

ใบความรู้ที่ 4

ความผิดปกติของโครโมโซมและยีน

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะเหมือนกัน และแตกต่างกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น อันเป็นผลจากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แต่ในบางกรณี เราอาจพบบุคคลที่มีลักษณะบางประการผิดไปจากปกติเนื่องจากความผิดปกติของโครโมโซมและยีน

โรคพันธุกรรม มีสาเหตุมาจากความผิดปกติของโครโมโซมและความผิดปกติของยีนดังนี้

ความผิดปกติของโครโมโซม ในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ต้องผ่านกระบวนการแบ่งเซลล์ ซึ่งโอกาสในการผิดพลาดน่าจะเกิดขึ้นได้แม้จะมีโอกาสไม่มากก็ตาม แต่ถ้าความผิดพลาดนี้เกิดขึ้นกับโครโมโซมในลักษณะที่ชิ้นส่วนของโครโมโซมขาดหายไปหรือเกินมาหรือจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนไปจากเดิม ย่อมจะส่งผลต่อลักษณะทางพันธุกรรม ทั้งนี้เพราะโครโมโซมเป็นที่อยู่ของยีนจำนวนมาก

ความผิดปกติของโครโมโซมย่อมก่อให้เกิดโรคพันธุกรรมต่างๆ ซึ่งความผิดปกติของโครโมโซมแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ความผิดปกติที่เกิดกับอโตโซม
2. ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซมเพศ

1. ความผิดปกติที่เกิดกับอโตโซม

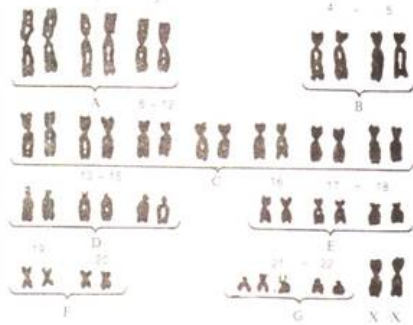
■ **ความผิดปกติที่เกิดกับอโตโซม** เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมของเซลล์ร่างกาย ซึ่งมีความผิดปกติอยู่ 2 ชนิด คือ

- **ความผิดปกติที่จำนวนอโตโซม** เป็นความผิดปกติที่จำนวนอโตโซมบางคู่เกินมา 1 โครโมโซมทำให้มีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายทั้งหมดเป็น 47 โครโมโซม ซึ่งความผิดปกติเหล่านี้มีลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. **กลุ่มอาการดาวน์ (Down's syndrome)** เกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม พบ 1 ในทารก 660 คน (พบในแม่ที่อายุ 35-45 ปี)

อาการ

- กะโหลกศีรษะเล็กกลม และท้ายทอยแบน ตัวนูน ค้างจุกแบน ตาห่าง หางตาชี้ขึ้น ลิ้นจุกปาก นิ้วมือสั้นป้อม มีเส้นลายมือขาด
- ปัญญาอ่อน มีไอคิวประมาณ 20-50 สมองและกล้ามเนื้อเจริญช้า
- หัวใจผิดปกติ เป็นโรคเกี่ยวกับระบบหายใจได้ง่าย
- ใบหน้ากลม คล้ายคลึงกันเองมากกว่าพี่น้อง



ภาพประกอบที่ 1 ลักษณะของภายนอกของกลุ่มอาการดาวน์

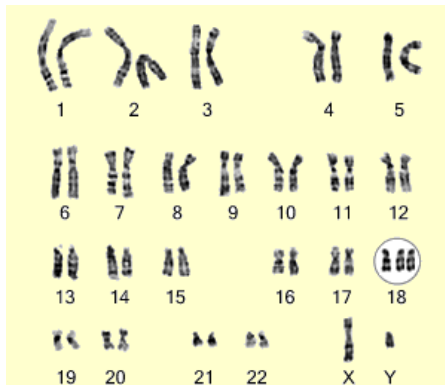


ภาพประกอบที่ 2 ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของกลุ่มอาการดาวน์

