

Concept 14-3

เนื้อหา: อวัยวะรับสัมผัส

- ก. นัยน์ตาและการเห็นภาพ
- ข. หูและการรับฟัง
- ค. จมูกและการดมกลิ่น
- ง. ลิ้นและการชิมรส
- จ. ผิวหนังและการสัมผัส

1. ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ช่วยป้องกันอันตรายให้กับลูกนัยน์ตา
 - 1.1. คิ้ว, ขนตา \Rightarrow กันฝุ่น
 - 1.2. หนังตาบนปิดขนหนังตาล่าง \Rightarrow กันอันตราย
 - 1.3. น้ำตา (ต่อม-ขอบบนหางตา, ท่อขับน้ำตา-หัวนัยน์ตา \rightarrow โพรจจุมุก) \Rightarrow ชุ่มชื้น + เอนไซม์ฆ่าจุลินทรีย์, น้ำมันเคลือบ
2. ผนังหุ้มลูกนัยน์ตา (ϕ 2.5 cm) - จากเปลือกเข้าแก่น

sclera	<ul style="list-style-type: none"> ● เหนียว, ไม่ยืดหยุ่น ● ชั้นตาขาว ● กระจกตา (cornea, ตาดำ) \Rightarrow หน้าสุด sclera, โปร่งใส, ไม่มีเส้นเลือดมาเลี้ยง (ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปลูกถ่ายกระจกตาสำเร็จสูง), จุดแรกที่แสงหักเห, ฝ้าที่บ (ตาดำ)-มองไม่เห็น-ผ่าตัดเปลี่ยนนัยน์ตา, การบริจาคดวงตา
choroid	<ul style="list-style-type: none"> ● เลือดมาเลี้ยง, ลำเลียงสารอาหารให้เรตินา ● รงกัวิตถุ (ป้องกันแสงทะลุผ่านเรตินาไปด้านหลังโดยตรง, สีดำ) ● ม่านตา (iris) = diaphragm กล้องถ่ายรูป \Rightarrow ทำให้เกิดรูม่านตา/pupil, สว่างน้อย รัศมีหด pupil เปิดกว้าง ◇ ม่านตาแต่ละคน อาจมีสีแตกต่างกัน ขึ้นกับพันธุกรรม ในบางคน ม่านตาไม่มีรงกัวิตถุ จะลืมตาในที่ที่มีแสงสว่างมาก ๆ ไม่ได้ มักจะหรี่ตา เช่น คนเผือก (ม่านตาสีแดง-เส้นเลือด)
retina	<ul style="list-style-type: none"> ● rod cell (แท่ง-อยู่นอกกว่า/ด้านรับแสง) + cone cell (กรวย-สั้นกว่า) ● ในขณะที่แสงสัว rod และ cone จะทำงานร่วมกัน ● fovea centralis \Rightarrow บริเวณเห็นภาพชัดสุด, แอ่ง เล็ก ๆ สีเหลือง ตรงกลาง retina, ตรงข้ามกับ pupil, มี cone cell อยู่หนาแน่นมากกว่าบริเวณอื่น ๆ และ มากกว่าเซลล์รูปแท่ง ● blind spot \Rightarrow จุดบอด \Rightarrow ตำแหน่งที่ optic nerve เข้า retina, axon มากสุด, ก่อนไปด้านจุมุก, ไม่มีทั้งเซลล์รูปกรวยและแท่ง ● ภาพที่ตกที่เรตินาเป็นภาพจริงหัวกลับ <div style="text-align: center;"> </div>

