

Is Sensation Different from Perception?

- ❖ Perception is the conscious awareness & interpretation of a sensation.
 - precisely localization & identification
 - memories of our perceptions are stored in the cortex
- ❖ Sensation is any stimuli the body is aware of
 - Chemoreceptors, thermoreceptors, nociceptors, baroreceptors
 - What are we not aware of?
 - X-rays, ultra high frequency sound waves, UV light
 - We have no sensory receptors for those stimuli

1

Sensory Modalities

- ❖ *Sensory Modality* is the property by which one sensation is distinguished from another.
- ❖ Different types of sensations
 - touch, pain, temperature, vibration, hearing, vision
 - Generally, each type of sensory neuron can respond to only one type of stimulus.
- ❖ Two classes of sensory modalities
 - general senses
 - special senses

2

Sensory Modalities

- ❖ The classes of sensory modalities are general senses and special senses.
 - The *general senses* include both somatic and visceral senses, which provide information about conditions within internal organs.
 - The *special senses* include the modalities of smell, taste, vision, hearing, and equilibrium.

3

Sensory Receptor

- ❖ **General receptors**
 1. **Skin**
 2. **Visceral organs**
 3. **Muscles and joints**
- ❖ **Specific receptors**
 1. **Chemoreceptors**
 2. **Photoreceptors**
 3. **Mechanoreceptors**

4

Sensory Receptor

- ❖ 依照（來自體外或體內）刺激能量：
 1. Chemoreceptors：味、嗅覺、血液裡的[CO₂]及[O₂]
 2. Photoreceptors：視網膜
 3. Thermoreceptors：皮膚
 4. Mechanoreceptors：觸、壓覺及位於耳朵內的毛細胞
 5. Nociceptors：痛覺

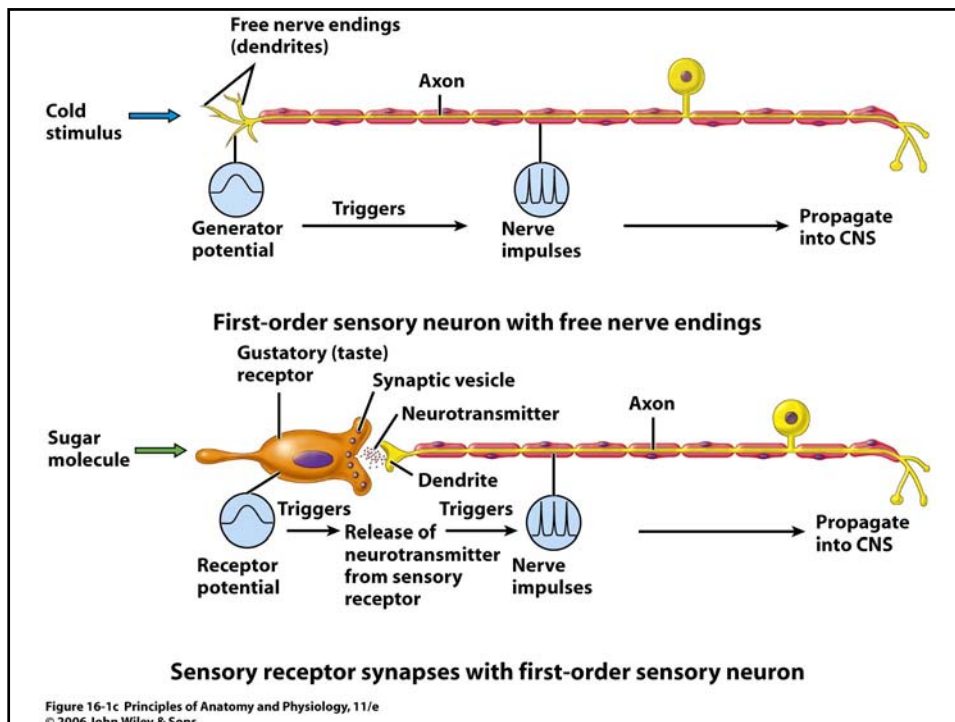
- ❖ 依所傳達的感覺訊息：
 1. Skin receptors(傳達一般感覺的)：冷、熱、痛、壓、觸等
 2. Somatic receptors(傳達肢體位置感覺)：肌纖維收縮，肌纖維張力關節位置等
 3. Specific receptors(傳達特殊感覺)：視、嗅、味、聽、平衡等
 4. Visceral receptors(傳達內臟訊息)：血壓、血液滲透壓、氧氣分壓、二氧化碳分壓等
 5. Nociceptors (傳達疼痛訊息)：痛覺接受器

5

Sensory Receptor

- ❖ 感覺R受到刺激時，透過 Sensory R將訊號變成電氣反應，使 cell membrane 上的 ion channel 打開或關閉，因而造成發生電位，也稱為接受器電位（receptor potential），而R電位與EPSP相似，當電位改變超過閾值時，也會發生動作電位，將訊號透過傳入神經到中樞，讓你感覺是疼痛、溫、聽覺...等訊號會傳進來。
- ❖ Sensory R對持續的刺激產生反應，若愈來愈慢或者反應度愈來愈小甚至完全消失，稱之sensory R的適應性，可分為：
 - (1)快適應R: 適應性快的sensory R: 嗅、觸、壓、溫覺 R
 - (2)慢適應R: 適應性慢的sensory R: 痛覺 R
- ❖ 感覺單位(sensory unit)是感覺神經元與其所分出（含sensory R）的神經末梢的組合。
- ❖ 感覺視野(receptive field)是受到刺激時會改變某一個感覺神經元動作電位的所有範圍。
- ❖ 不同部位的skin，而sensory R的密度以及receptive field的大小也會有所不同，因此不同部位的感覺敏銳度（sensory acuity）也不同。
sensory R ↑，receptive field ↓，則sensory acuity ↑

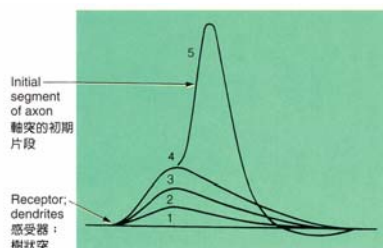
6



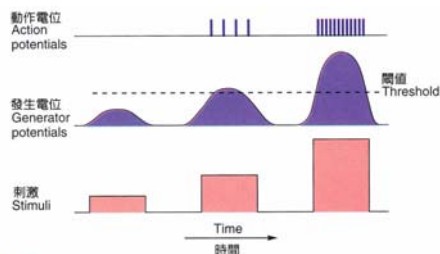
Generator Potential

❖ 發生電位 — 為感覺神經末梢處

- 強度與刺激強度成正比
- 超過閾值後，其超過的強度，將使引發動作電位的放電頻率增加



■ 圖 10.3 電位的感受器。感受器（發生）電位，為感受器接受感覺刺激後產生的局部性層級電位變化（標示為 1~4），當感受器電位強度達到閾值時，就能引發與其相連的感覺神經產生動作電位。



■ 圖 10.4 張力感受器對刺激之反應。隨著刺激強度之增加，發生電位強度也隨之增加。當發生電位強度增加時，其引發之動作電位頻率也隨之增加。

Primary Sensory Areas of Cerebral Cortex

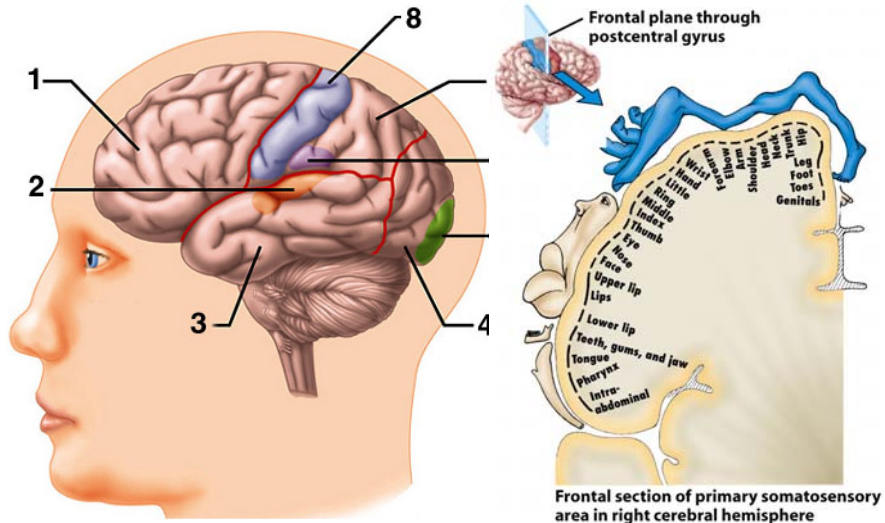


Figure 16-6a Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Somatic Sensation

Touch: 輕微的壓力刺激位在skin或skin下方的機械R所引起的刺激在skin可以感覺觸覺的R是梅斯納氏小體(Meissner's corpuscles)、麥氏(Merkle's corpuscles)、游離神經末梢(free nerve endings)

Pressure: 大一點的壓力刺激位在皮膚深層的R是巴齊尼氏小體(Pacinian corpuscles)、free nerve endings

Warmth: 溫度的sensory R是路氏小體(Ruffini corpuscles)、free nerve endings

Pain: 痛覺R是free nerve endings，可分為二種：C型纖維(無髓鞘) & A δ 型纖維(有髓鞘)

自體感覺: 對於自己四肢的位置、運動等相關的感覺。即使我們不用眼睛看，也能清楚地知道自己四肢的位置及四肢肌肉收縮的狀況。這些感覺訊息的獲得是由：肌肉的肌梭拉扯接受器 (muscle spindle stretch receptors) & 肌腱的高爾基肌腱接受器 (Golgi tendon organs)