2. กลุ่มอาการเอ็ดวาร์ดส์ (Edward's syndrome) เกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 18 เกินมา 1 โครโมโซม อัตราการเกิดประมาณ 1 ใน 6,000 ของเด็กเกิดใหม่ที่มีชีวิตรอด มักเกิดกับมารดาที่มีอายุมาก

อาการ

- กะโหลกศีรษะมีรอยบุ๋ม หูแหลม คางเล็ก ปากแคบ ไขว่หูเล็กผิดปกติ ซ้อมือ ซ้อมเท้าบิด
- หัวใจผิดปกติ ปอดและระบบย่อยอาหารผิดปกติ
- อายุสั้น มีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 1 ปี



ภาพประกอบที่ 3 ลักษณะอาการของกลุ่มอาการเอ็ดวาร์ดส์

3. กลุ่มอาการพาทัว (Patau's syndrome) เกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 13 เกินมา 1 โครโมโซม อัตราการเกิดประมาณ 1 ใน 5,000 ของเด็กเกิดใหม่ที่มีชีวิตรอด



ภาพประกอบที่ 4 ลักษณะอาการของกลุ่มอาการพาทัว

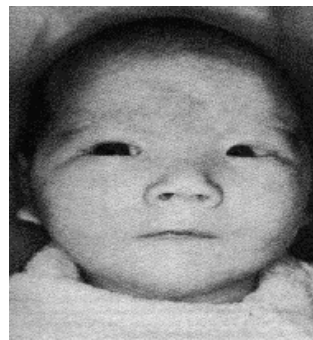
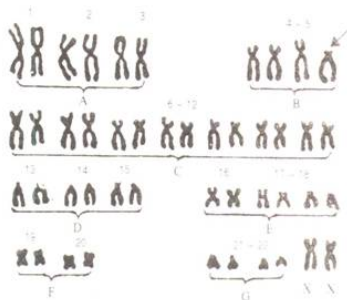
อาการ

- ศีรษะเล็ก ท้ายทอยโหนก คางเล็ก ใบหูผิดปกติและอยู่ต่ำกว่าปกติ ปากแหว่งเพดานโหว่
- มักมีนิ้วเกิน และอาจมีตาพิการหรือตาบอด
- หัวใจผิดปกติ อายุสั้น อายุไม่เกิน 1 ปี
- ปัญญาอ่อน
 - ความผิดปกติที่รูปร่างของโครโมโซม เป็นความผิดปกติที่อโตโซมบางโครโมโซมขาดหายไปบางส่วน ซึ่งความผิดปกติเหล่านั้นมีลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. กลุ่มอาการครีดูชาต์ (Cri-du-chat syndrome หรือ Cat-cry syndrome) เกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 5 มีรูปร่างผิดปกติไป 1 โครโมโซม โดยมีส่วนหนึ่งของโครโมโซมขาดหายไป

อาการ

- ศีรษะเล็กกว่าปกติ ใบหน้ากลม ใบหูต่ำกว่าปกติ ตาห่าง หางตาชี้ขึ้น คางเล็ก ดั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้น กล้องเสียงผิดปกติทำให้มีเสียงร้องแหลมเล็กคล้ายแมวร้อง
- มีการเจริญเติบโตช้า ปัญญาอ่อน
- หัวใจพิการแต่กำเนิด