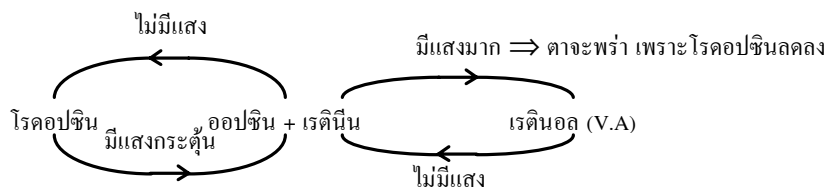
CONCEPT 14-3

เซลล์รับแสง (photoreceptor)	
เซลล์รูปแท่ง : rod cell	เซลล์รูปกรวย : cone cell
125 ล้านเซลล์/ข้าง	7 ล้านเซลล์/ข้าง
ทำงานได้ดีขณะแสงสลัว ⇒ ไวต่อแสงมาก	ทำงานได้ดีขณะแสงมาก
พบมากในสัตว์ที่หากินกลางคืน	พบมากในสัตว์ที่หากินกลางวัน (บางชนิดมีแต่เซลล์รูปกรวย)
ภาพไม่มีรายละเอียด บอกความแตกต่างของสีไม่ได้ เป็นโครงร่างขาวดำ	ภาพมีสีสัน (บอกความแตกต่างของสีต่าง ๆ ได้) ละเอียด
ไวต่อแสงสีเขียวมากที่สุด	ไวต่อแสงสีน้ำเงิน เขียว แดง มาก
หนาแน่นมากที่สุด ทางด้านข้างของ retina และ ลดน้อยลง เมื่อเข้าใกล้ใจกลาง retina	หนาแน่นมากที่สุด บริเวณ fovea (ใจกลาง retina) เมื่อออกด้านข้างจะลดน้อยลง
ภายในมีรงควัตถุ rhodopsin (visual purple) สีม่วงแดง ประกอบขึ้นจาก โปรตีน opsin + cis-retinene (อนุพันธ์ของ V.A)	ภายในมีรงควัตถุ iodopsin iodopsin ⇒ เรตินีน + โปรตีน (ที่แตกต่างจาก opsin)

1. เลนส์ตา, แก้วตา (lens) ⇒ เซลล์ใส, gel, ไม่มีเส้นเลือดหล่อเลี้ยง

	วัตถุอยู่ไกล	วัตถุอยู่ใกล้
		
เลนส์ตา	วงคล้าย รัศมีหด เลนส์แบน (far-bar)	วงหด รัศมีคลาย เลนส์ป่อง
กล้องถ่ายรูป	วัตถุอยู่ไกล : เลนส์ใกล้ฟิล์ม	วัตถุอยู่ใกล้ : เลนส์ไกลฟิล์ม

1. การรับภาพ



⇒ พลังงาน ⇒ I ⇒ optic nerve ⇒ cerebrum

◇ หลับตาทั้งสองข้าง เหลือบมองทางซ้าย ใช้นิ้วกดเปลือกตาซ้ายด้านใกล้จมูก จะเสมือนมีแสงวาบขึ้น ⇒ ใช้มือกระตุ้นแทนแสง