Skin Receptors

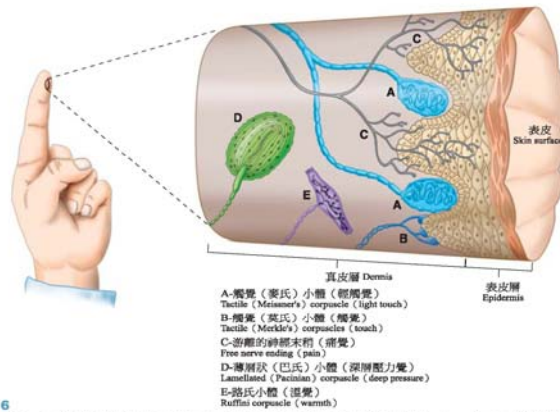


圖 5-16

皮膚接受器。有些神經纖維具有與任何明顯接受器構造都無關連之游離末梢。另一方面，某些較粗且具有髓鞘的接受器則有複雜的構造。(本圖並未依照各接受器之實際比例表示，例如：巴氏小體實際上比麥氏小體大上4~5倍。)

11

Types of Pain

- ❖ Fast pain (acute)
 - occurs rapidly after stimuli (.1 second)
 - sharp pain like needle puncture or cut
 - not felt in deeper tissues
 - larger A nerve fibers
- ❖ Slow pain (chronic)
 - begins more slowly & increases in intensity
 - aching or throbbing pain of toothache
 - in both superficial and deeper tissues
 - smaller C nerve fibers

12

Cellular Pathways of Pain Transmission & Modulation

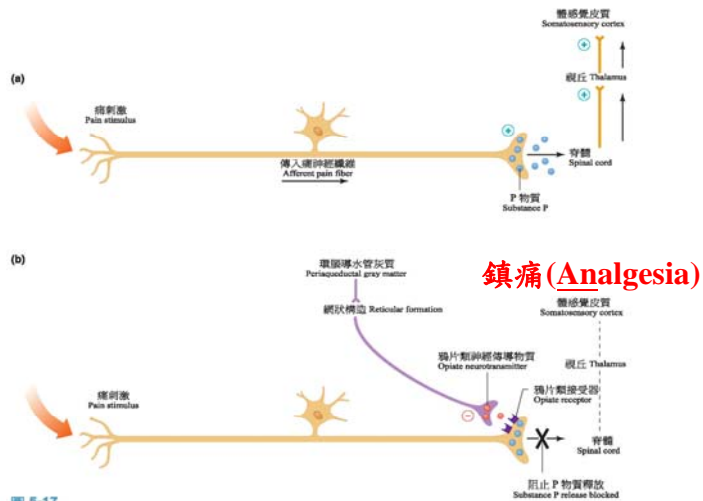


圖 5-17 痛覺傳遞與調節的細胞路徑。(a)痛覺的刺激會造成位在脊髓的傳入神經纖維釋放 P 物質。(b)傳入神經元之 P 物質的釋放會被下行的鎮痛系統利用軸突-軸突突觸阻止。

13

Referred Pain

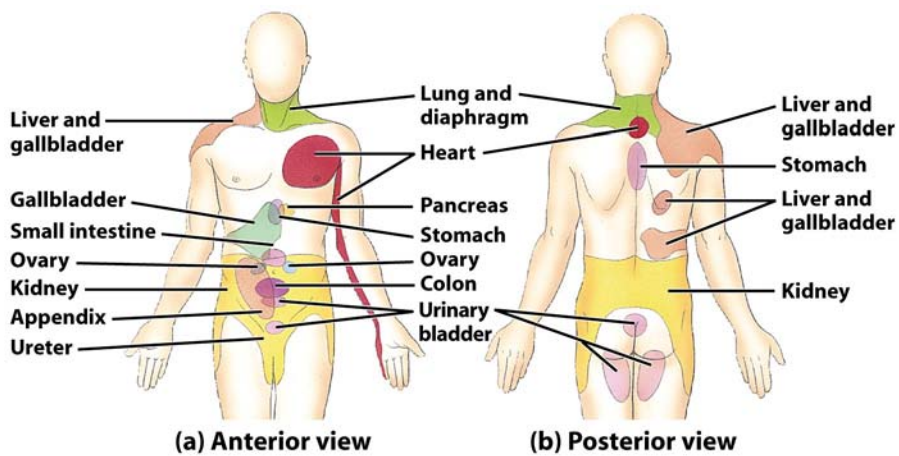
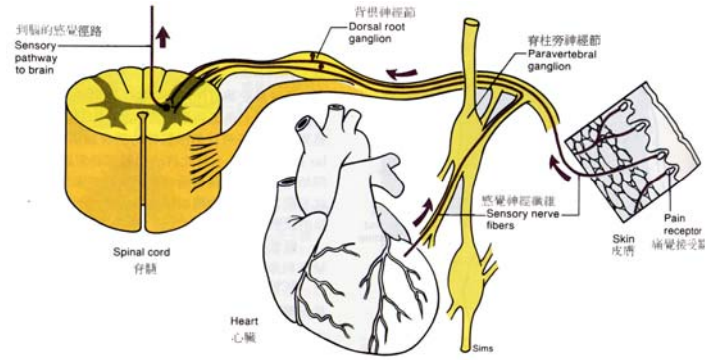


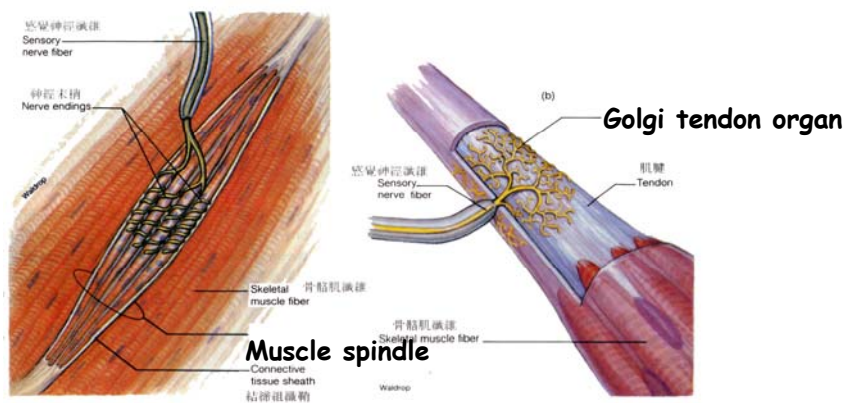
Figure 16-3 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e © 2006 John Wiley & Sons

