

ตาบอดสี : ใครคิดว่าไม่สำคัญ

Color blindness: not a trivial thing

สุภาพร สุขสีเหลือง

Supaporn Suksileung

สถาบันพัฒนาการท่องเที่ยว เพื่อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

Institute of Ecotourism, Srinakarinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

*Corresponding author: supaporn@swu.ac.th

ลุงมา (นามสมมุติ) เกษียณจากงานมาหลายปี เป็นเพื่อนบ้านมีน้ำใจ บ้านใครจะตัดกิ่งไม้ แก๊วเครื่องไฟฟ้า เดินสายไฟเพิ่มหรือเปลี่ยนหลอดไฟ ลุงมาจะอาสาทำให้ฟรี แต่ก็มีเสียงเล่าจากเจ้าของบ้านบางคนว่า บางครั้งแกก็แก้ปัญหาให้ไม่ได้ ทำให้ช็อตหมดทั้งบ้าน ต้องเรียกช่างไฟจริง ๆ มาซ่อม

วันหนึ่งโทรศัพท์ที่บ้านของผู้เขียนเองมีปัญหา เมื่อช่างโทรศัพท์จากบริษัทมาเช็คดูแล้วบอกว่าปัญหาเกิดจากสายโทรศัพท์ภายในบ้าน นอกเหนือความรับผิดชอบ ต้องหาช่างมาซ่อมเอง พร้อมให้เบอร์ช่างโทรศัพท์ที่รู้จักให้ ช่วงนี้เองที่ลุงมาซึ่งจักรยานผ่านมาพอดีด้วยความมีน้ำใจลุงมารีบลงมาช่วยแก๊วปัญหาให้ในฐาณะวิศวกรเก่า ลุงมารีบมาแกะตลับขั้วต่อกล่องโทรศัพท์ (terminal box) ภายในบ้านที่มีสองเบอร์โทร แต่เสียเพียงเบอร์เดียว แล้วลองสลับเบอร์โทรไปมาหลายครั้ง เพื่อดูว่าปัญหาเกิดจากอะไร ผู้เขียนสังเกตเห็นว่าเวลาลุงมาจะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับตลับขั้วต่อโทรศัพท์ ลุงมาจะชะงักนิดหนึ่ง ทำท่าเล็งแล้วต่อสายโทรศัพท์ บางทีก็ต่อสายสีเขียวกับสายสีแดง แล้วบางทีก็ต่อสายสีแดงกับสีแดง สีเขียวกับสีเขียว ประมาณชั่วโมงหนึ่งผ่านไป ลุงมาก็ไม่สามารถแก๊วโทรศัพท์ให้ใช้งานได้ ผู้เขียนจึงบอกลุงมาว่าไม่เป็นไร จะตามช่างโทรศัพท์มาแก๊วเอง

หลังจากลุงมากลับไปแล้ว ผู้เขียนยกโทรศัพท์มาฟังมันเจิบเสียงใช้ไม่ได้ทั้งสองเบอร์ ทั้งที่ครั้งแรกเสียเพียงเบอร์เดียวเท่านั้น ด้วยความสงสัยจึงลองแกะกล่องขั้วต่อดู พบว่าลุงมาเขาต่อสายไฟสีเขียวจากนอกบ้านกับสีแดงที่ในกล่องขั้วต่อทั้งสองเบอร์ ผู้เขียนลองแก๊วสายไฟออกแล้วต่อใหม่โดยพันสายสีเขียวกับสีเขียว สีแดงกับสี

แดง แล้วลองฟังเสียงดู พบว่าโทรศัพท์เริ่มกลับมามีเสียงทั้งสองเครื่อง แต่สัญญาณสะดุด เมื่อช่างซ่อมโทรศัพท์ตัวจริงมาถึงก็ต้องเดินสายไฟใหม่ทั้งสองสายเพราะผลการต่อสายไฟสลับสีผิดเข้าไปมาทำให้สายโทรศัพท์ในบ้านเสียหายทั้งสองเบอร์ ! ฝีมือลุงมาจริง ๆ อ่านมาถึงตอนนี้ท่านผู้อ่านสงสัยสาเหตุความไม่แน่นอนของลุงมา ที่ทำการซ่อมเครื่องไฟฟ้าให้เพื่อนบ้านดีบ้างไม่ดีบ้าง ใช้ได้บ้าง ฟังบ้าง เพราะอะไร ? เฉลย เพราะลุงมาตาบอดสี แกเลยต่อสายไฟสลับสีบ้าง ถูกสีบ้าง ผิดสีบ้าง

