

## บทที่ 16

# อวัยวะของการรับรู้จำเพาะ

อวัยวะของการรับรู้จำเพาะ คือ อวัยวะที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อม แล้วสามารถที่จะเปลี่ยนพลังงานที่มากระตุ้นให้เป็นกระแสประสาทได้ อวัยวะของการรับรู้เฉพาะ ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นต้น สำหรับในบทนี้จะกล่าวเฉพาะตาและหูเท่านั้น เนื่องจากผิวหนัง จมูก และลิ้น ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 10 11 และ 12

### ก. ตา (eye)

ตาเป็นอวัยวะที่รับรู้เกี่ยวกับการมองเห็น ตาอยู่ในเบ้าตา (orbit) ระหว่างกระดูกตา และลูกตาจะมีไขมันแทรกอยู่เพื่อป้องกันการสะท้อน ลูกตาคอนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ด้านนอกมีกล้ามเนื้อตา 6 มัด ทำหน้าที่ก่อกองตาไปมา

ผนังของตาประกอบด้วย 3 ชั้น คือ

1. fibrous tunic
2. vascular tunic (uvea)
3. inner tunic

1. **fibrous tunic** เป็นชั้นนอกสุดประกอบด้วย 3 ชั้น คือ

1.1 **sclera** ส่วนที่มองเห็นเป็นสีขาวทึบ

1.1.1 **episcleral layer** เป็นชั้นของ collagen และ elastic fiber มาเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ เป็นชั้นที่มีเส้นเลือดมาเลี้ยงมาก ชั้นนี้ติดกับส่วนตอนหน้าของหนังตา (conjunctiva) และส่วน sclera

1.1.2 **sclera proper** เป็นชั้นที่มีเส้นใย collagen มาก (elastic น้อยมาก) เป็นชั้นที่ติดต่อกับ extinsic muscle

1.1.3 **lamina fusca** เป็นชั้นที่มีรงควัตถุและ elastic fiber มาก เป็นช่วงต่อของส่วน sclera และ choroid

1.1.4 lamina cribrosa ส่วนของ sclera ที่เส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 (optic nerve) ผ่านทางด้านหลังของตา

1.2 cornea ส่วนที่เป็นลักษณะใสที่เรียกกระจกตา ประกอบด้วย 5 ชั้น คือ

1.2.1 corneal epithelium ชั้นนอกสุดเซลล์เป็น stratified squamous ซึ่งไม่มีการจับตัวแข็ง (keratinized) เซลล์ตอนล่างรูปร่างเป็น columnar แต่ส่วนบนจะโค้งและมีแขนง (process) แทรกเข้าไปที่เซลล์ข้างล่างได้ เซลล์ชั้นบนสุดเรียก surface cell ลักษณะแบนและกว้าง

1.2.2 Bowman's membrane เป็นชั้นใส มีเส้นใย collagen

1.2.3 corneal stroma (substantia propria) เป็นชั้นที่หนาที่สุด มีเนื้อที่ 90 เปอร์เซ็นต์ของ cornea ประกอบด้วยเส้นใย collagen เรียงตัวขนานกัน นอกจากนี้ยังมีปรากฏมีเซลล์ fibroblast และ lymphoid wandering cell ระหว่างเซลล์กับเส้นใยจะมี mucoïd cement ซึ่งได้แก่สาร chondroitin sulfate

1.2.4 descemet's membrane เป็นเนื้อเยื่อใส ๆ พวก elastic membrane

1.2.5 corneal mesenchymal epithelium ส่วนที่มี cell ชั้นเดียว ลักษณะเป็น cubical cell เป็นตัวเชื่อม cornea กับ sclera ที่เรียก limbus และเป็นส่วนที่มีเลือดมาเลี้ยงมากที่สุด

2. tunica vasculosa (uvea) เป็นชั้นที่มีเลือดมาเลี้ยงมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีเม็ดรงควัตถุชนิดที่เรียก melanin ประกอบอยู่ด้วย แบ่งออกเป็น

2.1 choroid ชั้นนี้เป็นชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมาเรียงตัวกัน และมีเซลล์ fibroblast, melanoblast และกล้ามเนื้อเรียบ บางชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียงซ้อนกันมีเส้นเลือดมาเลี้ยง ชั้นนี้ส่วนหน้าจะติดกับส่วนของ retina ที่เรียก ora serrosa

2.2 ciliary body ส่วนที่ choroid มาสิ้นสุดทางด้านหน้าของลูกตา เป็นส่วนที่เนื้อเยื่อเกิดเป็นวงหนารอบ ๆ สำหรับเป็นที่เกาะของ sensory ligament และเกิดเป็น ciliary process ซึ่งจะเป็จุดเริ่มของส่วน iris