ภาพประกอบที่ 5 ลักษณะอาการของกลุ่มอาการครีดูชาต์

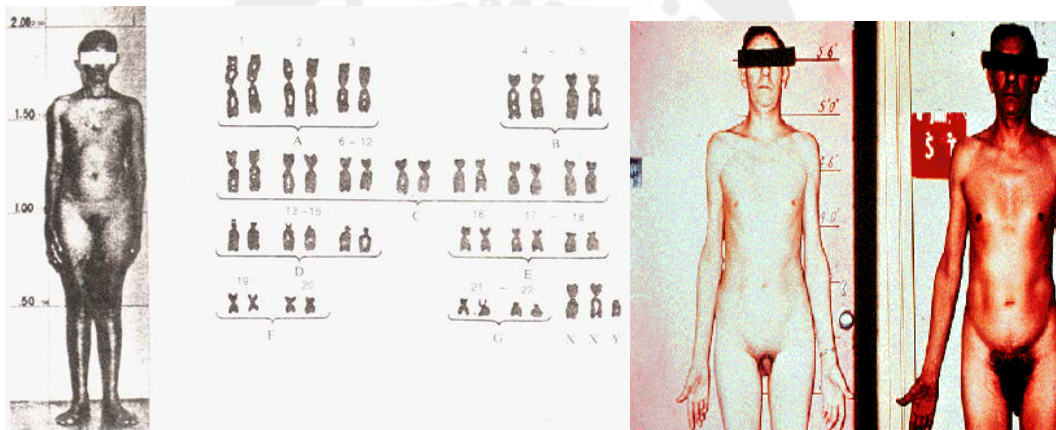
▪ **ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซมเพศ** ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซมเพศทำให้เกิดความผิดปกติของร่างกายได้ ความผิดปกตินี้ส่วนใหญ่จะเกิดจากจำนวนโครโมโซมเพศ คือ โครโมโซม X หรือ Y ขาดหายไป หรือเกินมาจากปกติ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติทั้งทางร่างกายและจิตใจต่าง ๆ กัน และยังสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเหล่านี้ไปสู่ลูกหลานอีกด้วย ความผิดปกตินี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซม X มี 2 แบบ ดังนี้

1. **กลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์ (Klinefelter's syndrome)** เกิดจากโครโมโซมเพศผิดปกติเกินกว่าคนปกติ 1 โครโมโซม คือ XXY มีประมาณ 1.3 ใน 1,000 ของผู้ชายมักเกิดกับแม่ที่มีอายุมาก

อาการ

- อ้วนทะเล็ก รูปร่างสูง หน้าอกโต เป็นหมัน
- มีสภาพทางสมอง และจิตใจระดับต่ำกว่าปกติ (ปัญญาอ่อน)

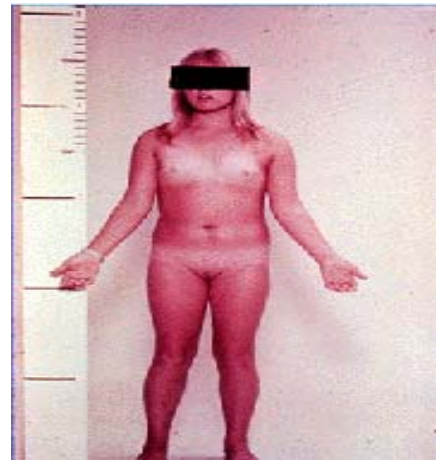
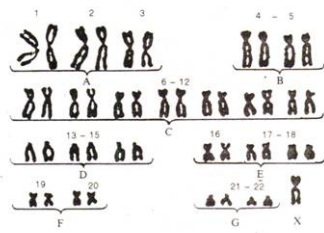


ภาพประกอบที่ 6 ลักษณะอาการของกลุ่มอาการไคลน์เฟลเตอร์

2. **กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ (Turner's syndrome)** เกิดจากโครโมโซมเพศผิดปกติ โดยมีโครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียว คือ XO พบในผู้หญิง

อาการ

- รูปร่างเตี้ย กระดูกอกกว้าง แบน หัวนมห่าง ที่บริเวณคอเป็นพังผืดกางเป็นปีก ข้อศอกงอมากกว่าปกติ ผมที่ท้ายทอยต่ำกว่าปกติ
- การเจริญของอวัยวะเพศไม่สมบูรณ์ ไม่มีประจำเดือน และเป็นหมัน
- ปัญญาอ่อน



ภาพประกอบที่ 7 ลักษณะอาการของกลุ่มอาการเทอร์เนอร์

ในเพศหญิง อาจมีโครโมโซมเพศเป็นแบบ XXX หรือ XXXX ทำให้มีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 47 โครโมโซม หรือ 48 โครโมโซม เรียกผู้ป่วยแบบนี้ว่า **ซูเปอร์ฟีเมล (Super female)**

