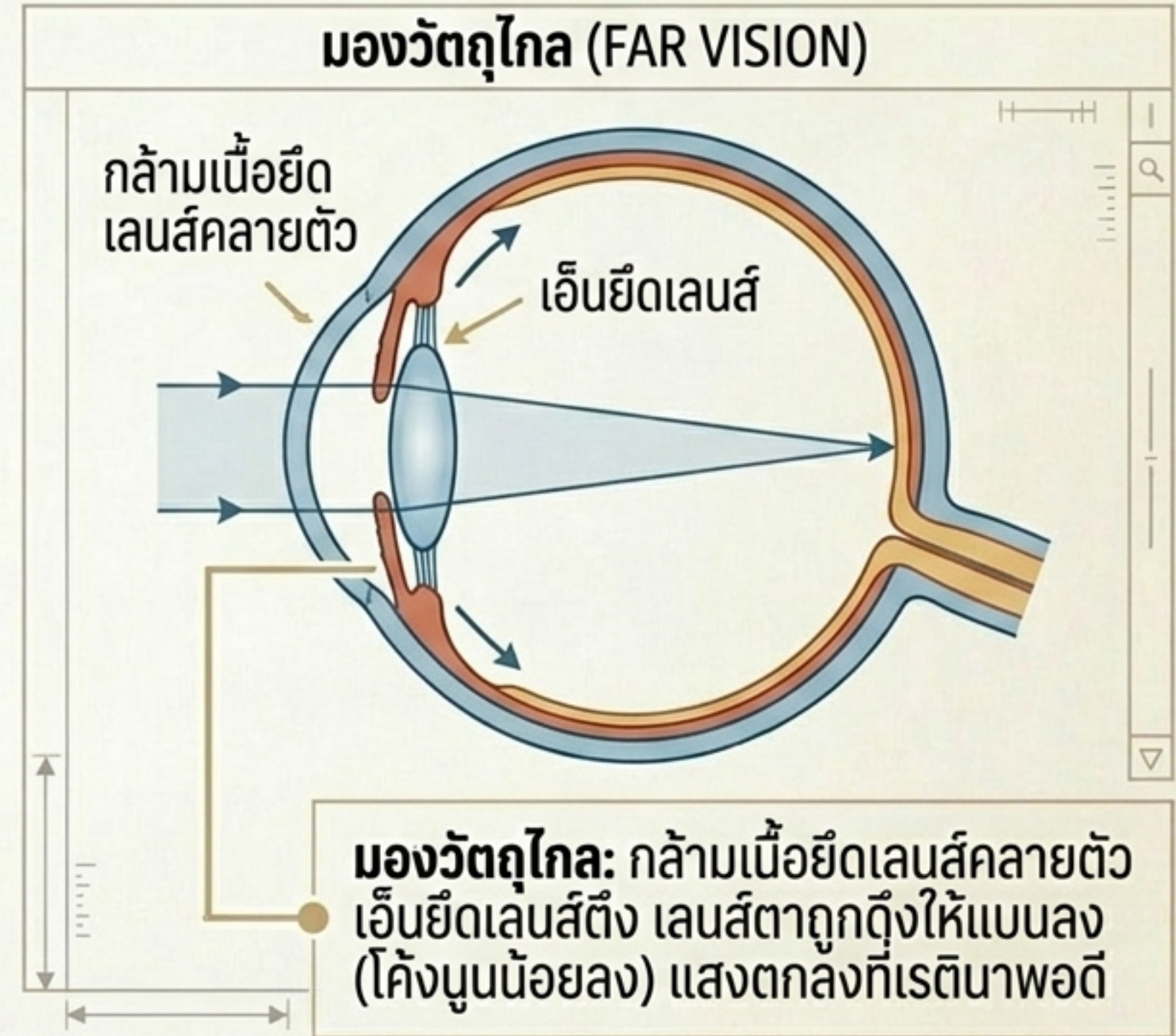
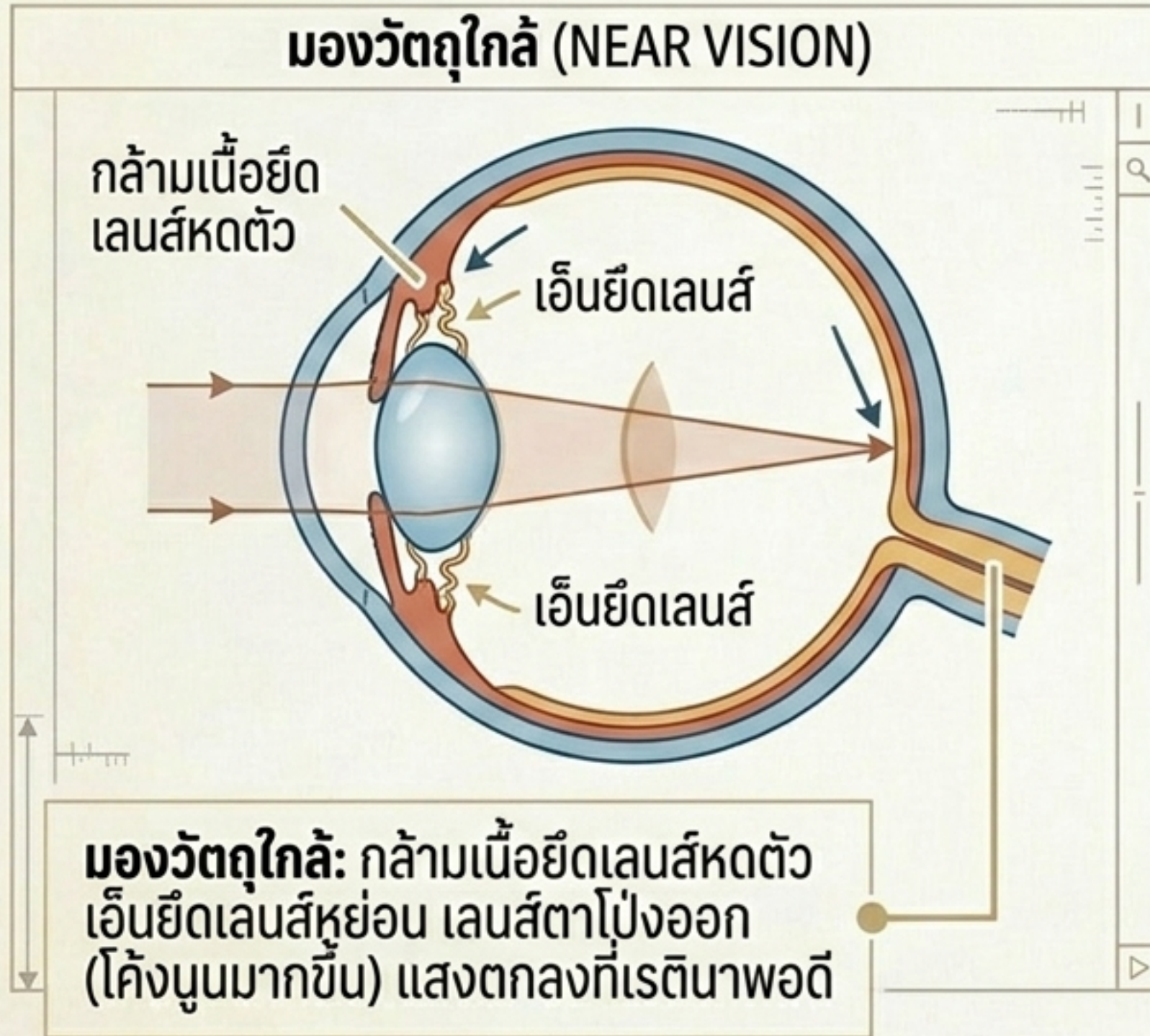