2.3 iris มีลักษณะเป็น circular diaphragm อยู่ทางด้านหน้าของ lens มีรูเปิดเรียก pupil iris จะแบ่งระหว่าง cornea กับ lens ออกเป็น 2 ส่วน ด้านหน้าเรียก anterior

chamber ซึ่งจะมีเลือดมาเลี้ยง (endothelial lining) ด้านหลังเรียก posterior chamber จะบุด้วยเซลล์รงควัตถุ (pigment epithelium) ตาจะมีสีดำมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของ pigment epithelium นี้

รอบช่องที่แสงผ่าน (pupil) จะมีกล้ามเนื้อ 2 ชุด คือ sphincter muscle of pupil และ dilator muscle of pupil สำหรับช่วยหดตัวหรือขยายตัวของ pupil

3. inner tunic (tunica intima) ชั้นในสุดเป็นชั้นที่ประกอบด้วยระบบประสาท เพราะฉะนั้น บางที่เรียก nervous coat ซึ่งก็คือชั้น retina นั่นเอง retina เป็นแหล่งที่ไวต่อการรับภาพ ลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบางและโปร่งใส

retina แบ่งเป็นชั้น ๆ ดังนี้

3.1 pigmented epithelium เป็นเซลล์ชั้นเดียว ลักษณะเซลล์เป็นหลายเหลี่ยมภายในมีเม็ดรงควัตถุ

3.2 layer of rod and cone cells ชั้นของเซลล์ rod (ซึ่งเป็นเซลล์รูปทรงกระบอก) และ cone cell (เซลล์รูปขวด flask)

3.3 external limiting membrane ประกอบด้วยเส้นใยที่เรียก Muller's fiber

3.4 outer nuclear layer ชั้นที่มี nuclei ของเซลล์ rod และ cone รวมทั้งแขนงของ Muller fiber ด้วย

3.5 outer plexiform layer ส่วนที่ axon ของเซลล์ rod และ cone ติดต่อกับ dendrite ของ bipolar neuron

3.6 inner nuclear layer ชั้นที่มี nuclei ของ bipolar neuron และ associated neuron ที่เรียกว่า horizontal และ amacrine cell

3.7 inner plexiform layer ส่วน axon ของ bipolar ติดต่อกับ dendrite ของ ganglion cell และ amacrine cell

3.8 ganglion cell layer ชั้นของ multipolar neuron และ neuroglia ซึ่งเซลล์เหล่านี้มีแขนง dendrite ไปที่ inner plexiform layer เพื่อติดต่อกับเซลล์ประสาทอื่น ๆ

3.9 nerve fiber layer ชั้นแขนง axon ของ ganglion cell และแขนงของประสาทที่ชื่อว่า Muller cell

3.10 internal limiting membrane ชั้นของเส้นใยประสาท Muller

ตาของคนมีเซลล์ rod อยู่ประมาณ 125 ล้านเซลล์ และมี cone ประมาณ 6 ล้านเซลล์ ทั้ง rod และ cone ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสประสาท (photosensitive cell) โดยที่ rod จะมีปฏิกิริยาไวต่อแสงจำนวนน้อยและ cone ไวต่อปริมาณแสงเข้ม เซลล์ทั้ง rod และ cone จะมี 2 ขั้ว และเฉพาะตรง dendrite ที่มีความไวต่อแสง ส่วนอีกปลายหนึ่งจะต่อกับ bipolar cell

ganglion cell เป็นเซลล์ที่รับกระแสประสาทแล้วส่งต่อไปยังสมอง โดยที่หลาย ๆ axon ของ ganglion cell รวมกันเป็นเส้นประสาทใหญ่ (optic nerve) จุดที่เส้น optic nerve ผ่านไม่ปรากฏมีเซลล์ rod และ cone เพราะฉะนั้นจุดนี้จึงไม่สามารถรับภาพได้ เรียกเป็นจุดบอด (blind spot) ตำแหน่งที่รับภาพได้ชัดที่สุดของตาอยู่ที่ macula lutea ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสีเหลือง ตรงกลาง macula lutea จะมีแอ่งเล็ก ๆ ที่เรียก fovea centralis เป็นส่วนที่มี cone cell มากและเป็นจุดที่เห็นภาพได้ชัดที่สุด

เซลล์รับแสงจะบุอยู่ที่พื้นในของลูกตาและจะมาหมดตรงขอบหลัง ciliary body ซึ่งตำแหน่งนี้เรียกว่า ora serrata

#### ส่วนประกอบอื่น ๆ ภายในลูกตา

1. เลนส์ (lens) แก้วตา ลักษณะเป็น biconvex ประกอบด้วยเซลล์ใส มี elastic capsule หุ้มอยู่ แก้วตาสามารถที่จะหดตัวและยืดหยุ่นได้และทำให้แสงปรับแนวทางให้พุ่งไปหา retina รวมเป็นจุดเดียวได้ ทำให้สามารถมองเห็นใกล้หรือไกลชัดเสมอ เลนส์อยู่กับที่ได้โดยมี suspensory ligament ยึดอยู่ที่ขอบโดยรอบติดกับ ciliary body ส่วนโค้งของเลนส์ทางด้านหน้ามีน้อยกว่าด้านในซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับ vitreous humor