ลักษณะของผู้ป่วย เป็นเพศหญิงที่มีลักษณะทั่วไปดูปกติ แต่สติปัญญาต่ำกว่าระดับปกติ ถ้าไม่
เป็นหมัน ลูกที่เกิดจากหญิงที่มีโครโมโซมแบบนี้ อาจมีความผิดปกติทางโครโมโซมเช่นเดียวกับแม่

ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซม Y

ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซม Y โดยมีโครโมโซม Y เกินมาจากปกติ โครโมโซมเพศจึง
เป็น XYY เรียกผู้ป่วยนี้ว่า **ซูเปอร์เมน (Super men)**

ลักษณะของผู้ป่วย เป็นเพศชายที่มีรูปร่างสูงใหญ่กว่าปกติ อารมณ์ร้าย โมโหง่าย แต่ก็มีบางราย
ที่มีจิตใจปกติและไม่เป็นหมัน

ความผิดปกติของยีน

ความผิดปกติของโครโมโซมที่เกินมาหรือขาดไปมีผลต่อความผิดปกติของร่างกาย และความ
ผิดปกติของโครโมโซมเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเกิดเฉพาะตัวบุคคล ไม่ถ่ายทอดไปยังลูกหลาน แต่ก็มีความ
ผิดปกติของโครโมโซมบางประเภทที่ถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นกระบวนการถ่ายทอดโดยผ่านหน่วยพันธุกรรม ที่
เรียกว่ายีน โดยยีนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ ดังนั้นความ
ผิดปกติที่เกิดจากยีน จึงเกิดได้ 2 ประเภท คือ ความผิดปกติของยีนบนออโตโซม และความผิดปกติ
ของยีนบนโครโมโซมเพศ

1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมโดยยีนเด่นบนออโตโซม

การถ่ายทอดนี้จะถ่ายทอดจากชายหรือหญิง ซึ่งมีลักษณะที่มียีนเด่นทั้งคู่ หรือมียีนเด่นคู่กับยีน
ด้อย นอกจากนี้ยังมีลักษณะผิดปกติอื่น ๆ ที่นำโดยยีนเด่น เช่น คนแคระ โรคเท้าแสบปม และกลุ่ม
อาการมาร์แฟน

2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมโดยยีนด้อยบนออโตโซม

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ผิดปกติซึ่งถูกควบคุมโดยยีนด้อย พบว่า เมื่อดูจากภายนอก ทั้งพ่อและแม่มีลักษณะปกติ แต่ทั้งคู่มียีนด้อยซึ่งควบคุมลักษณะผิดปกติแฝงอยู่ หรือเรียกว่า เป็นพาหะ (Carrier) ของลักษณะที่ผิดปกตินั้น เช่น โรคธาลัสซีเมีย ลักษณะผิวเผือก

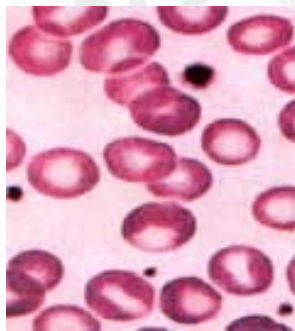
3. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ

เนื่องจากยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศเป็นยีนที่อยู่ในโครโมโซม X หรือ Y เช่น ตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย พันธุกรรมที่ถ่ายทอดของโครโมโซมเพศส่วนใหญ่อยู่บนโครโมโซม X จากการศึกษพบว่า มีโรคพันธุกรรมบางโรคที่ควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซม X ทำให้เพศหญิง ซึ่งมีโครโมโซม X อยู่ 2 แท่ง ถ้ามียีนผิดปกติที่ควบคุมโดยยีนเด่นอยู่ 1 ยีน จะไม่แสดงอาการของโรคพันธุกรรมนั้นให้ปรากฏ แต่ผู้หญิงจะเป็นพาหะของยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมนั้น ส่วนเพศชายมีโครโมโซม X อยู่ 1 แท่ง แม้ได้รับยีนด้อยที่ผิดปกตินี้เพียงยีนเดียวก็สามารถแสดงลักษณะของโรคพันธุกรรมนั้นให้ปรากฏได้