Referred Pain

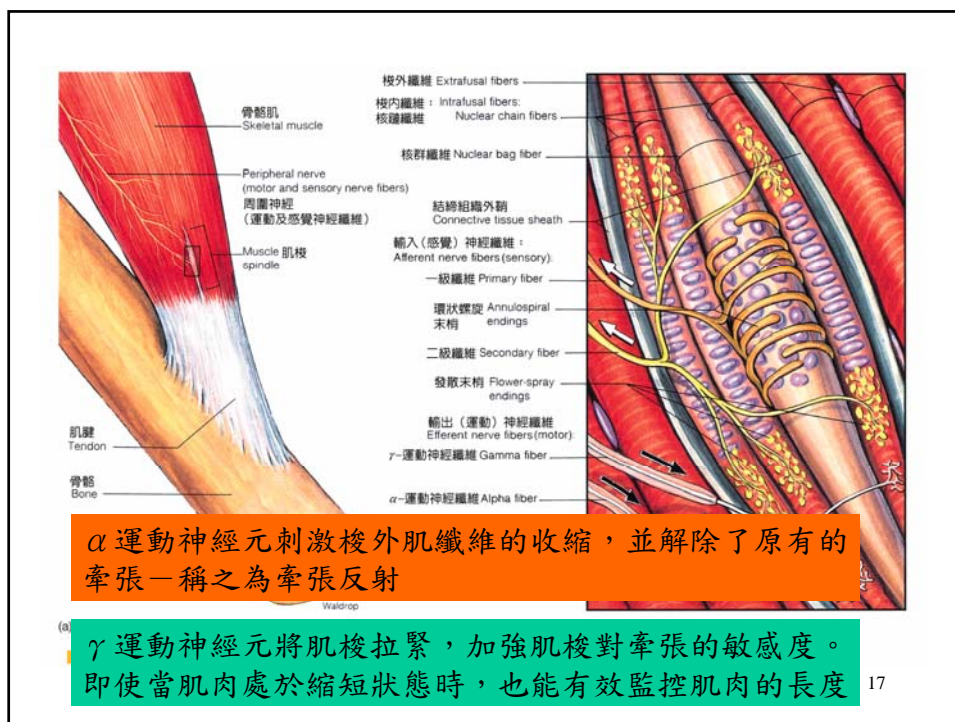


15

Muscle Spindle & Golgi Tendon Organ



16



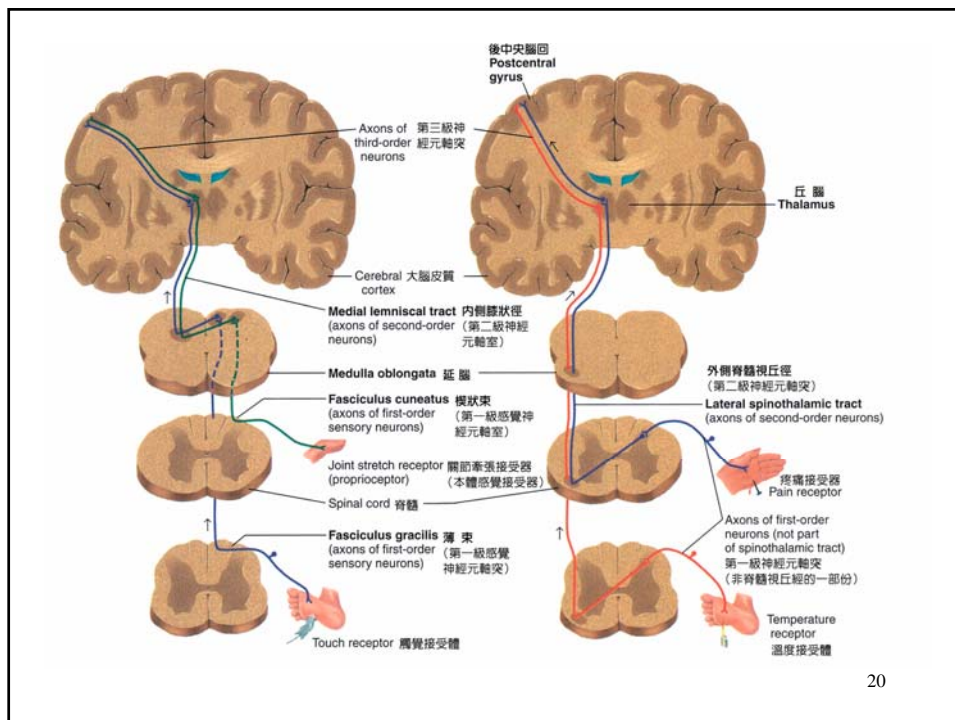
Somatic Sensory Pathways (上行徑)

- ❖ First-order neuron conduct impulses to the CNS (brainstem or spinal cord)
 - either spinal or cranial nerves
- ❖ Second-order neurons conducts impulses from brain stem or spinal cord to thalamus
 - cross over to opposite side of body
- ❖ Third-order neuron conducts impulses from thalamus to primary somatosensory cortex (postcentral gyrus of parietal lobe)

上行徑(感覺輸入途徑)

1. 薄索束和契狀束:
傳導精細觸覺或壓覺
2. 後脊髓小腦徑:
傳導下意識協調性運動感覺
3. 側脊髓視丘徑:
傳導痛覺或溫度感覺
4. 前脊髓小腦徑:
傳導下意識協調性運動感覺
5. 前脊髓視丘徑:
傳導模糊觸覺或壓覺

19



20

Somatic Motor Pathways (下行徑)

❖ Control of body movement

- motor portions of cerebral cortex
initiate & control precise movements
- basal ganglia help establish muscle tone & integrate semivoluntary automatic movements
- cerebellum helps make movements smooth & helps maintain posture & balance

❖ Somatic motor pathways

- direct pathway from cerebral cortex to spinal cord & out to muscles
- indirect pathway includes synapses in basal ganglia, thalamus, reticular formation & cerebellum

21

下行徑(運動輸出途徑)

1. 錐體徑 (皮質脊髓徑):

控制精確細部運動(如手指)

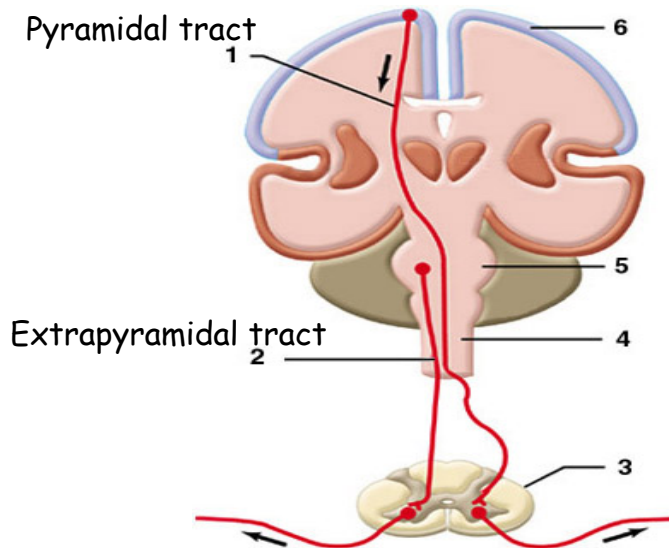
2. 錐體外徑:

控制大塊肌肉協調性運動
(如維持姿勢、走路等)

徑	分	類	起源	交叉/不交叉
外側皮質脊髓 (Lateral corticospinal)		錐體	大腦皮質	交叉
前側皮質脊髓 (Anterior corticospinal)		錐體	大腦皮質	未交叉
紅核脊髓徑 (Rubrospinal)		錐體外	紅核 (中腦)	交叉
四疊板脊髓徑 (Tectospinal)		錐體外	上丘 (中腦)	交叉
前庭脊髓徑 (Vestibulospinal)		錐體外	前庭核 (延腦)	未交叉
網狀脊髓徑 (Reticulospinal)		錐體外	腦幹網狀結構 (延腦及橋腦)	交叉

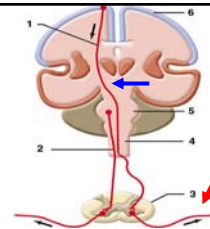
22

下行徑(運動輸出途徑)



23

Paralysis



❖ **Flaccid paralysis** = damage **lower** motor neurons

- no voluntary movement on same side as damage
- no reflex actions
- muscle limp & flaccid
- decreased muscle tone

❖ **Spastic paralysis** = damage **upper** motor neurons

- paralysis on opposite side from injury
- increased muscle tone
- exaggerated reflexes

24

上運動神經元受損

症狀	特徵
巴比斯基氏反射 (Babinski reflex)	診斷錐體運動系統是否受損，若錐體運動系統受損，就會有此反射。刺激腳底側邊，此時腳大拇指會有伸張反應(會翹起來)，其餘腳指往外翻，若有這症狀就代表你的錐體運動系統受損，因為正常人是不会有此現象，除了1歲半以下的孩童例外，因為他們的運動神經系統發育還尚未完全，所以會有巴比斯基氏反射。
半身不遂 (Hemiplegia)	身體一側的上肢及下肢癱瘓，常見於運動神經經過內囊(位於大腦)，當腦中風時，運動神經就會受損，而支配運動的muscle就會受阻，所以就產生hemiplegia。
下身麻痺 (Paraplegia)	身體兩側下肢癱瘓，這是因為脊髓下部受傷。
四肢麻痺 (Quadriplegia)	四個手腳都無法動彈，這是因脊髓上部或腦部受傷。
舞蹈症 (Chorea ; Saint Vitus' dance)	因basal ganglia受傷。
休息性顫抖 (Resting tremor)	休息時四肢會抖動。如巴金森氏症。

25

Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS)

What is ALS?

ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis), also known as Lou Gehrig's disease, is a fatal disease of the nervous system, characterized by progressive muscle weakness resulting in paralysis.

What are motor neurons?

Motor neurons are nerve cells in the brain and spinal cord that attach to muscles and control voluntary movement.

How does ALS progress?

When motor neurons gradually degenerate and die, the muscles no longer receive nerve impulses. As a result of the nerve death, the muscles shrink and waste away.

Normal nerve cell



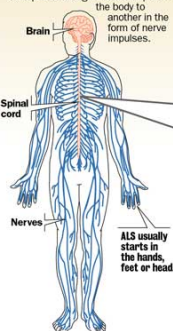
ALS-affected nerve cell



A closer look at a healthy nervous system

Nervous system

The basic unit of the nervous system is a highly specialized cell, known as a neuron. Its main purpose is to transport messages from one part of the body to another in the form of nerve impulses.

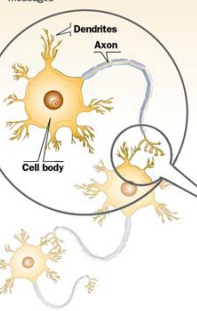


ALS usually starts in the hands, feet or head.

Motor neuron

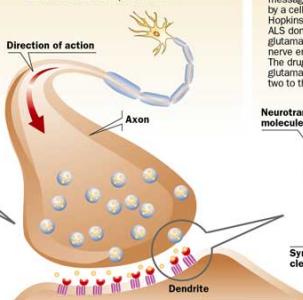
A motor neuron is made up of three main functional parts.

- **Cell body:** biosynthetic center of the cell
- **Axon:** responsible for sending messages
- **Dendrites:** responsible for receiving messages



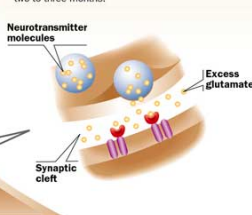
Nerve impulse

A nerve impulse is transmitted when the terminal fibers of one neuron's axon release chemicals called neurotransmitters that attach to dendrites of the receptor neurons.



A possible cause of ALS: Too much glutamate

Scientists aren't sure what causes ALS, but glutamate poisoning is a popular theory. Glutamate is an amino acid that acts as a neurotransmitter, allowing motor neurons to "talk" to one another. After transmitting a message, glutamate is supposed to be vacuumed up by a cell membrane protein. But researchers at Johns Hopkins University in Baltimore suggest people with ALS don't have enough of that protein. Over time, glutamate clogs the synaptic cleft, the space between nerve endings, and chokes motor neurons to death. The drug Riluzole slows the body's production of glutamate and keeps ALS patients alive for an extra two to three months.