2. vitreous humor เป็นของเหลวลักษณะเป็นเมือกขาวใสมีดัชนีหักเหแสงสูงมาก ประกอบด้วยน้ำ 99 เปอร์เซ็นต์ มี hyaluronic acid และโปรตีนที่มีชื่อว่า vitrein ภายในส่วน vitreous body จะมีช่องว่างเล็ก ๆ ตั้งแต่ blind spot ไปจนถึงแก้วตา เรียกช่องนี้ว่า hyaloid canal ซึ่งเคยเป็นที่อยู่ของเส้นเลือดแดงขณะยังเป็นตัวอ่อน

#### หนังตา (eye lid)

หนังตาเป็นอวัยวะที่สำคัญทำหน้าที่ปิดป้องกันอันตรายต่อลูกตาและกวาดน้ำตาไปยังรูเปิดที่เรียก lacrimal punctum ทางด้านหัวตา เพื่อให้น้ำตาออกไปทางจมูก พื้นในของหนังตาเรียก conjunctiva palpebrarum เป็นเยื่อเมือกสีแดงอ่อน หนังตาของคน มี 2 ส่วนคือ หนังตาบน (ขนาดใหญ่) และหนังตาล่าง (ขนาดเล็ก) ที่ขอบตาตรง conjunctiva

palpebrarum ต่อกับผนังด้านนอกเป็นเนื้อเรียก tarsal plate ภายในมีต่อม meibomian gland ทำให้มีน้ำมันมาชะโลมขนตา

#### ต่อมน้ำตา (lacrimal gland)

ต่อมน้ำตาของคนอยู่ทางขอบตาบนของหางตา เป็นต่อมชนิด tubuloalveolar จากต่อมนี้มีท่อ lacrimal duct มาเปิดที่พื้นในหนังตาบริเวณนั้น นอกจากต่อมน้ำตาแล้วยังมีต่อมอื่นๆ อยู่ในบริเวณนั้นที่มีหน้าที่สร้างน้ำตาด้วย คือ gland of Krause, Wolfring's glands และ glands of Manz น้ำตาประกอบด้วยน้ำ มีเกลือชนิดต่าง ๆ และ mucin จำนวนเล็กน้อย น้ำตามีประโยชน์ทำให้ส่วน cornea และ sclera ชุ่มชื้น ช่วยล้างผองและสิ่งๆ ที่เข้าไปจากภายนอก นอกจากนี้ในน้ำตายังมี lysozyme ทำให้มีฤทธิ์เป็น antiseptic อ่อน ๆ สามารถฆ่าแบคทีเรียที่หลงเข้ามาในตาได้

#### ข. หู (ear)

หู เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน (phonoreceptor) และรักษาสมดุลของการทรงตัว (statoreceptor) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนนอก ส่วนกลาง และส่วนใน

##### 1. หูส่วนนอก(external ear) ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

1.1 ใบหู (auricle) ส่วนที่ประกอบด้วยกระดูกอ่อนชนิด elastic หุ้มด้วยผิวหนังทางด้านนอก

1.2 รูหู (external auditory meatus) ช่องในรูหูบุด้วย squamous epithelium และมีกระดูกอ่อนชนิด elastic และกระดูก (bone) เป็นส่วนค้ำจุน รูหูส่วนในเป็นโพรงของกระดูกขมับ ส่วนครึ่งในผิวหนังบางกว่าส่วนครึ่งนอก ที่ผิวหนังใกล้กับช่องหูข้างนอกมีขนและมีต่อม ceruminous gland สร้างสารซึ่งเป็นขี้หูออกมาเพื่อป้องกันไม่ให้มีสิ่งใดผ่านเข้าไป

2. หูส่วนกลาง (middle ear หรือ tympanic cavity) เริ่มจากเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) เข้าไปจนถึงหูส่วนใน ประกอบด้วยชั้นบาง ๆ ของ fibrous tissue และ membrane

ช่องหูส่วนกลางมีขนาดเล็กด้านที่อยู่ติดกับหูส่วนในมีกระดูกชั้นบางมาก (หนาประมาณ 1/24 นิ้ว) กั้นเป็นเขต ทางด้านล่างของ tympanic cavity มีหลอดที่เรียก eustachian tube ทอดออกไปเปิดเข้าคอหอยเพื่อเป็นทางเดินของอากาศเข้าออกจากหูส่วนกลาง ช่องของ eustachian บูดด้วย mucous membrane ตอนบนเซลล์เป็น simple ciliated columnar ที่เหลือเป็น pseudostratified ciliated columnar ในส่วน lamina propria มีต่อมน้ำ

เหลือง และชั้น mucosa ของผนังหลอดมีต่อมชนิด sero-mucous gland อยู่

ผนังของ tympanic cavity ด้านติดกับหูส่วนใน มีช่องเปิด 2 ช่อง และมีเยื่อบางชนิดเดียวกับเยื่อแก้วหูปิดกันอยู่ด้วย ช่อง 2 นี้ คือ fenestra ovale (fenestra vestibule) และ fenestra tympani