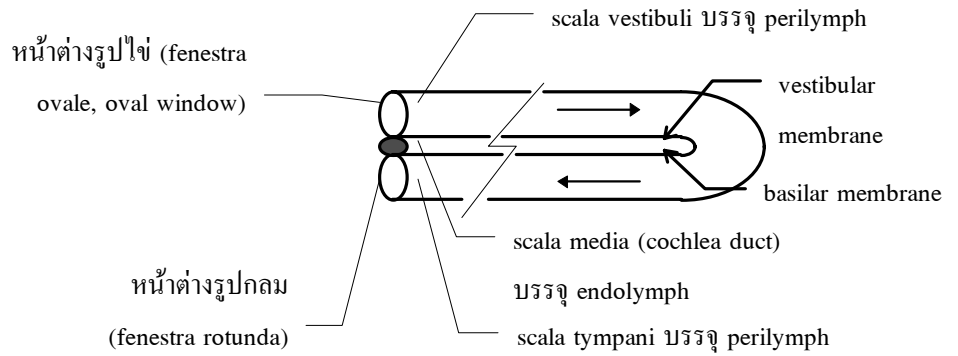
ตาบอดสี (colour blindness)	cone cell สีใดสีหนึ่งพิการ ทำงานไม่ได้, ส่วนมากพบ ตาบอดสีแดงและสีเขียว, ชายพบ 1/20 (5 %) หญิงพบ 1/200 (0.5 %) (ชายเป็นตาบอดสีได้มากกว่าหญิง 10 เท่า), ถ่ายทอดทางพันธุกรรมสายตายเป็นปกติ, เรตินาหรือประสาทตาผิดปกติ สายตาค่อย ๆ เสื่อมลงด้วย (พบไม่บ่อย) <ul style="list-style-type: none"> ● เขียว พิการ เห็น เขียวเป็นแดง ● แดงพิการ กระทบท เหลือง, ม่วง
สายตาสั้น (myopia, nearsighted)	ตกก่อนเรตินา เนื่องจาก กระจกตายาว, เลนส์โป่งไป ⇒ ใช้เลนส์เว้ายึดโฟกัส
สายตายาว (hypermetropia, farsighted)	ตกหลังเรตินา เนื่องจาก กระจกตาสั้น, เลนส์แบนไป ⇒ ใช้เลนส์นูน
สายตาเอียง (astigmatism)	ความโค้งของกระจกตาในแนวต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ⇒ แว่นตาเลนส์กบกล้วย (cylindrical lens) ซึ่งมีด้านหน้าเว้า และ ด้านหลังนูน

CONCEPT 14-3

<p>ข้อกระจก</p>	<p>เลนส์ตามีลักษณะขุ่นมัว และ ฝ้าฟาง , ส่วนใหญ่ มีสาเหตุมาจาก ความชรา \Rightarrow ใส่เลนส์ตาเทียม</p>
<ul style="list-style-type: none"> • แดง+เขียว \rightarrow เหลือง, เขียว+น้ำเงิน \rightarrow น้ำเงินเขียว, แดง+น้ำเงิน \rightarrow ม่วง • นัยน์ตาของคนเรา สามารถมองภาพได้ทั้งขาวดำ และ สี พร้อม ๆ กัน ในขณะที่กล้องถ่ายรูปทำไม่ได้ <ol style="list-style-type: none"> 1. หน้าที่ของหู \Rightarrow รับความถี่ของคลื่นเสียงในระดับต่าง ๆ + การทรงตัว 2. โครงสร้างของหู 	
<p>ส่วนนอก (external ear)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ใบหู (pinna) \Rightarrow รับและรวบรวมคลื่นเสียงให้ผ่านช่องหูส่วนนอก, ประกอบด้วย กระดูกอ่อนยืดหยุ่นได้ (elastic cartilage), พบเฉพาะในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเท่านั้น • ช่องหู, รูหู (external auditory canal) \Rightarrow มีขน และ ต่อมขี้หู (ceruminous gland) สร้างสารคล้ายขี้ผึ้งเคลือบไว้ผนังรูหูไม่ให้แห้ง และ เมื่อมีมากจะสะสมรวมกับผิวหนังในรูหูหลุดออกมาเองเป็นขี้หู (ไม่ควรแคะหูบ่อย ๆ เป็นการกระตุ้นต่อมสร้างสาร และอาจทำเชื้อแก้วหูขาด) • แก้วหู, เยื่อแก้วหู (tympanic membrane, ear drum, tympanum) \Rightarrow รับคลื่นเสียง แล้วเกิดการสั่นสะเทือน
<p>ส่วนกลาง (middle ear)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • eustacian tube \Rightarrow อยู่ด้านล่างของกระดูกหู เป็นโพรงติดต่อกับคอหอย ทำหน้าที่ ปรับ P + ระบายเสียงส่วนเกิน • นั่งรถขึ้นเขาสูง ๆ หูอื้อ \rightarrow อ้าปากปรับ P • คนเป็นหวัดหูอื้อ เพราะ eustacian tube อักเสบ ตีบ • กระดูกหู ข้างละ 3 ชิ้น (1,2 \rightarrow 3) \Rightarrow ค้อน (malleus), ทั่ง (incus), โกลน (stapes) \Rightarrow สั่นสะเทือนเพิ่มความถี่ของเสียง