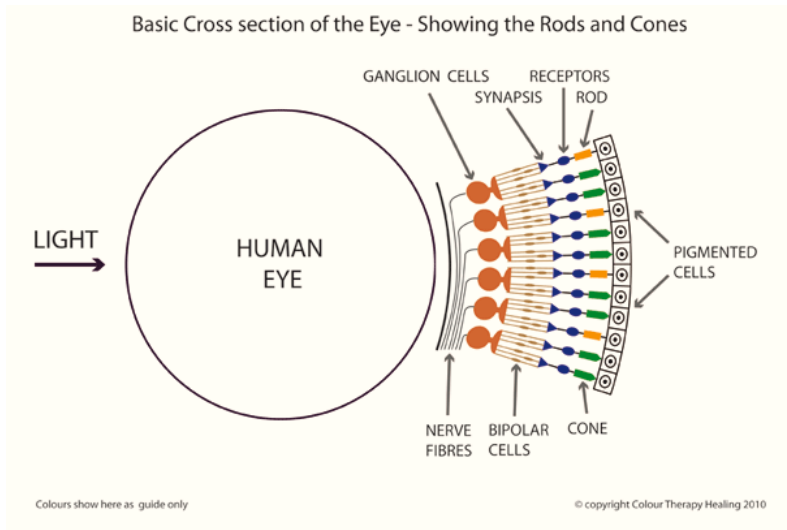
จอห์น ดาลตัน นักเคมีชาวอังกฤษ พบว่าตัวเองและพี่ชายเห็นแสงสีแตกต่างจากคนอื่น เขาเห็นสีแดงเป็นสีเดียวกับใบไม้ สีชมพูเป็นสีน้ำเงิน ดาลตันได้ขอให้เพื่อนนายแพทย์ของเขาที่ชื่อโจเซฟ แรนซัม ผ่าลูกตาของเขามาศึกษาสาเหตุเมื่อเขาเสียชีวิต นายแพทย์แรนซัมได้เก็บผนังเนื้อเยื่อลูกตาของดาลตันและรักษาสภาพไว้อย่างดี จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1994 จึงได้มีการศึกษาดีเอ็นเอ ก็พบว่าที่เรตินาของดาลตันขาดเซลล์รับแสงสีหนึ่งชนิดในจำนวนทั้งสิ้นสามชนิด

เจอร์มี นาธานส์จากมหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกินส์ เป็นผู้ศึกษาโปรตีนโรดอปซินที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นสี จากดีเอ็นเอของตัวเอง เขาพบยีนที่เกี่ยวข้องกับการเห็นสีอีก ๓ ยีน ยีนแรกอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ ๗ ยีนคู่ที่ ๒ และคู่ที่ ๓ อยู่บนโครโมโซมเอกซ์

เราเห็นแสงสีจากเซลล์รูปแท่ง (rod cell) และรูปกรวย (cone cell) ที่บุอยู่ตรงเปลือกลูกตาชั้นใน (ภาพที่ 1) นัยน์ตาแต่ละข้างจะมีเซลล์รูปแท่งประมาณ 120 ล้านเซลล์ และเซลล์รูปกรวยประมาณ 6-7 ล้านเซลล์

เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่ตรวจจับแสง ภาพสีดำ ขาวและเฉดสีเทา เซลล์รูปกรวยแต่ละเซลล์จะมีสารสีหรือโปรตีนออ

ปซินที่ทำหน้าที่รับคลื่นแสงสี แดง เขียว และ น้ำเงินซึ่งมีคลื่นแสง ยาว ปานกลาง และสั้นตามลำดับ



ภาพที่ 1 แสดงภาพวาดจำลองลูกตา และเซลล์รับแสงสี

(จาก <http://www.colourtherapyhealing.com/colour/colour-perception-how-we-see-colour>)