ภายในหูส่วนกลางมีกระดูก (ear ossicle) ชั้นเล็ก ๆ 3 ชั้น คือ กระดูกฆ้อน (malleus) กระดูกทั่ง (incus) และกระดูกโกลน (stapes) กระดูกเหล่านี้มีหน้าที่ขยายความสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงให้มากกว่าเดิม กระดูกเหล่านี้ยึดติดกับที่ได้โดยมีเอ็นและกล้ามเนื้อยึดให้ติดกับเยื่อแก้วหูและขอบของ fenestra ovale

### 3. หูส่วนใน (inner ear)

หูส่วนในเป็นที่อยู่ของอวัยวะรับเสียงและอวัยวะเกี่ยวกับการทรงตัว ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

#### 3.1 osseous labyrinth

#### 3.2 membranous labyrinth

3.3 osseous labyrinth หรือ bony labyrinth เป็นช่องซึ่งติดกับกระดูกขมับ ประกอบด้วยช่องและเส้น (canal) ดังนี้

##### 3.1.1 semicircular canals

##### 3.1.2 vestibule

##### 3.1.3 cochlea

3.2 membranous labyrinth เป็นถุง (sac) และหลอด (canal) ติดต่อกัน มีส่วนประกอบเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียก tunica propria ภายใน canal sac บุด้วย simple squamous epithelium ภายใน membranous labyrinth มีน้ำเหลืองหล่อเลี้ยงเรียกว่า endolymph และล้อมรอบด้วยน้ำหล่อเลี้ยงอย่างเดียวกันแต่เรียกว่า perilymph

##### 3.2.1 utricular region

##### 3.2.2 saccular region

utricular region เป็นบริเวณที่อยู่ของอวัยวะเกี่ยวกับการทรงตัวประกอบด้วย ถุง utriculus ซึ่งติดต่อกับ semicircular canal, semicircular canal เป็นกระดูกอ่อนลักษณะเป็นหลอดโค้ง 3 หลอด ภายในหลอดมี endolymph และที่ปลายเปิดสู่ utriculus มีส่วนพองโป่งออกหลอดละอันเรียก ampulla ampulla นี้ ภายในจะหนาตัวขึ้นเกิดเป็นสันที่เรียก cristae ampulla

ซึ่งประกอบด้วยเซลล์รับความรู้สึก (hair cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนยื่นเข้าไปใน endolymph และ supporting cell เซลล์ที่ไม่มีขน hair cell ดังกล่าวมีทางติดต่อกับปลายแขนงของ auditory nerve ภายใน ampulla มีเม็ดหินปูนเล็ก ๆ เรียกหินปูนนี้ว่า otolith (statolith) เมื่อมีการเอียงตัว endolymph จะไหลกระทบขนและ otolith ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนไปยังเซลล์รับความรู้สึก และทำให้ทราบว่าร่างกายเปลี่ยนไปจากท่าเดิม