Ducie Teesatsie/Huntsville Times

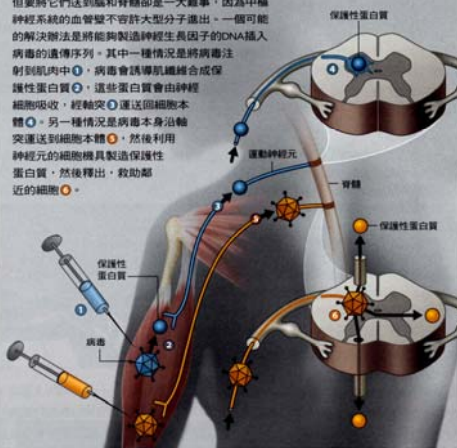


神經退化：健康的健康神經元（上方圖）與有損的軸突分支。因ALS受損的運動神經元（下方）與軸突萎縮。細胞體是此神經元內的DNA所在處（小細胞）。大部分的ALS病患會在發病數年內死亡，知名物理學家霍金（右）即與這疾病共存了40多年。

New Therapy of ALS

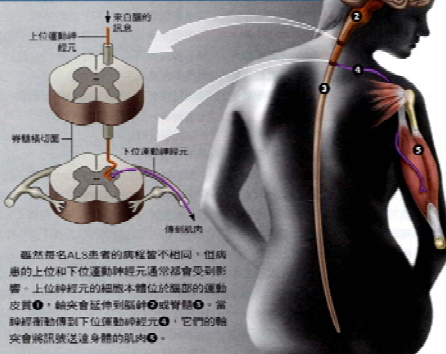
最新療法 病毒輸送術

特定蛋白質能保護運動神經元免於ALS的侵襲，但要將它們送到腦和脊髓卻是一大難事，因為中樞神經系統的血管壁不容許大分子通過。一個可能的解決辦法是將能夠製造神經生長因子的DNA插入病毒的遺傳序列。其中一種情況是將病毒注射到肌肉中，病毒會誘導肌纖維合成保護性蛋白質，這些蛋白質會由神經細胞吸收，經軸突運送到細胞本體。另一種情況是病毒本身沿軸突運送到細胞本體，然後利用神經元的細胞機具製造保護性蛋白質，然後釋出，救助鄰近的細胞。



解剖學

ALS的攻擊目標



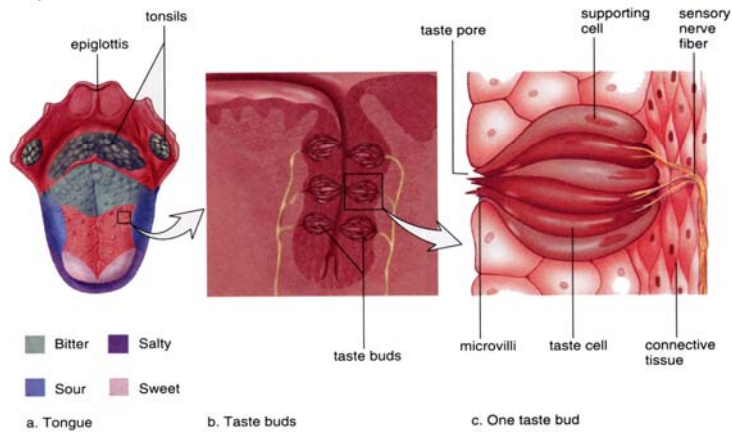
雖然每名ALS患者的病程各不相同，但病患的上位和下位運動神經元通常都會受到影響。上位神經元的細胞本體位於腦部的運動皮質，軸突會延伸到腦幹或脊髓。當神經衝動傳到下位運動神經元，它們的軸突會將訊息送達身體的肌肉。

Taste

- ❖ 味蕾 (taste buds) 主要分布在舌頭，是負責味道的感覺接受器的器官。因此當今天吃了某個東西(它可能是酸、鹹、苦、甜)，味蕾接受到刺激時，會透過感覺神經元(第七對顏面神經，其主要負責舌頭前2/3處的味覺和第九對舌咽神經，其主要負責後1/3處的味覺)來傳導，一直傳到腦幹→經過中腦的視丘→最後傳到體感覺皮質(後中央腦回)的舌頭區附近。
- ❖ 一般人將味覺分為酸(sour)、鹹(salt)、甜(sweet)、苦(bitter)。酸覺味蕾主要分佈在舌頭兩側，鹹覺主要分佈在舌尖和兩側，甜覺主要在舌尖，苦覺主要分佈在舌頭的後方。

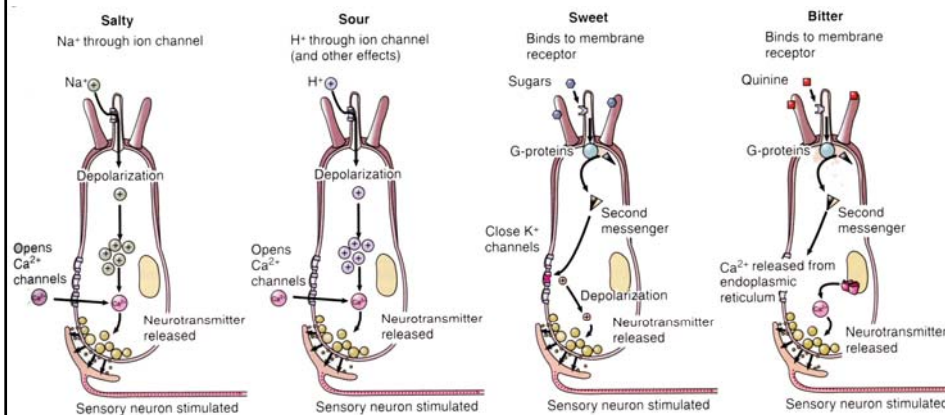
Taste Buds

- ✓ An oval body consisting of 50 receptor cells surrounded by supporting cells
- ✓ A single gustatory hair projects upward through the taste pore
- ✓ Basal cells develop into new receptor cells every 10 days.



29

Gustatory Sensation: Taste



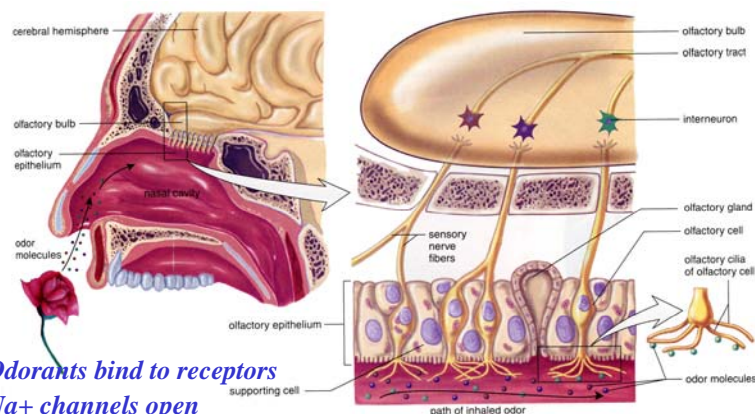
30

Olfaction

- ❖ 具有嗅覺細胞，它位於鼻腔上方的嗅覺上皮(olfactory epithelium)組織裡。嗅覺細胞有嗅毛(嗅覺纖維)，而嗅毛的細胞膜上有氣味接受器(odorant receptors)，所以氣味分子接上氣味接受器後會造成嗅覺細胞的去極化。
- ❖ 嗅覺是唯一不需要經視丘的感覺傳入途徑，所以當嗅覺訊號傳入時，透過感覺神經元直接傳入大腦的嗅球(olfactory bulb；也就是第一對腦神經)，沒有經過間腦的視丘。再從嗅球傳到大腦的體感覺皮質(後中央腦回)的嗅覺區附近。
- ❖ 早期嗅球是邊緣系統，當你聞到不好的味道時，情緒會不好，所以嗅球接受到氣味的好壞會影響情緒的反應，因此嗅球與邊緣系統是相互關連的。

31

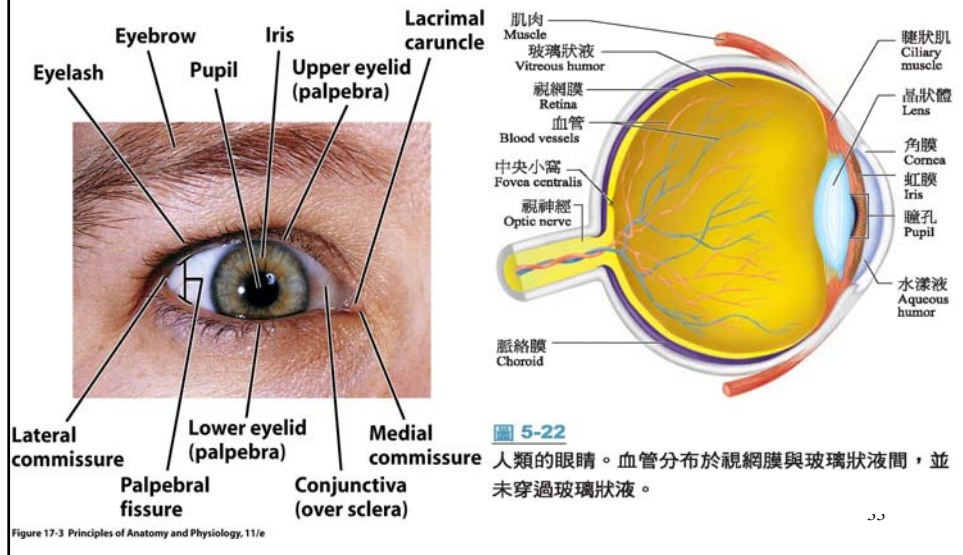
Olfactory Cell



- ✓ *Odorants bind to receptors*
- ✓ *Na⁺ channels open*
- ✓ *Depolarization occurs*
- ✓ *Nerve impulse is triggered*