เมื่อแสงผ่านเข้ามาถึงนัยน์ตา เซลล์รูปแท่งและรูปกรวยที่อยู่ผนังด้านในจะผลส่งไปยังสมอง สมองจะประมวลผลเพื่อบอกให้เราทราบว่าสีที่เราเห็นนั้นมีสีอะไรบ้าง เซลล์โคนทั้งสามชนิดจะทำหน้าที่ร่วมกันแล้วส่งไปยังสมองให้รายงานผลออกมา เช่น เมื่อเซลล์โคนสีน้ำเงินกับสีแดงทำหน้าที่รับภาพได้ทั้งคู่ สมองก็จะบอกเราว่าสีนั้นคือสีม่วง ผู้ที่ตาบอดสีอาจจะสับสนในการระบุสี เพราะขาดเซลล์รูปกรวยชนิดใดชนิดหนึ่งในสามชนิด

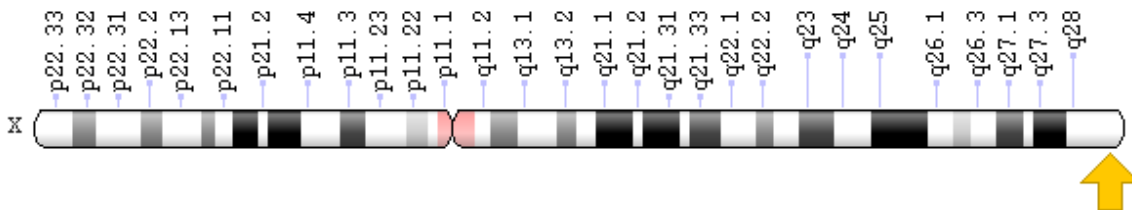
ตาบอดสีถูกควบคุมด้วยแอลลีลเดี่ยวจากยีนเดี่ยว ๓ คู่ (มีใช้คู่เดี่ยวแบบที่เคยเรียนมา)

เซลล์รูปแท่ง ทำงานโดยมีโปรตีนโรดอปซิน (ชื่อย่อRh1, OPN2 หรือ RHO)และวิตามินเอร่วม ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็นตอนกลางคืน ยีนที่ควบคุมคือ

ยีน OPN2 อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 3 ตำแหน่ง 3q22.1 หากยีนนี้ทำงานบกพร่องจะทำให้การมองเห็นในที่แสงน้อยหรือกลางคืนมีปัญหาเรียกว่าตาบอดแสง หรือตาบอดกลางคืน

เซลล์รูปกรวย มี 3 แบบต่างกันว่าโปรตีนออปซินทำให้มีการรับคลื่นสีต่างกัน

1. ออปซินแดง โดยยีน OPN1LW ทำหน้าที่รับแสงสีแดง ซึ่งเป็นช่วงแสงคลื่นยาวยีนนี้อยู่บนโครโมโซมเอกซ์ ตำแหน่ง Xq28 (ภาพที่ 2)
2. ออปซินเขียว โดยยีน OPN1MW ทำหน้าที่รับแสงช่วงคลื่นปานกลางยีนนี้อยู่บนโครโมโซมเอกซ์ ตำแหน่ง Xq28 ใกล้กับยีนออปซินแดง ดาลตันตาบอดสีเขียวจากความผิดปกติของยีนนี้ (ภาพที่ 2)
3. ออปซินน้ำเงิน โดยยีน OPN1SW ทำหน้าที่รับแสงช่วงคลื่นสั้นเฉดสีน้ำเงินยีนนี้อยู่บนออโตโซม 7q32.1