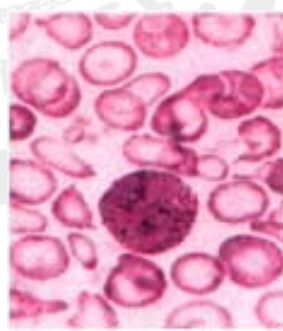
ความผิดปกติของยีนบนออโตโซม

1. โรคธาลัสซีเมีย

โรคเลือดจางธาลัสซีเมียเป็นโรคหนึ่งที่เกิดจากการที่ร่างกายมีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนผิดปกติ สำหรับการสร้างส่วนของเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่าย โรคนี้เป็นได้ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย พ่อและแม่จะเป็นผู้ถ่ายทอดยีนผิดปกตินี้ไปยังลูกพบผู้ป่วยเป็นโรคนี้ได้ทั่วโลก ในประเทศไทย มีผู้ป่วยโรคเลือดจางธาลัสซีเมียประมาณร้อยละ 1 ของประชากรและพบผู้ที่ยีนแฝง(พาหะ) ประมาณร้อยละ 40 ของประชากร



(ก)



(ข)

ภาพประกอบที่ 6 เม็ดเลือดแดงของคนปกติ (ก) เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยธาลัสซีเมีย

อาการ



เด็กที่เป็นโรคเลือดจางธาลัสซีเมีย จะมีอาการ ซีด ตาเหลือง ตัวเหลือง ตับโต ม้ามโต แคระแกรน หน้าตาอาจเปลี่ยนแปลง จมูกแบน ฟันบนยื่นและท้องป่อง ร่างกายเติบโตช้ากว่าปกติ กระดูกเปราะหักง่าย จะเจ็บป่วยบ่อยๆ ทำให้ขาดเรียนเป็นประจำ ทั้งยังเป็นภาระของครอบครัว เพราะจะต้องเสียเงินค่าดูแลรักษาพยาบาลไปอีกนาน เพราะโรคนี้รักษายาก โรคเลือดจางธาลัสซีเมียแบ่งได้เป็นหลายชนิด

- ชนิดรุนแรงมาก ทำให้ทารกตายตั้งแต่อยู่ในครรภ์
- ชนิดที่ทำให้ผู้ป่วยซีดมากต้องได้รับเลือดประจำ
- บางชนิดแทบไม่มีอาการผิดปกติ เพียงซีดเล็กน้อย

ภาพประกอบที่ 7 ผู้ป่วยธาลัสซีเมีย

2. ลักษณะผิวเผือก (Albino)

ผิวเผือกเกิดจากการขาดเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินในเซลล์ผิวหนัง ทำให้เส้นผม นัยน์ตา และเซลล์ผิวหนังมีสีขาว