32

Human Eye



Vision

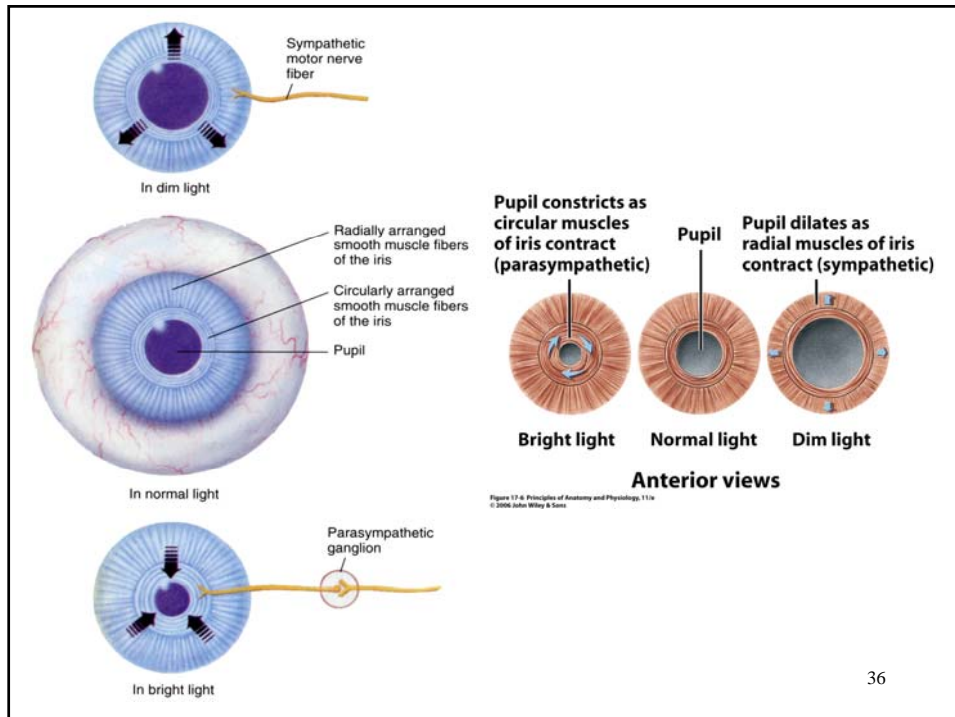
- ❖ **光波**：可見光，其波長400-700 nm，人們可以看得見。紅外光，其波長大於700 nm。紫外光，其波長低於400 nm，只有一般昆蟲(蜜蜂、虎神)可看得見；當波長愈小，能量愈高。
- ❖ **眼球**：視覺細胞位於眼球的視網膜(retina)上，一般影像正常會坐落到retina上，視覺訊息始於光子擊中視覺細胞膜的感光蛋白質。
- ❖ **角膜(cornea)**：呈凸狀，具有聚光的能力，因此當光線進來時，會透過cornea→在水晶體中央折射，使得光線可以聚集在一起。(沒有水晶體的人依然可以看到東西)
- ❖ **虹彩(iris)**：具有調節光量的能力，也就是可以調節瞳孔(pupil)的大小。**Iris**內有2種平滑肌：
 - (1)放射肌 or 輻射肌 (radial muscles)
 - (2)環狀肌 (circular muscles)

以上兩種平滑肌皆受到交感神經與副交感運動神經纖維的支配。因此，當光線太亮時，circular muscles是收縮(受到副交感來控制)，pupil也會跟著縮小；若光線太暗時，radial muscles是收縮(受到交感來控制)，pupil則是放大。

Vision

❖ **水晶體(lens)**：具調節焦距的功能，因此當 lens 的形狀改變，眼球的焦距就會改變。Lens 是被懸韌帶(suspensory ligament)懸空吊著，suspensory ligament 是附著在睫狀肌(ciliary muscle)上。因此當看遠處時 ciliary muscle 是放鬆的(ciliary muscle 的 circular muscles，平常放鬆是往外靠攏，而 suspensory ligament 會被拉扯(緊)，連帶拉扯到 lens，使得 lens 呈扁平狀；相反的，看近物，副交感神經會刺激 ciliary muscle 收縮(往內靠)，suspensory ligament 就會變鬆弛，lens 就呈圓形。重點：當你由目視遠物轉成目視近物，lens 由扁平狀自動變成圓球狀的過程，稱之為調距(accommodation)。

35



36

Lacrimal Apparatus

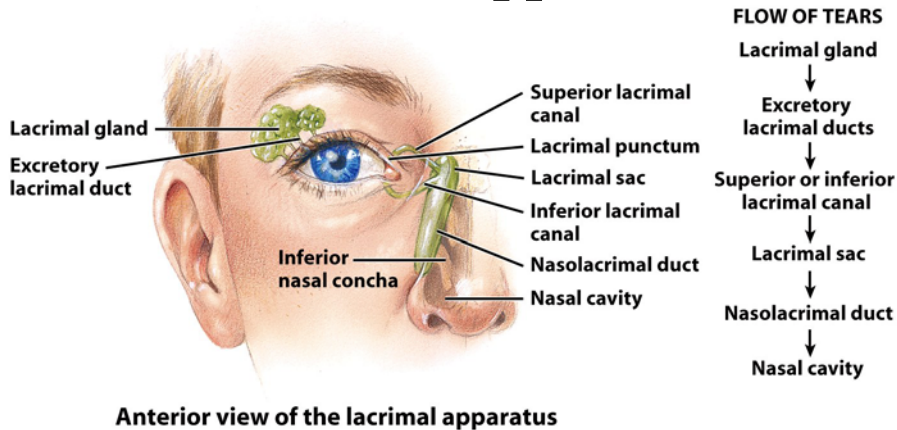
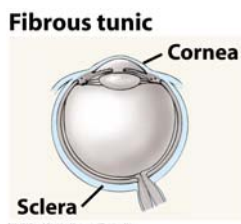


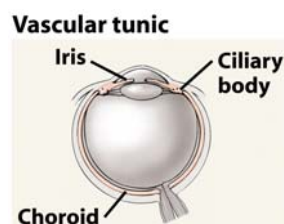
Figure 17-4b Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

✓ *About 1 ml of tears produced per day. Spread over eye by blinking. Contains bactericidal enzyme called **lysozyme**.*

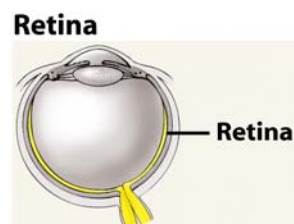
Layers of Eyeball



*Fibrous Tunic
(outer layer)*



*Vascular Tunic
(middle layer)*



*Nervous Tunic
(inner layer)*

Structure and Function of Eyeball

層數及附屬構造	位置	組成	功能
外層 鞏膜 角膜	眼球外層	無血管結締組織	形成眼球形狀
	後面、外層、眼白	緻密之彈性膠原纖維	支持並保護眼球
	眼球前面	緻密結締組織 – 透明及凸起	具有聚光的能力
中間血管層 (色素層) 脈絡膜	眼球中間層	佈滿血管層及色素	供給血液，具遮光作用
	眼球後部中間層	血管層	供給眼球營養
睫狀體	血管層前部	平滑肌及表皮腺體	藉由懸韌帶支持水晶體，並控制晶體形狀及分泌房水
	血管層前部與睫狀體連續	色素細胞及平滑肌	調節瞳孔的直徑而調節光線進入玻璃體
虹膜			39

Structure and Function of Eyeball

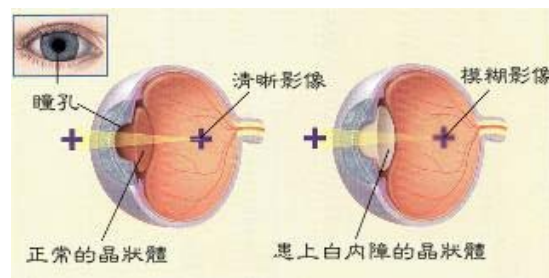
層數及附屬構造	位置	組成	功能
內層 網膜	眼球內層	排列緊密的感光受器、神經元、血管以及結締組織	是錐狀及桿狀細胞分佈所在及給予支持
	內層主要的部份	感光受器(錐狀及桿狀細胞)、雙極神經元及節神經元	感光、傳導訊息
水晶體(不屬任何一層)	位於後部及房室間，由睫狀體及懸韌帶支持	緊密排列的蛋白纖維，呈透明狀	折射光線使其聚焦於視網膜上

Disorders of Vision

- ❖ **老花眼 (presbyopia)** : 看近模糊不清, 但看遠卻非常清楚。因為 lens 的老化、退化, 造成其彈性減小了。
- ❖ **白內障 (cataract)** : lens 變異所造成的疾病, lens 會變成白色混濁狀。在正常下, lens 是清澈透明狀, 遇到光線可馬上折射, 但混濁後, lens 就無法折射, 視力就會自然消失。
- ❖ **近視 (nearsightedness)** : 沒有任何近視或遠視時, 不管光線是從哪個角度進來, 影像都會剛好落在 retina 上。若眼球過長, 影像的焦距會出現在 retina 之前, 看遠處時, 影像就會模糊不清。
- ❖ **遠視 (farsightedness)** : 若眼球過短, 影像的焦距會落在 retina 之後; 看近物時, 影像會模糊不清。
- ❖ **散光 (astigmatism)** : 是因為 cornea 或 lens 不對稱弧度所引起的。正常 cornea 和 lens 都是平滑的, 但是當 cornea 和 lens 出現凹凸凸凸的話, 就會產生不同角度的弧度出來。因此光線投射進來, 影像會落在不同的地方, 造成物體模糊不清。