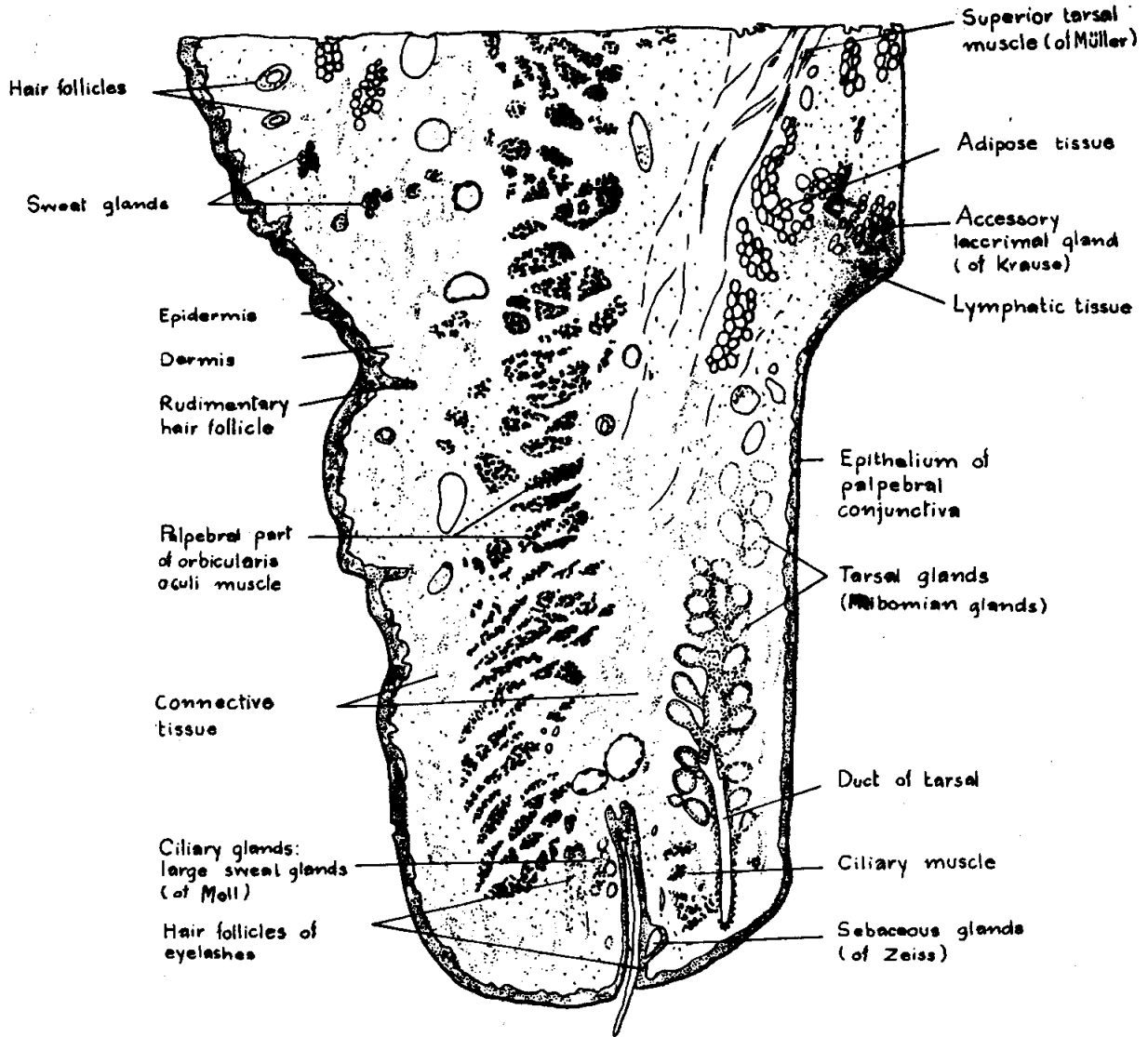
mucula เป็นส่วนของ membranous labyrinth ที่หน้าตัวขึ้น ส่วนนี้เนื้อเยื่อเป็น columnar cell และเซลล์นี้เปลี่ยนแปลงเป็น hair cell และ supporting cell แต่ต่างกับ hair cell ของ cristae ampulla (เวลาข้อมสียงจะเห็นว่า hair cell ของ cristae ampulla รวมเป็นกลุ่ม)

sacculus region ติดต่อกับ utricular region โดยท่อซึ่งเป็น membrane sacculus region เป็นที่อยู่ของอวัยวะการทรงตัวเช่นเดียวกัน ประกอบด้วยถุงที่เรียก sacculus ภายในมีส่วนประกอบของเซลล์รับความรู้สึก เช่นเดียวกับใน utricle แต่ที่ปลายของบริเวณนี้จะมีส่วนที่งอกออกมาเป็นหลอดยาว ลักษณะเหมือนกันหอย เรียกส่วนที่งอกออกมานี้ว่า cochlea ซึ่งเป็นที่อยู่ของอวัยวะรับเสียง

cochlea มีขนาดยาวประมาณ 35 มิลลิเมตร อยู่รอบ ๆ spongy bone ที่เรียก modiolus ซึ่งจะมีช่องของเส้นประสาทและเลือดเข้าไปเลี้ยงและมี spiral ganglion ซึ่งเป็นที่อยู่ของ bipolar cell สำหรับรับความรู้สึกส่งไปยังสมองอีกด้วย