ภาพประกอบที่ 8 เด็กที่เกิดมามีลักษณะผิวเผือก

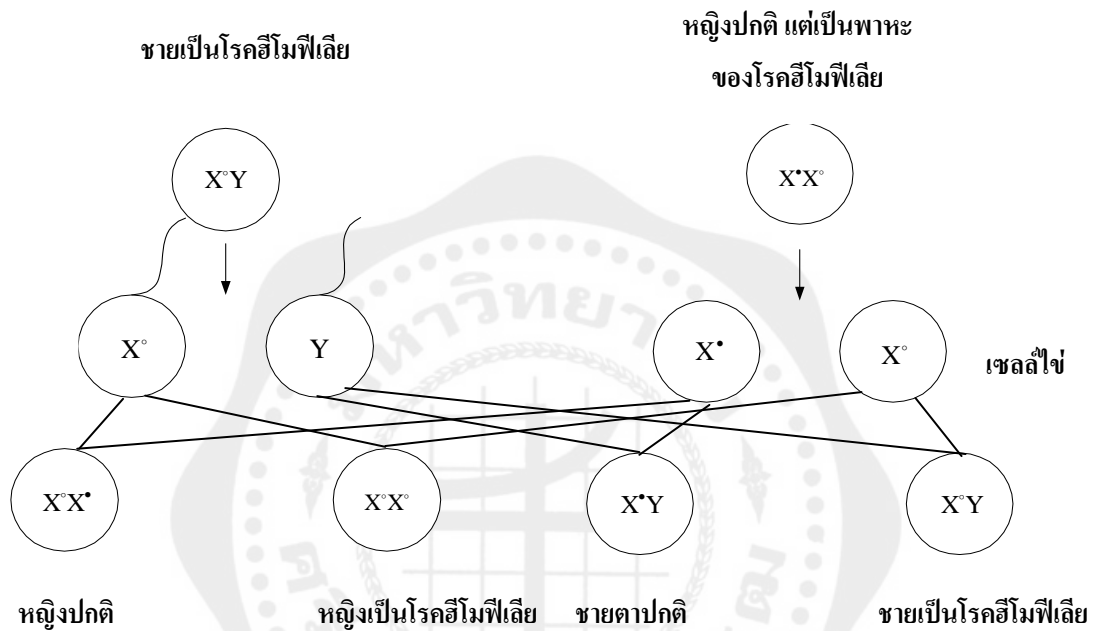
ความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมเพศ

1. โรคฮีโมฟีเลีย

ฮีโมฟีเลีย เป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับระบบการแข็งตัวของเลือด ทำให้มีอาการเลือดออกง่ายและหยุดยาก ซึ่งจะเป็นมาแต่กำเนิด ในโรคนี้ พบได้ประมาณ 1 ใน 1-2 หมื่นคน

เป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมโดยยีนด้อยบนโครโมโซม X ดังตัวอย่าง

- กำหนดให้
- = ยีนปกติ
 - = ยีนเป็นโรคฮีโมฟีเลีย



ภาพประกอบที่ 9 แสดงการถ่ายทอดลักษณะของโรคฮีโมฟีเลีย

จากรูป สรุปได้ดังนี้

- 1) ลูกที่เกิดมาแต่ละคนมีโอกาสเป็น โรคฮีโมฟีเลียร้อยละ 50
- 2) ลูกที่เกิดมาแต่ละคนมีโอกาสปกติ และไม่เป็นพาหะของโรคฮีโมฟีเลียร้อยละ 25 หรือประมาณ 1 ใน 4
- 3) อัตราส่วนของลูกหญิงและลูกชายที่เป็น โรคฮีโมฟีเลียเป็น 1 : 1

อาการ

ผู้ป่วยจะมีอาการเลือดออกง่ายเป็น ๆ หาย ๆ มาตั้งแต่เด็ก มักจะเริ่มมีอาการเมื่อเด็กเริ่มเคลื่อนไหวด้วยตนเอง (หลังอายุ 6 เดือนขึ้นไป) มักจะออกเป็นเป็นจ้ำใหญ่ (ไม่เป็นจุดแดง) หรือออกเป็นก้อนนูน โดยมักเกิดจากการกระทบกระแทกเล็ก ๆ น้อย ๆ บางคนอาจมีบาดแผล (เช่น มีคบาด) และมีเลือดออกนาน และหยุดยากบางคนอาจมีเลือดออกในกล้ามเนื้อ จนซีดและช็อก บางคนอาจมีเลือดออกโดยเกิดขึ้นเองก็ได้ ที่มีอันตรายร้ายแรง คือ อาจมีเลือดออกเองในข้อ (ที่พบได้แก่ ข้อศอก ข้อเข่า ข้อมือ ข้อเท้า) ทำให้มีอาการปวดบวม แดง ร้อน คล้ายข้ออักเสบ หากไม่ได้รับการรักษา อาจทำให้ข้อติดแข็งพิการได้ ถ้ามี

เลือดออกในกล้ามเนื้อของคอหรือกล่องเสียง ทำให้กดหลอดลม อาจมีอันตรายถึงตายได้ ถ้ามีเลือดออกในสมอง อาจทำให้ผู้ป่วยตายได้