## การผสมสี:

สมองรับรู้สีอื่นๆ ที่มากกว่า 3 สีได้ ผ่านการกระตุ้นเซลล์รูปกรวยชนิดต่างๆ พร้อมกันด้วยระดับความเข้มแสงที่ต่างกัน

**ตัวอย่าง:** เมื่อเรามองเห็นวัตถุสีเหลือง เกิดจากเซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดงและเซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีเขียวสีเขียวถูกกระตุ้นพร้อมๆ กัน

# ระบบ Auto-Focus: การปรับความโค้งของเลนส์ตา



# ตารางวินิจฉัยความผิดปกติของสายตาและการแก้ไข

ความผิดปกติ	สาเหตุหลัก	ลักษณะการตกของแสง	เลนส์ที่ใช้แก้ไข
สายตาสั้น (Myopia)	กระจกตายาวกว่าปกติ หรือ กระจกตาผิดปกติ	 แสงตกก่อนถึงเรตินา	 เลนส์เว้า
สายตาวาว (Hyperopia)	กระจกตาสั้นกว่าปกติ	 แสงตกหลังเรตินา	 เลนส์นูน
สายตาวาวตามวัย (Presbyopia)	อายุเพิ่มขึ้น เลนส์ตาสูญเสียความยืดหยุ่น กล้ามเนื้อยึดเลนส์เสื่อมและหดตัวไม่ได้	มองวัตถุใกล้ไม่ชัด แสงตกหลังเรตินาเมื่อเพ่ง	 เลนส์นูน
สายตาเอียง (Astigmatism)	ความโค้งของกระจกตา ในแต่ละแนวไม่เท่ากัน	 แสงตกที่เรตินามากกว่าหนึ่งจุด	 เลนส์ทรงกระบอก

# การบำรุงรักษาระบบการมองเห็น