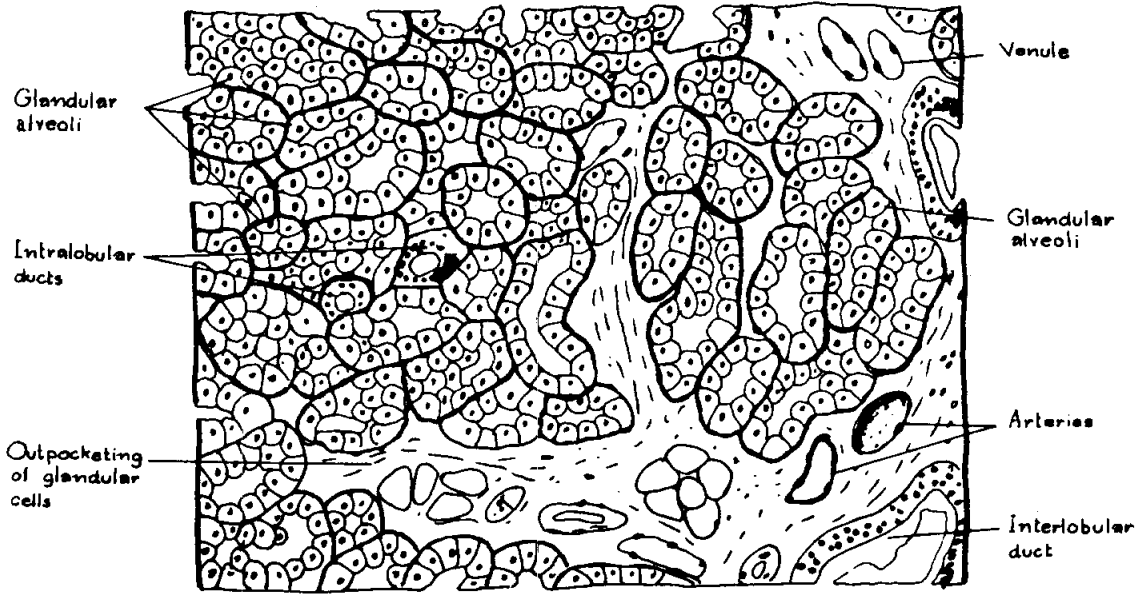
ถ้าตัดตามขวางของ cochlea ภายในแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ช่อง scala media, scala tympani และ scala vestibuli ระหว่าง scala vestibuli กับ scala media จะมี membrane กัน เรียก membrane นี้ว่า vestibular หรือ Reissner's membrane ส่วน scala tympani กับ scala vestibuli ในส่วนโคนของ cochlea จะแยกกันเป็นช่อง แต่ส่วนปลายติดต่อกันได้ ส่วนพื้นของ scala media และ scala tympani มีเยื่อเรียกว่า basilar membrane ซึ่งภายในมีเนื้อเยื่อที่ไวต่อการรับเสียง (sound sensitive) เรียกว่า organ of corti ส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์รูปเป็นแท่งยาวและมีขน (hair cell) ยื่นลงไปอยู่ใน endolymph ของ scala media ที่ hair cell มีเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 (auditory nerve) มาเลี้ยง ตอนบนของ organ of corti มีเนื้อเยื่อเรียงขนานกับเซลล์ของ organ of corti เรียกกลุ่มของเนื้อเยื่อนี้ว่า tectorial membrane ซึ่งเซลล์เป็น columnar ส่วนของ hair cell ใน organ of corti จะมาติดต่อกับ tectorial membrane ด้วย เหตุนี้เมื่อมีการเคลื่อนไหวของเยื่อนี้ (มี movement of tectorial membrane) ซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนของ endolymph จะทำให้เกิดการกระตุ้นแก่ hair cell ได้ และส่งกระแสความรู้สึกนี้สู่ศูนย์ของการได้ยิน (center of hearing) ในสมองส่วน cerebrum ทำให้เกิด การได้ยินเสียงได้

EYELID (SAGITTAL SECTION)