2. โรคนตาบอดสี โดยปกติแล้วตาคนเราจะมีเซลล์รับแสงอยู่ 2 กลุ่ม

- กลุ่มแรกเป็นเซลล์รับแสงที่รับรู้ถึงความมืด หรือสว่างไม่สามารถแยกสีออกได้ และมีความไวต่อการกระตุ้นแม้ในที่ที่มีแสงเพียงเล็กน้อย

- กลุ่มที่สองเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่มองเห็นสีต่าง ๆ โดยจะแยกได้เป็นเซลล์อีก 3 ชนิด ตามระดับคลื่นแสงหรือสีที่กระตุ้น คือ เซลล์รับแสงสีแดง เซลล์รับแสงสีน้ำเงิน และเซลล์รับแสงสีเขียว สำหรับแสงสีอื่นจะกระตุ้นเซลล์ดังกล่าวมากกว่าหนึ่งชนิดแล้วให้สมองเราแปลภาพออกมาเป็นสีที่ต้องการ เซลล์กลุ่มนี้จะทำงานได้ดีต้องมีแสงสว่างเพียงพอ

สาเหตุ

โรคนตาบอดสี พบได้ประมาณ 8% ของประชากร แบ่งเป็น กลุ่มที่เป็นตั้งแต่กำเนิดที่พบได้บ่อยที่สุด คือ กลุ่มที่บอดสีเขียว-แดง พบได้ประมาณ 5 – 8 % ในผู้ชาย และ 0.5 % ในผู้หญิง

ส่วนในกลุ่มคนที่ตาบอดสีภายหลัง มักเกิดจากโรคทางจอประสาทตา หรือโรคเส้นประสาทตาอักเสบ มักจะเสียสีแดงมากกว่าสีอื่นและอาจเสียเพียงเล็กน้อย คือ คูสีที่ควรจะเป็นนั้นมืดกว่าปกติ หรืออาจแยกสีนั้นไม่ได้เลยก็ได้ พบได้ในเพศชายและเพศหญิงเท่า ๆ กัน



ภาพประกอบที่ 9 การมองเห็นสีและการทดสอบการมองเห็นสี

ลักษณะการมองเห็นสี

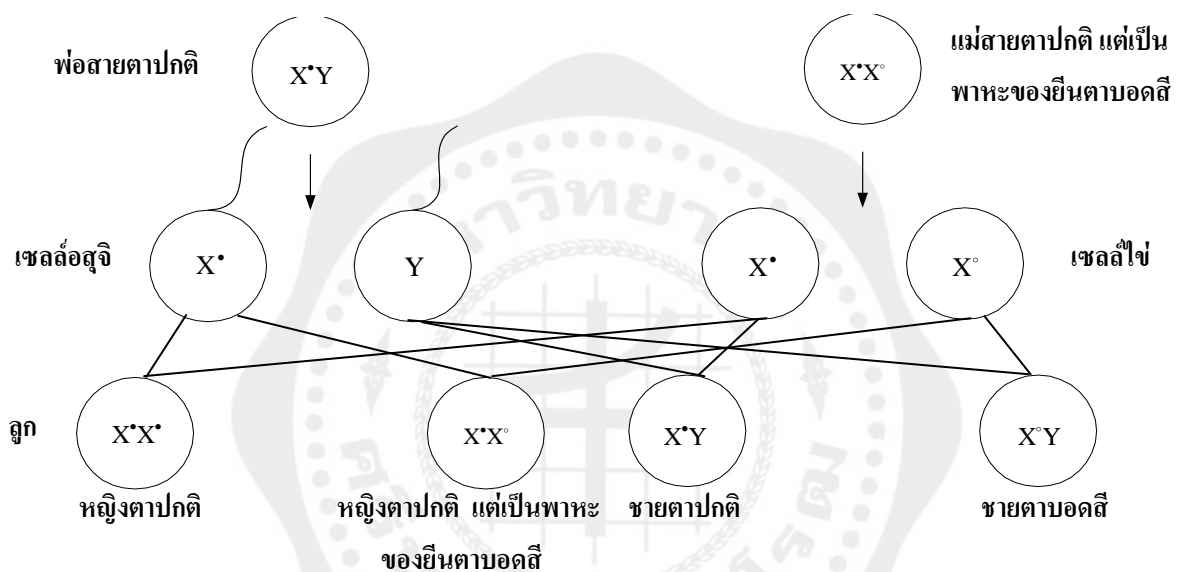
“ตาบอดสี” เป็นอาการที่เพียงแต่เห็นสีผิดไปจากสีที่เป็นจริง ไม่ใช่มองไม่เห็นสีเลย คนที่ตาบอดสีส่วนใหญ่ เรียกสีถูก บอกความแตกต่างของไฟจราจรได้ และส่วนใหญ่ทำงานได้เหมือนคนปกติ คนที่ตาบอดสีจนมองเห็นโลกเป็นภาพขาว-เทา-ดำ นั้น พบได้น้อยมากและมักมีปัญหาทางสายตาร่วมด้วย