ภาพที่ 2 ตำแหน่งยีนตาบอดสีเขียวและแดงบนโครโมโซมเอกซ์ ตรงลูกศรชี้

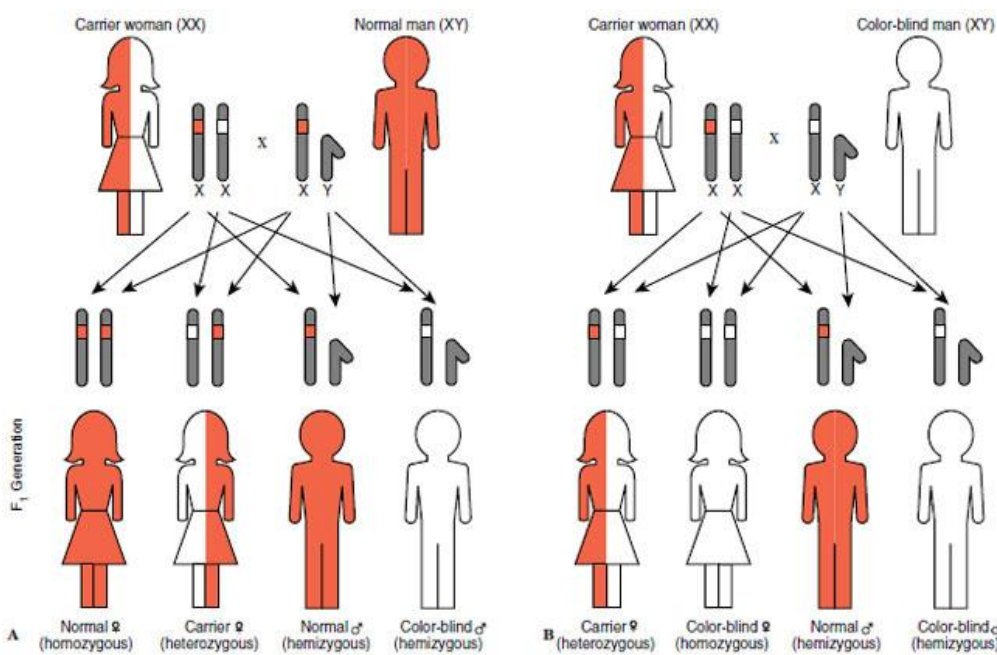
(จาก ghr.nlm.nih.gov/gene/OPN1LW)

งานวิจัยเรื่องตาบอดสีในระยะหลังยังพบยีนที่เกี่ยวข้องอีกหลายยีน ทำให้เข้าใจว่าสาเหตุของตาบอดสีอาจเกิดจากความผิดปกติทางอื่น เช่น จากการทำงานของเม็ดพลาตของเซลล์โคน การขาดหายไปของเซลล์โคน หรืออาจเกิดจากความผิดปกติทางช่องทางการสื่อสารจากเซลล์ไปยังสมองก็ได้ หมายความว่าอาจมียีนควบคุมการวิเคราะห์สีมากกว่าสามยีน เป็นไปได้ว่าในแต่ละยีนก็อาจมีมากกว่าสองแอลลีลด้วย (multiple alleles) อาจเกิดจากอุบัติเหตุ หรือการป่วยไข้

การมองเห็นสีแสงตามปกติแสดงว่าเซลล์โคนทั้งสามชนิดทำงานตามปกติ แต่ถ้าหากเซลล์โคนสีแดงผิดปกติ การมองเห็นสีที่มีสีแดงปนอยู่ด้วยย่อมเกิดความผิดปกติ ความผิดปกติส่วนใหญ่ที่พบในมนุษย์มักเกิดจากความผิดปกติในการแยกเจดสีเขียวและสีแดง ที่กล่าวกันว่าผู้ชายมีโอกาสตาบอดสีมากกว่าผู้หญิงจริงหรือไม่? ประมาณว่าในโลกนี้มีคนตาบอดสีเป็น