41

白內障 (cataract)

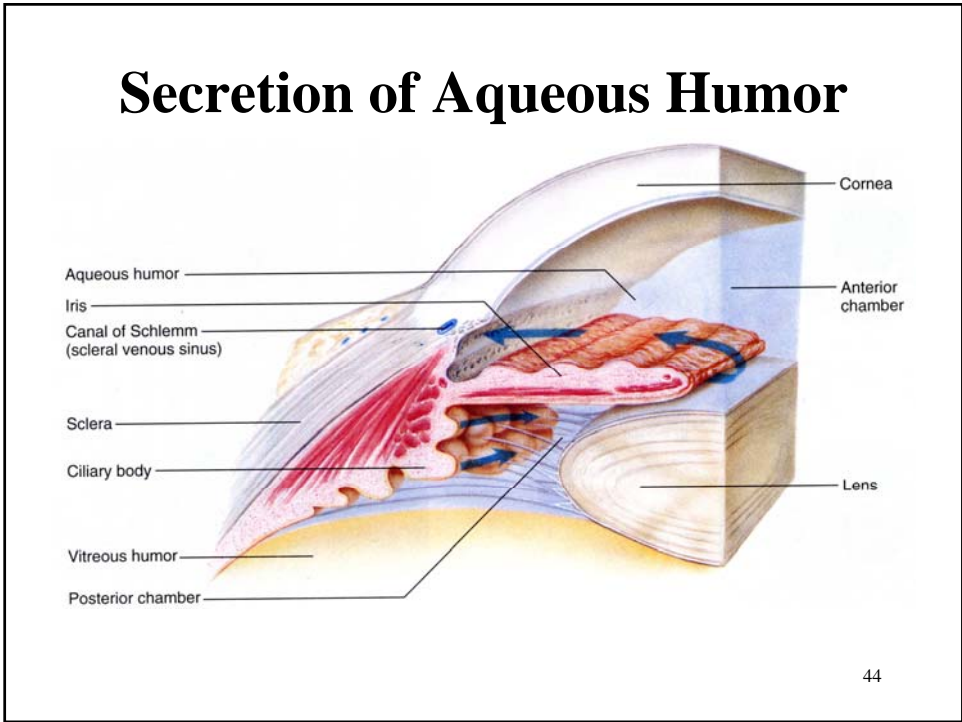
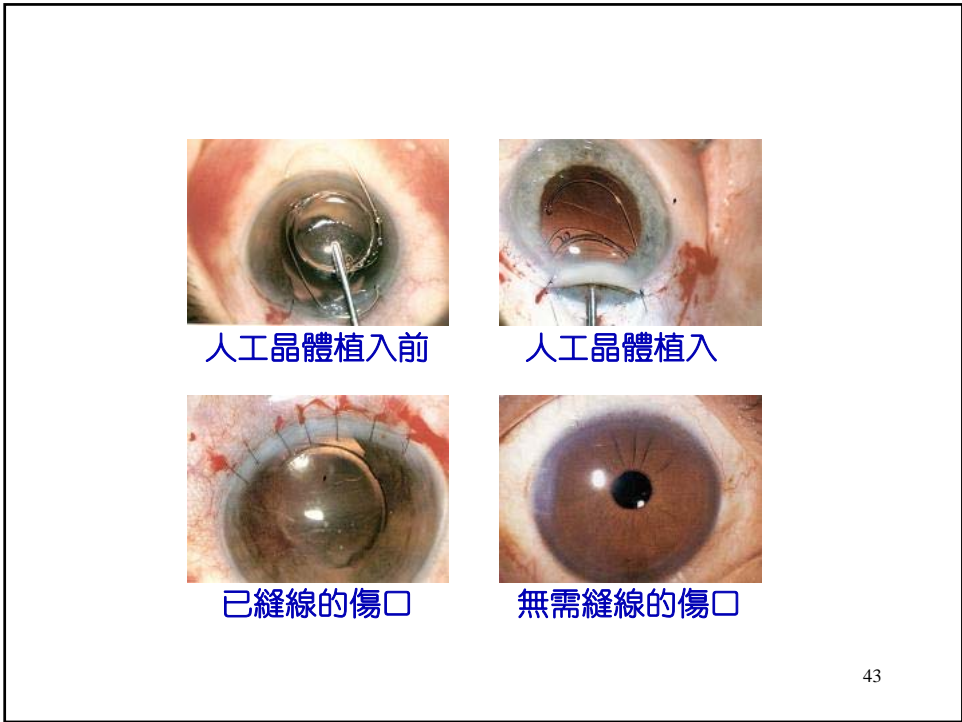


正常的水晶體



混濁的水晶體

42



Glaucoma

- 隅角開放性青光眼
- 隅角閉鎖性青光眼

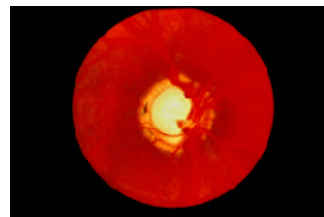
- ❖ A disorder called glaucoma sometimes develops in the eyes as a person ages when **the rate of aqueous humor formation exceeds the rate of its removal**. Fluid accumulates in the **anterior chamber** of the eye, and the fluid pressure rises.
- ❖ Because liquids cannot be compressed, the increasing pressure from the anterior chamber is transmitted to all parts of the eye, and, in time, the blood vessels that supply the receptor cells of the retina may squeeze shut. If this happens, cells that fail to receive nutrients and oxygen may die, causing **permanent blindness**.
- ❖ **Drugs, laser therapy, or surgery** to promote the outflow of aqueous humor can treat glaucoma if it is diagnosed early. However, since glaucoma in its early stages typically produces no symptoms, discovery of the condition usually depends on measuring the intraocular pressure using an instrument called a tonometer.

45

Glaucoma



正常眼睛的視神經



青光眼患者的視神經

46



閉角型青光眼
(把虹膜向前推，令前房角及許氏管閉塞)
眼壓因而急劇上升，需要即時診治



正常視覺



嚴重青光眼的視覺

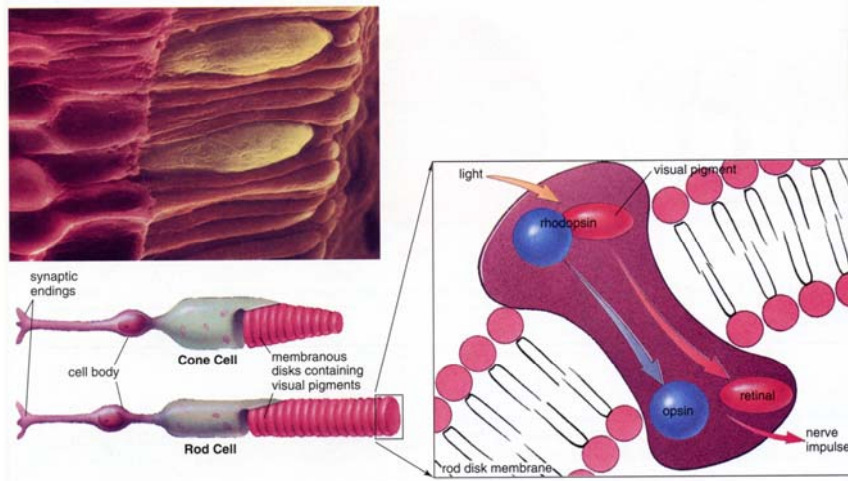
47

Photoreceptor Cells

- ❖ Cones 對紅光、藍光、綠光三種顏色非常的敏感，而且對強光粉敏感。相反 rods 的話，其對弱光和綠光較敏感。
- ❖ 內含光色素體 (photopigments)，是由視黑素 (opsin) 和視黃醛 (retinal) 兩種組合而成。rods 的 photopigments 叫視紫素 (rhodopsin)，而 cones 的 photopigments 則沒有特定的名稱。重點：VitA 會轉變成 rhodopsin，若長期缺乏 VitA，也就是則無法轉變成光色素體，rhodopsin，也就因此無法感受到光的顏色和強度，特別是弱光，則會造成夜盲症。retinal 的結構與 VitA 很相似，當 retinal 吸收光的能量後，可以轉變成 VitA，因此 retinal 才是真正的感光分子。
- ❖ 視網膜 (retina) 上的視覺細胞，可感應光的強度及顏色。當視覺細胞受到光的刺激時，產生的是過極化，而不是去極化，這一點和其他的 sensory R 是完全不同的因為視覺細胞不受到光的刺激 (黑暗狀況下)，使視覺細胞內 cGMP conc \uparrow 而打開 ion channel，尤其是 Na 及 Ca，因為這些離子都帶正電，從細胞外到細胞內造成去極化。相反地，一旦視覺細胞受到光的刺激，使視覺細胞內 cGMP conc \downarrow ，關閉 ion channel 造成過極化。