ตาบอดสีแบ่งได้หลายระดับ โดยทั่วไปเราแบ่งตามความผิดปกติของเซลล์รับแสง (สี) เป็น ตาบอดสีแดง ตาบอดสีเขียว และตาบอดสีน้ำเงิน

ตาบอดสีใด คือ การขาดเซลล์ที่รับแสงสีนั้น หรือเซลล์ที่รับสีทำงานบกพร่องนั่นเอง ดังนั้นแสงที่ได้รับจะกระตุ้นเฉพาะเซลล์ที่เหลือเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีตาบอดสีบางประเภทที่มีความผิดปกติของเซลล์รับสีมากกว่าหนึ่งตัวหรือไม่มีเซลล์รับสีเลย คนกลุ่มนี้จะแยกสีไม่ได้เลย และมักมีสายตาที่ผิดปกติร่วมด้วย

ตาบอดสี เป็นการถ่ายทอดลักษณะตาบอดสีที่ควบคุมโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซม X ลักษณะตาบอดสีเป็นยีนด้อย ชายตาปกติ (XY) แต่งงานกับหญิงตาปกติที่มียีนตาบอดสี (X^*X^*) แฝงอยู่ ดังนั้นลูกที่เกิดมามีโอกาสเป็นพาหะของตาบอดสีตามสัดส่วน ดังรูป

กำหนดให้ • = ยีนตาปกติ
 ° = ยีนตาบอดสี



ภาพประกอบที่ 8 แสดงการถ่ายทอดลักษณะตาบอดสี

จากรูป สรุปได้ดังนี้

- 1) ลูกแต่ละคนที่เกิดมามีโอกาสตาบอดสีร้อยละ 25 หรือ 1 ใน 4
- 2) ลูกแต่ละคนที่เกิดมามีโอกาสตาปกติร้อยละ 75 หรือ 3 ใน 4
- 3) อัตราส่วนของลูกหญิงและลูกชายมีโอกาเป็นพาหะของยีนตาบอดสี 1 : 1 หรือร้อยละ 50

วิธีการทดสอบการมองเห็นสี

วิธีการทดสอบการมองเห็นสี มีหลายวิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ Ishihara test เป็นวิธีการตรวจอย่างคร่าวๆ อาศัยการแยกแยะระหว่างสีเขียวกับสีแดง เครื่องมือประกอบด้วยแผ่นภาพ 24 แผ่น แต่ละแผ่นประกอบด้วยวงกลมที่มีสีหลักเรียงกันเป็นตัวเลข หรือเส้นคดไปมารอบๆ ตัวเลข หรือมีวงกลมขนาดไล่เลี่ยกัน แต่เป็นสีที่ทำให้สับสน ถ้าสามารถอ่านตัวเลขและลากเส้นได้ถูกต้องทั้งหมด แสดงว่าการมองเห็นสีเป็นปกติ แต่ถ้าอ่านผิดแสดงว่าการเห็นสีผิดปกติ