CONCEPT 14-3

ส่วนใน (inner ear)



- อวัยวะเกี่ยวกับการทรงตัว (organ of equilibrium)
 - semicircular canals ⇒ หลอดครึ่งวงกลม 3 หลอด ตั้งฉากกัน + ภายในมีของเหลว endolymph หล่อเลี้ยง + ปลายพองเรียก ampulla + ติดต่อกับ utricle
 - receptor : hair cells อยู่ใน ampulla ทำให้เกิด crista โดย kinocilia และ stereocilia ของ hair cells ตรึงกับ cupula ซึ่งลอยอยู่ใน endolymph ⇒ รับรู้การเคลื่อนไหวในแนวราบ และการหมุนตัว (rotational movements of the head)
 - เมื่อศีรษะเคลื่อนไหว จะทำให้ endolymph เคลื่อน ผลัก cupula และ distorts the receptor
 - utricle (ถุง) และ saccule ⇒ otoconia-otoliths, การเอียงหัว
 - receptor : hair cell (ไวต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของศีรษะ และทิศทางการวางตัวของร่างกายที่เหมาะสม) รวมกลุ่มกัน อยู่ใน macula โดยตรึงกับ otoconia, otoliths (CaCO_3) ซึ่งจะดึงขนของ hair cell ไปในทางใดทางหนึ่งเวลาแก้มหรือตะแคงศีรษะ (ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก)
 - I → N-VIII → ก้านสมอง → cerebellum → สมองทราบการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของศีรษะ → ส่ง I ไปกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการทรงตัว รับรู้เกี่ยวกับตำแหน่ง และความสมดุลของร่างกาย เพื่อให้เกิดการตอบสนองที่เหมาะสมและรวดเร็ว ⇒ reflex action
- ◇ หมุนตัวไปรอบ ๆ เป็นเวลานาน ๆ แล้ว → ทรงตัวไม่ได้ เนื่องจาก endolymph ภายใน semicircular canal ยังเคลื่อนที่ ทำให้ receptor ยังทำงานอยู่
 - ◇ เราล้ม เพราะ สัญญาณจาก receptor ที่ semicircular canal ส่งไปควบคุมกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวทั้ง 2 ข้างของร่างกายทำงานไม่เท่ากัน
 - ◇ นั่งรถ เวียนขึ้นภูเขาสูง ๆ → เวียนศีรษะ เนื่องจาก semicircular canal ทำงานไม่ปกติ
- อวัยวะรับเสียง ⇒ cochlea ⇒ หลอดยาว (3 ห้อง) ขดซ้อนกันคล้ายกันหอย ภายในมีของเหลว
 - organ of corti ⇒ อยู่บน basilar membrane ประกอบด้วย hair cells (เซลล์ขน) ⇒ สัมผัสเสียง และส่งคลื่นของแรงสั่นสะเทือนไปยัง cochlear nerve ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ N VIII
 - พลังงานเสียง → พลังงานกล → พลังงานเคมีไฟฟ้า

CONCEPT 14-3

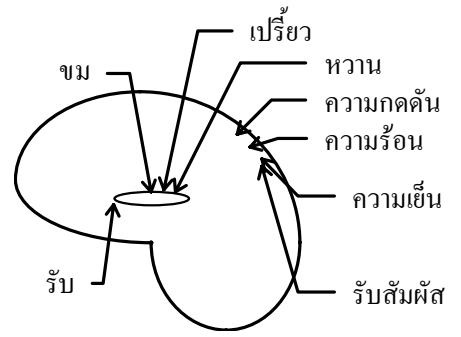
กลไกการเพิ่มความแรงของคลื่นเสียง	ระบบคานของกระดูกหู 1.3 เท่า + เยื่อแก้วหู 17 เท่า \Rightarrow คลื่นเสียงจากภายนอก เมื่อผ่านกระดูกหูในหูตอนกลางมาแล้ว จะเพิ่มความแรงของคลื่นเสียงเป็น $(17)(1.3) = 22$ เท่า
----------------------------------	--