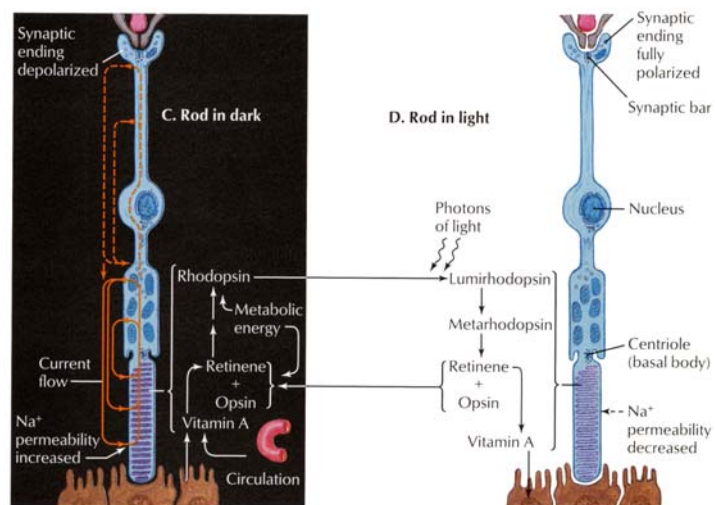
48

Photoreceptor Cells



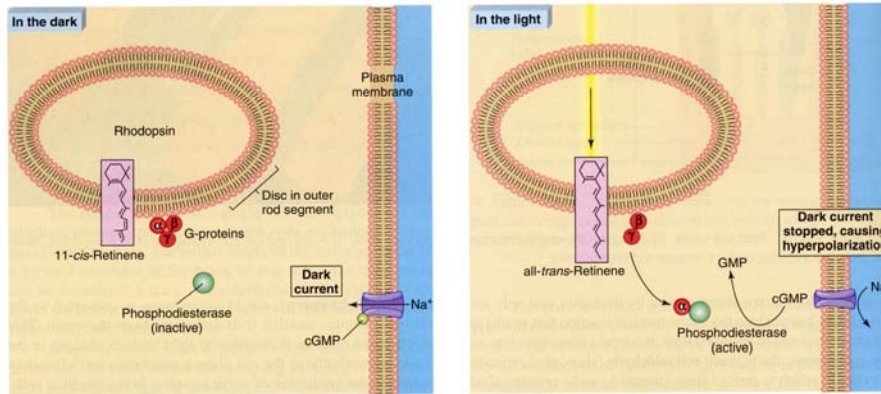
49

Photoreceptor Cells: Rod Cell

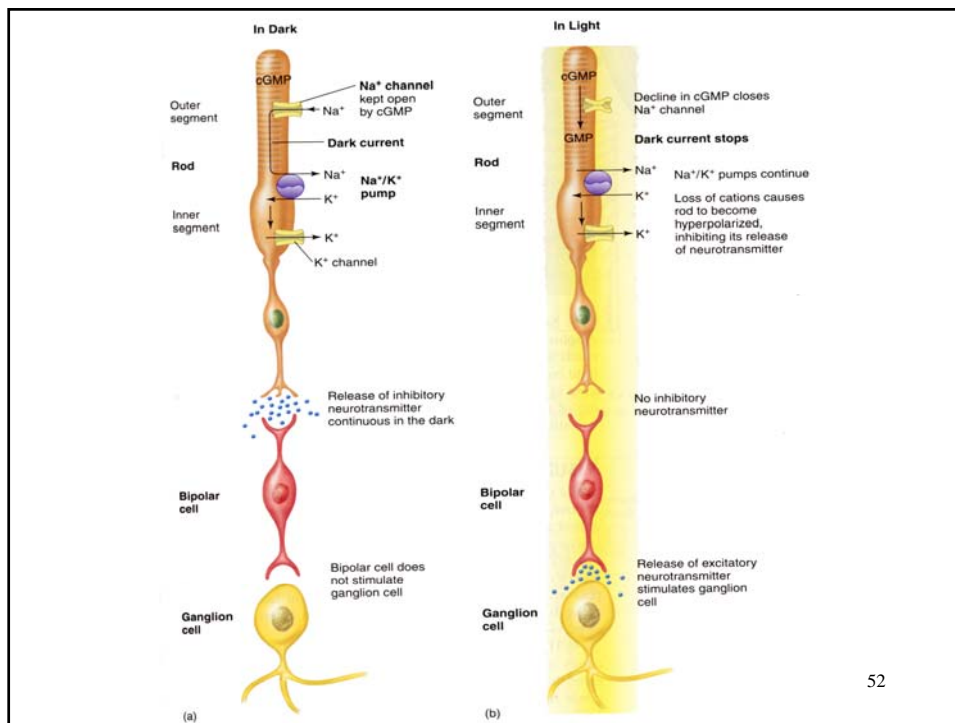


50

Photoreceptor Cells: Rod Cell



51



52

Physiology of Vision

- ❖ **Photopigments** are undergo structural changes upon light absorption.
- ❖ **Retinal** is the light absorbing part of all visual photopigments.
- ❖ All *photopigments* involved in vision contain a glycoprotein called **opsin** and a derivative of vitamin A called **retinal**.
 - There are four different opsins
 - A cone contains one of three different kinds of photopigments so there are three types of cones.
 - permit the absorption of 3 different wavelengths (colors) of light
 - Rods contain a single type of photopigment (**rhodopsin**)
 - **Bleaching and regeneration** of the photopigments accounts for much but not all of the sensitivity change during *light* and *dark adaptation*.

53

Photopigments

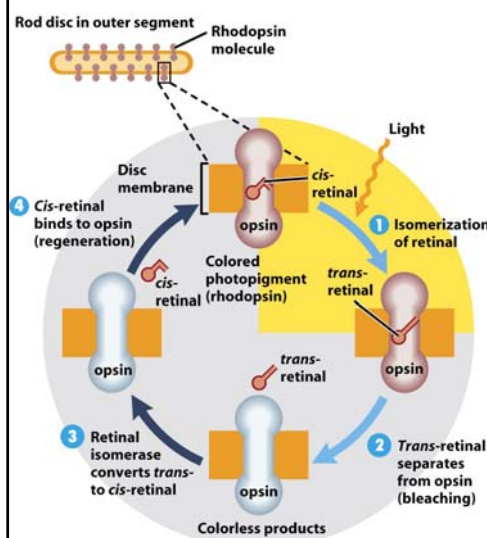


Figure 17-13 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

✓ Isomerization

- light cause cis-retinal to straighten & become trans-retinal shape

✓ Bleaching

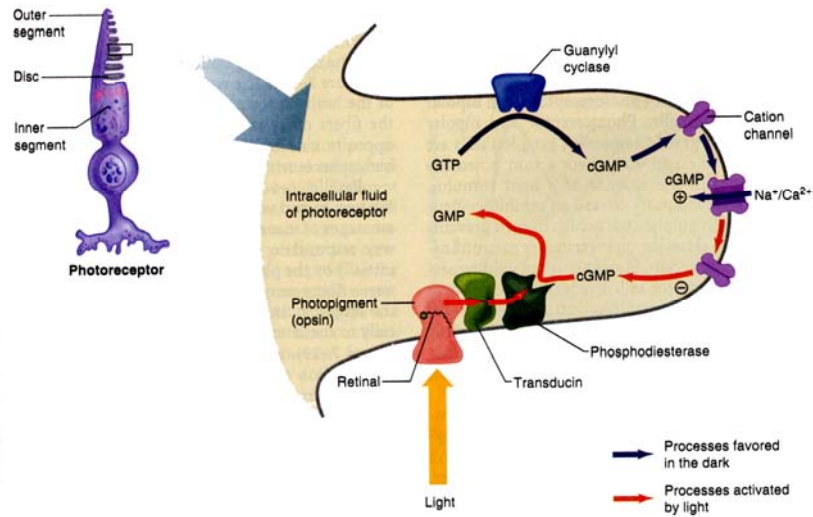
- enzymes separate the trans-retinal from the opsin
- colorless final products

✓ Regeneration

- in darkness, an enzyme converts trans-retinal back to cis-retinal (resynthesis of a photopigment)

54

Photoreceptor Cells: Cone Cell



- ❖ **Bipolar cells:** 視覺細胞只對光的強度與三種顏色有反應。但bipolar cells卻能分辨顏色、立體形狀、大小、移動等物體的特徵。
- ❖ **Ganglion cells:** 具有初步的影像分析能力，也可以分辨某些具體的形狀及運動情形。
- ❖ **Fovea centralis:** 從角膜的正中心劃一條直線到retina上，會發現retina是凹陷的稱之中央小凹(fovea centralis)。這兒的retina沒有桿細胞，只有眾多數的錐細胞，其錐細胞的密度高過retina其它區域。
- ❖ **Optic disc:** 是視神經(optic nerve)離去眼球的地方，所以沒有任何retina細胞，因此投影在optic disc的影像是看不到的，稱之盲點(blind spot)。