ผู้ชายประมาณร้อยละ 5-8 ผู้หญิงตาบอดสีมีประมาณร้อยละ 0.4 เท่านั้น

คำตอบ ถ้าเป็นยีนรับแสง/บอดแสงสีน้ำเงินที่อยู่บนออโตโซม โอกาสในการถ่ายทอดแอลลีลผิดปกติจากพ่อแม่สู่ลูกเป็นแบบเดียวกัน ทั้งพ่อและแม่มียีนนี้สองแอลลีลเท่ากัน ดังนั้นโอกาสที่ลูกสาวและลูกชายจะรับความผิดปกติจะมาจากแอลลีลด้อยที่พ่อและแม่ส่งมาให้ด้วยโอกาสเท่ากัน แต่ถ้าเป็นยีนบอดสีแดงหรือเขียว พบว่าผู้ชายที่ตาบอดสีจะมีจำนวนมากกว่าผู้หญิง เพราะในเพศหญิงจะมียีนนี้สองแอลลีล แต่เพศชายจะมียีนรับ/บอดสีเขียวหรือแดงเพียงแอลลีลเดียวบนโครโมโซมเอ็กซ์เท่านั้น ดังนั้นโอกาสที่ลูกชายจะตาบอดสีจึงมากกว่าลูกสาวสองเท่า เพราะลูกสาวมีแอลลีลบอดสีแอลลีลเดียวยังคงมีสายตาปกติ เพราะยังมีแอลลีลปกติอีกแอลลีลหนึ่งช่วยไว้ แต่ลูกชายมีแอลลีลผิดปกติเพียงแอลลีลเดียวก็จะตาบอดสีนั้นทันที เพราะมีโครโมโซมเอ็กซ์เพียงแท่งเดียว ดังแผนภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การถ่ายทอดพันธุกรรมของตาบอดสีเขียวหรือบอดสีแดงที่ถ่ายทอดทางโครโมโซมเอ็กซ์ (จาก <http://colourblindness.weebly.com/how-do-you-get-it.html>)

กรณีของลุงมาเป็นตัวอย่างหนึ่งซึ่งแสดงให้เห็นถึงความบกพร่องในการวินิจฉัยสี ซึ่งเป็นอันตรายต่อการทำกิจกรรมหรือประกอบอาชีพระดับน้อยถึงมาก ในอดีตมีหลายอาชีพที่กีดกันหรือห้ามผู้ที่ตาบอดสี เช่น ศิลปิน แพชชั่นดีไซเนอร์ ช่างฝีมือแรงงาน นักบิน แต่ภายหลัง

หลายประเทศเริ่มผ่อนปรนและให้ความคุ้มครองสิทธิของผู้ที่ตาบอดสี บางประเทศผลิตเครื่องเล่นเกมส์ขาวดำเพื่อคนตาบอดสี บางประเทศปรับปรุงร่างของกรอบไปสัณฐานจราจรเพื่อให้นักตาบอดสีได้สังเกตเห็นสัญญาณแทน ฯลฯ เพียงแต่ผู้ที่ตาบอดสีต้องใช้วิจารณญาณด้าน

อื่นประกอบก็จะช่วยให้การดำรงชีพของพวกเขาเป็นปกติเช่นบุคคลธรรมดาทั่วไปข้อได้เปรียบของผู้ที่ตาบอดสี

ในสมัยสงครามโลกครั้งที่สองอังกฤษและบางประเทศใช้ทหารที่ตาบอดสีในการลาดตระเวนตอนกลางคืน เพราะพวกเขาสามารถแยกภาพลวงตา หรือพรางตาได้ดีกว่าบุคคลปกติ สามารถรู้ว่่านัยน์ตาที่สะท้อนแสงว่าเป็นตามนุษย์หรือตาสัตว์ป่า สามารถสังเกตเห็นจุดหลบซ่อนที่พรางตาในภาพถ่ายได้ดีกว่าคนตาปกติ

เอกสารประกอบการเขียนบทความ

Lewis, Ric ki. 2015. Human Genetics; Concept and Applications. 11th ed. McGraw-Hill, N.Y. p.118-119.

[http://www.colourblindawareness.org/colour-](http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/inherited-colour-vision-deficiency/)

[blindness/inherited-colour-vision-deficiency/](http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/inherited-colour-vision-deficiency/)

[http://www.colourblindawareness.org/colour-](http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/causes-of-colour-blindness/)

[blindness/causes-of-colour-blindness/](http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/causes-of-colour-blindness/)

<http://colourblindnesss.weebly.com/how-do-you-get-it.html>

[http://www.colourtherapyhealing.com/colour/colour-](http://www.colourtherapyhealing.com/colour/colour-perception-how-we-see-colour)

[perception-how-we-see-colour](http://www.colourtherapyhealing.com/colour/colour-perception-how-we-see-colour)

<http://ghr.nlm.nih.gov/gene/OPN1LW>