1. หูของคน รับฟัง 0-120 dB
2. เสียงและอันตราย
 - 2.1. ความดังมาตรฐานของเสียง \Rightarrow ไม่เกิน 80 dB
 - 2.2. เกิน 70 dB 24 hr \rightarrow หูตึงใน 40 ปี
 - 2.3. เสียงที่ดังไม่มาก \rightarrow ความรำคาญ รบกวนสมาธิ ทำให้หงุดหงิด นอนไม่หลับ เกิดการผิดพลาดหรืออุบัติเหตุในการทำงานง่าย
 - 2.4. เสียงดังมาก \rightarrow อารมณ์เครียด เหนื่อยง่าย เวียนศีรษะ หัวใจเต้นเร็ว อารมณ์อ่อนไหวง่าย และอาจเกิดโรคจิต
 - 2.5. เกิน 85 dB (ทุกความถี่) 8 hr/day หรือ เกิน 100 dB (ทุกความถี่) 1 hr \rightarrow หูหนวก
 - 2.6. เครื่องบินพาณิชย์ 120 dB, รถบรรทุก 90-92 dB, โรงงานผลิตและแปรรูปเหล็ก 91-102 dB
3. ความพิการของหู
 - 3.1. การเสื่อมสภาพของเซลล์ประสาท หรือ เส้นประสาทรับเสียง (auditory nerve) เมื่อมีอายุมากขึ้น
 - 3.2. เยื่อแก้วหูขาดชั่วคราว, มีเชื้อโรคเข้าทำลายเยื่อในหู, กระดูกหูติดกันแน่น \Rightarrow คลื่นเสียงเมื่อผ่านเข้าไปหูแล้ว ไม่สามารถส่งสะเทือนต่อไปได้ \Rightarrow ถ้ามีเครื่องช่วยฟัง ก็จะได้ยินได้
 - 3.3. หัด ไอกรณ ปอดบวม
 - 3.4. กระดูกงอกภายในหูตอนใน \Rightarrow ขวางการนำเสียงภายในหู \Rightarrow ทำการผ่าตัดกระดูกดังกล่าว จึงจะรับฟังได้
 - 3.5. โรคซิฟิลิส \Rightarrow ทำลายอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินและการทรงตัว
 - 3.6. ยารักษาโรคบางชนิด \Rightarrow สเตอริโดมัยซิน กานามัยซิน \Rightarrow ทำลายเส้นประสาทรับเสียงและการทรงตัว
 - 3.7. การใช้ไม้หรือเหล็กแคะหู
- ◇ การมีขี้หูมากเกินไปได้ชี้ถึงความบกพร่องในการทำงานของหู
4. จมูกเป็นอวัยวะรับกลิ่น (olfactory receptor) จัดเป็น chemoreceptor
 - 4.1. กลิ่นจะผ่านเข้าสู่ olfactory cell ได้ 2 ทาง คือ ทางจมูก และ การระเหยของกลิ่นผ่านคอหอยขึ้นมา
 - 4.2. ในโพรงจมูกด้านบน มีเยื่อผิว (olfactory epithelium, olfactory membrane) ซึ่งมีความชื้นเคลือบอยู่ บริเวณนี้มีเซลล์รับกลิ่น (olfactory cell, bipolar) รวมกันอยู่ \rightarrow olfactory bulb \rightarrow CN-I (olfactory nerve) \rightarrow cerebrum จากการเรียนรู้และประสบการณ์จึงสามารถบอกกลิ่นได้
5. ในสัตว์บางพวก สามารถดมกลิ่นและจำกลิ่นได้ดี เพราะมีส่วนของ olfactory lobe เจริญดี
 - สุนัขมีความไวต่อกลิ่นมาก เพราะมีเซลล์ประสาทรับกลิ่นหนาแน่นมากในเยื่อโพรงจมูก
 - สุนัขมักชอบถ่ายปัสสาวะ และฉี่ตามกลิ่นไปตลอดทางที่เดินผ่านไป อาจเป็นไปได้ว่า ถึงแม้สุนัขจะอยู่ห่างไกลจากที่อยู่เดิม ก็อาศัยดมกลิ่นดังกล่าวนี้ กลับที่เดิมได้
6. ลิ้น \Rightarrow กลูกเคล้าอาหาร ในขณะที่เคี้ยว เพื่อจะได้อาหารถูกลูกเคล้ากับน้ำลายได้ดี + รับรส
 - 6.1. ปุ่ม papilla (ด้านบนลิ้น) \rightarrow ตุ่มรับรส (taste bud) เบรียว หวาน เค็ม ขม \rightarrow เซลล์รับรส (gustatory cells) : หน่วยรับรส \rightarrow CN-7,9 \rightarrow ศูนย์รับรสใน cerebrum \rightarrow แปลผล
 - คนเรา ไวต่อการรับรสขมมากที่สุด ขม
 - เผ็ด เป็นการทำให้เซลล์เกิดความระคายเคือง หากไร้รสไม่ คป คป