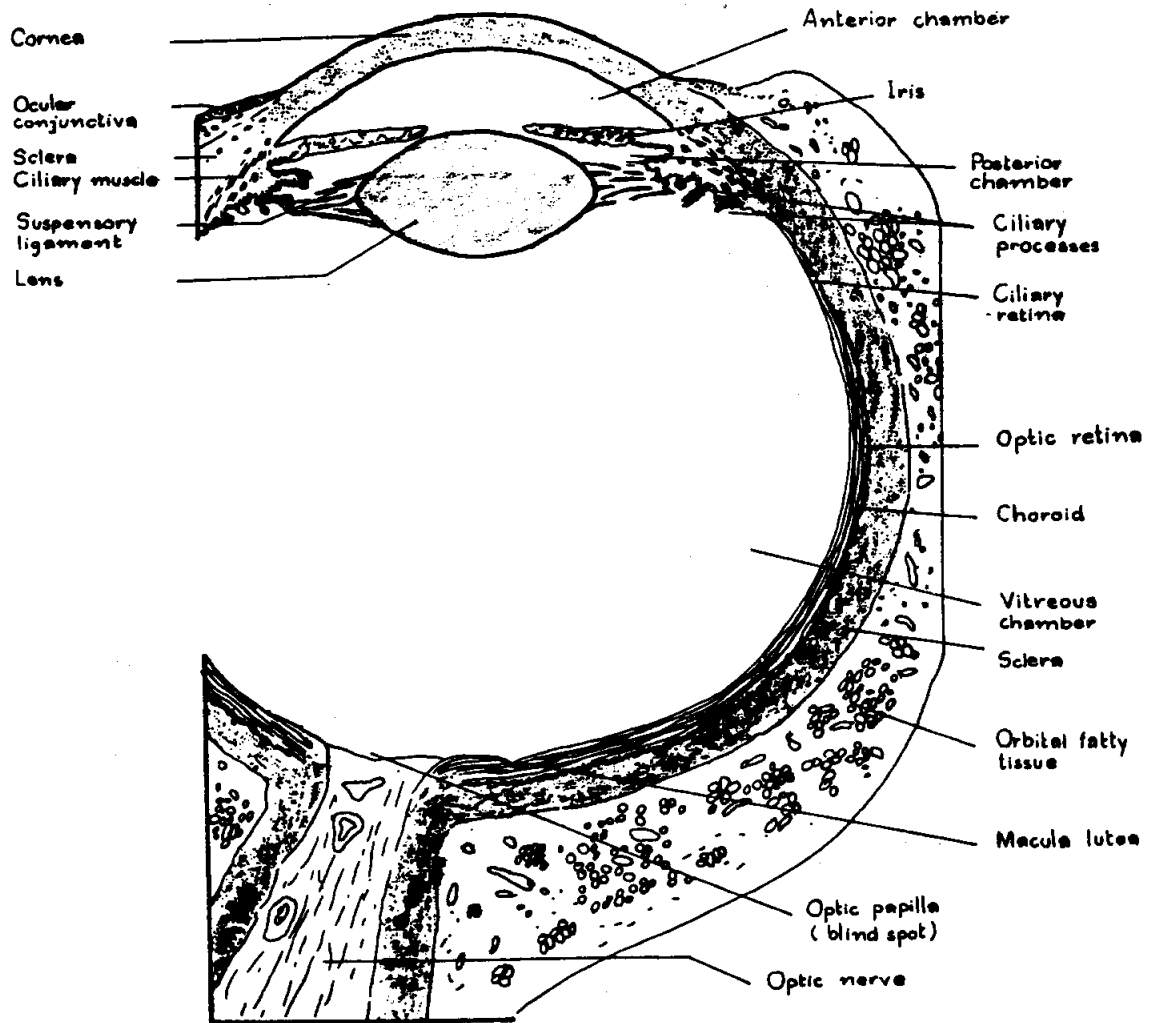




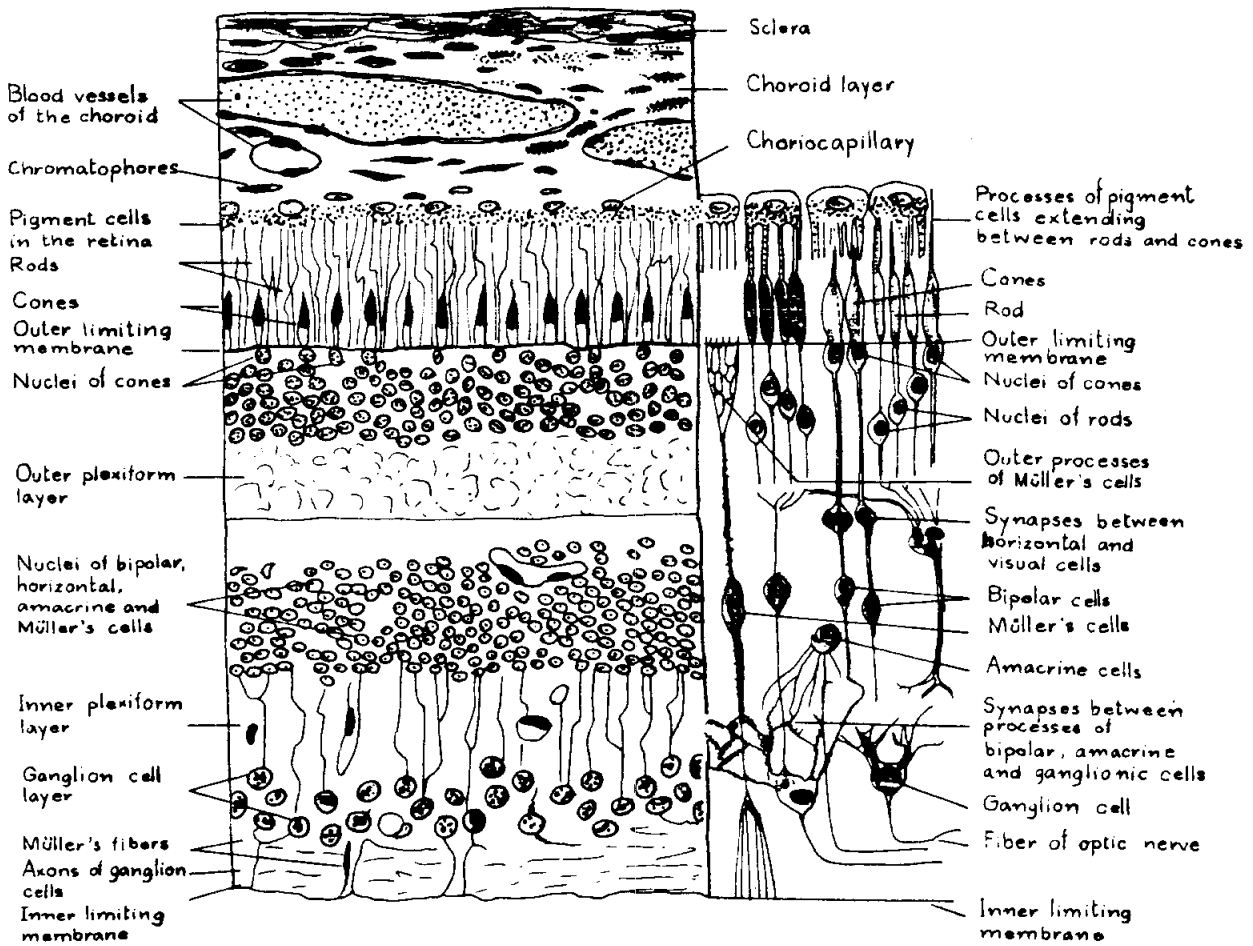
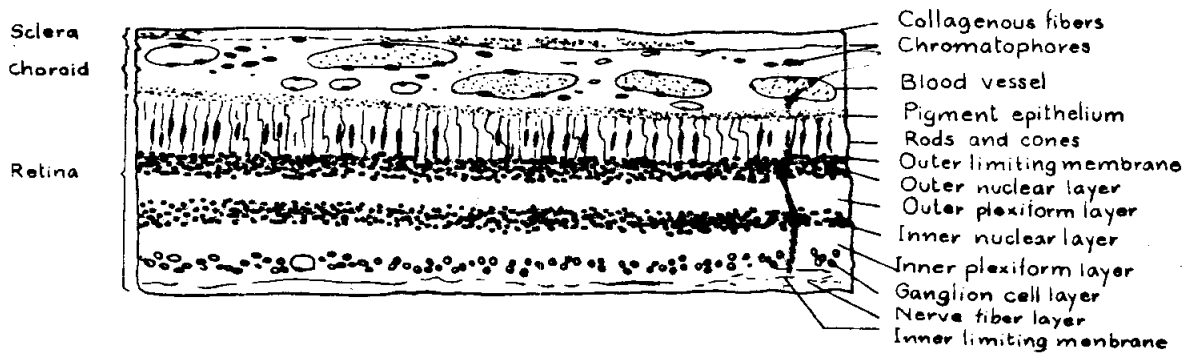
LACRIMAL GLAND