CONCEPT 14-3



- 1.1. การที่เรารู้หรือรับรสอาหารนั้น มีอวัยวะหลายส่วนเข้ามาเกี่ยวข้อง \Rightarrow รับกลิ่น ขม เปรี้ยว หวาน ความกดดัน ความร้อน ความเย็น รับสัมผัส
- 1.2. ขณะที่เป็นหวัดคัดจมูก เรามักจะกินอาหารไม่รู้รส เพราะ เราไม่ได้กลิ่นอาหาร ทั้งนี้ เนื่องจากการได้กลิ่น กับ การรับรส มีความสัมพันธ์กัน



- สมอง ถูกฝึกให้รับกลิ่นและรสพร้อมกันอยู่แล้วจนเคยชิน ดังนั้นเมื่อเป็นหวัด olfactory epithelium จึงเสื่อมไป และรับกลิ่นไม่ได้ เมื่อขาดการรับกลิ่น ถึงแม้ว่าลิ้นจะยังคงรับรสได้ แต่จะไม่รู้สึกอร่อย
- โดยทั่วไปแล้วเชื้อหวัดจะเข้าทำลายเยื่อบุผิวทั้งที่จมูก คอหอย และลิ้น แต่รสหวานยังคงรับได้ เพราะอยู่ที่ปลายลิ้น ส่วนรสขมที่โคนลิ้นรับไม่ได้

2. receptor (ปลาย dendrite ของ unipolar neuron) ที่ผิวหนัง

ปลายประสาทรับสัมผัส	หนาแน่นมากที่สุด, หนาแน่นมากที่สุดที่ปลายลิ้น, อยู่หนึ่งแฉ่ส่วนบน
ปลายประสาทรับแรงกด	อยู่ลึกสุดในชั้นหนังแท้
ปลายประสาทรับความเจ็บปวด	อยู่บนสุด ในชั้นหนังกำพร้า, ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
ปลายประสาทรับความเย็น	หนาแน่นน้อยที่สุด, อยู่หนึ่งแฉ่ตรงกลาง
ปลายประสาทรับความร้อน	อยู่ชั้นหนังแท้ส่วนบน

- ◇ หลัง, ต้นคอ มีปลายประสาทอยู่น้อย, ปลายลิ้น, ปลายนิ้ว มีปลายประสาทมาก, สันเท้า หนึ่งกำพร้าหนามาก+ ไม่มีปลายประสาทรับความรู้สึกใด ๆ มาถึง
- ◇ pain receptor มีมากที่สุดในร่างกายมนุษย์