EYE (SAGITTAL SECTION)



RETINA, CHOROID AND SCLERA 2A



INNER EAR

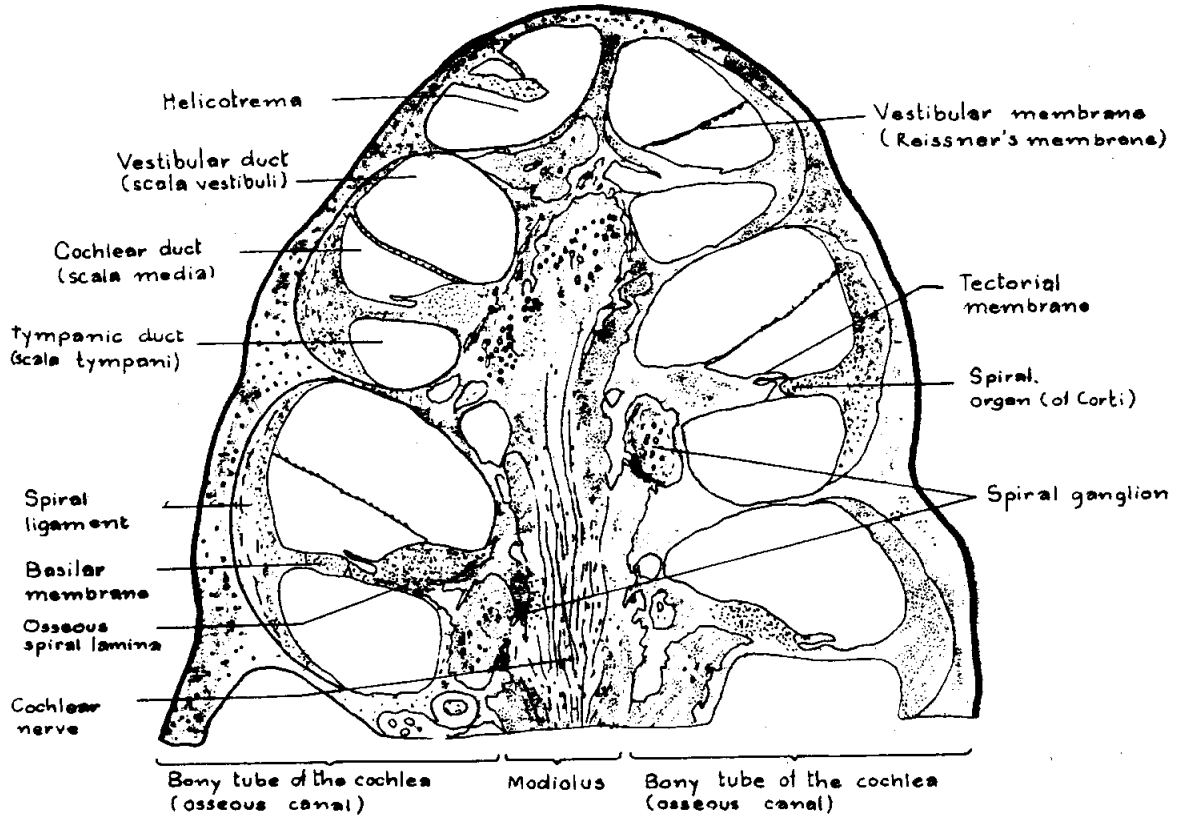


PLATE 14. Co. Cochlea (vertical Section). on.