Pathway of Nerve Signal in Retina

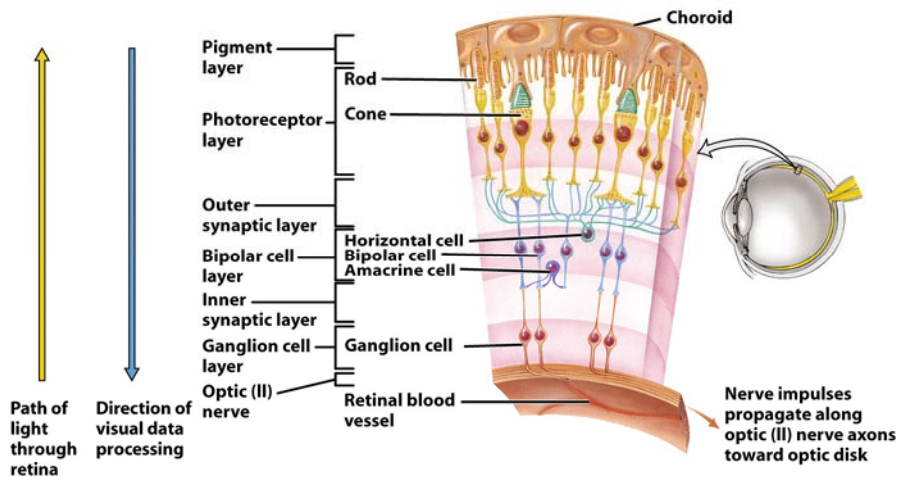
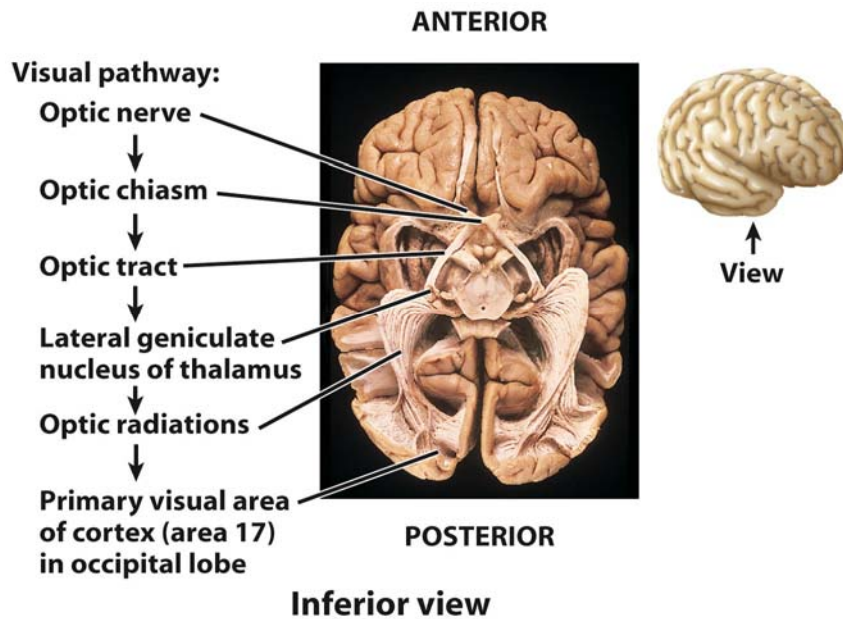


Figure 17-8 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

Visual Pathway



Color-Blind

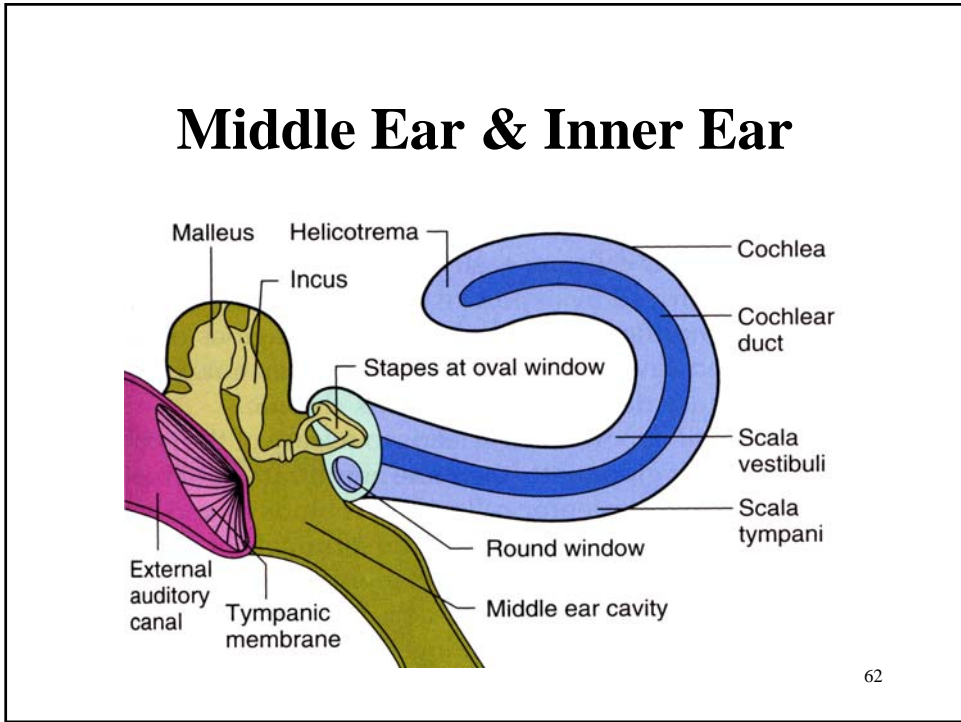
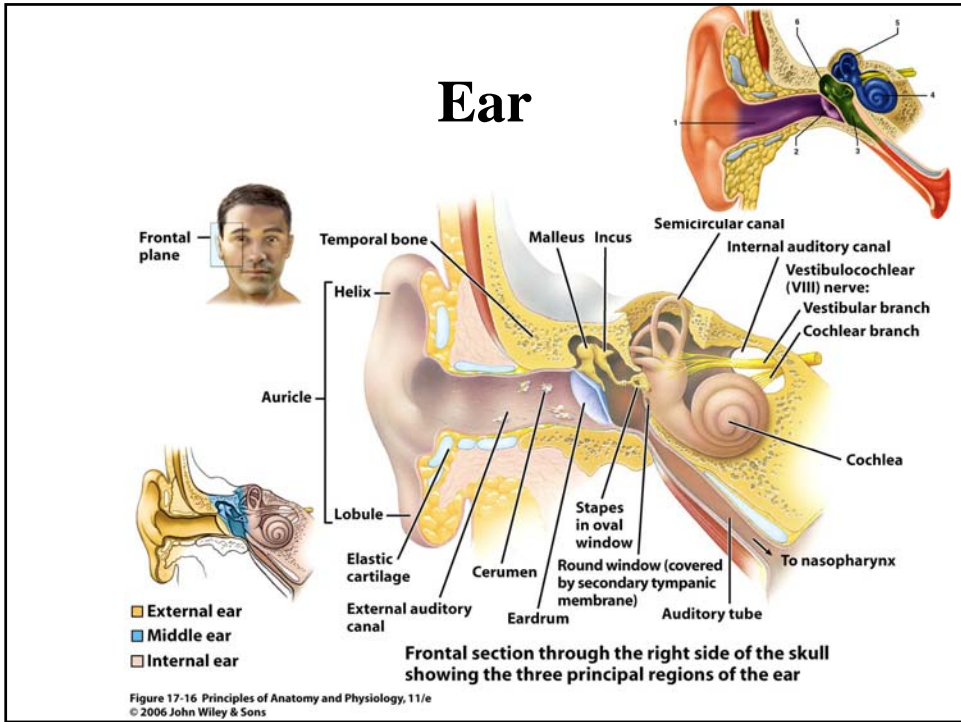
- ❖ 色盲多是先天上缺乏某種型式之錐細胞造成。正常人的色彩視覺是由三原色融合而成的。而色盲患者，卻是由二原色融合而成依缺乏之錐細胞種類色盲患者可分為紅色盲、綠色盲、藍色盲有三種。色盲患者通常不易區別某種顏色例如紅色或綠色。也有一些色盲患者之彩色視覺僅由一原色構成，因為這類患者視網膜上僅有一種錐細胞色盲是一種性聯遺傳疾病，其缺陷基因位於X染色體上。由於男性僅有一個X染色體而女性卻有兩個X染色體，所以男性罹患色盲之機率遠較女性高。

59

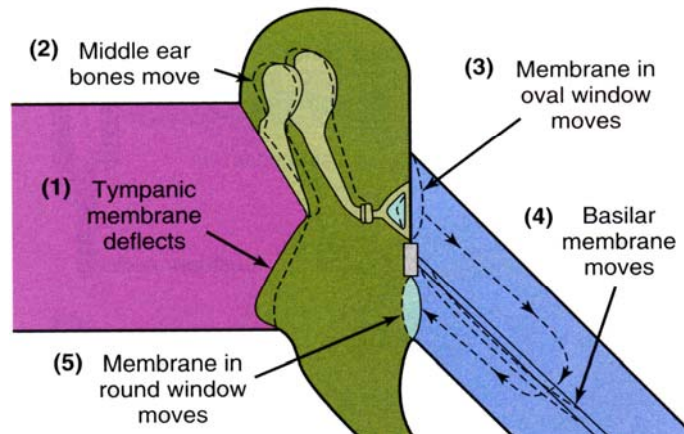
Ear

- ❖ **Outer ear:** 外耳道--收集聲波及耳翼=耳殼(pinna) --放大和引導聲波進入外耳道。聲音的震動會傳到耳膜=鼓膜(eardrum)介於外耳和中耳之間，eardrum會將空氣中的震動轉變成耳膜的震動。
- ❖ **Middle ear:** 是個充滿氣體的空腔，分為歐氏管或耳咽管(auditory tube)--與鼻咽相通，因為鼻咽和外耳道直通體外，都與大氣壓相通，所以耳咽管的存在和壓力的平衡相關。聽小骨(ear ossicles)--真正執行聽覺功能的地方，由錘骨(malleus)、砧骨(incus)、鐙骨(stapes)所組成的。Malleus接在eardrum之後，所以聲波造成的eardrum震動，首先經由malleus→incus→stapes→stapes後面的卵圓窗(oval window)去引起震動。Oval window介於中耳和內耳之間，oval window的震動迫使內耳耳蝸(cochlea)裡液體的移動，這些液體的移動引起聽覺細胞產生動作電位。
- ❖ **Inner ear:** 前庭器--與平衡有關及耳蝸--與聽覺有關。

60



Transmission of Sound Vibration



63

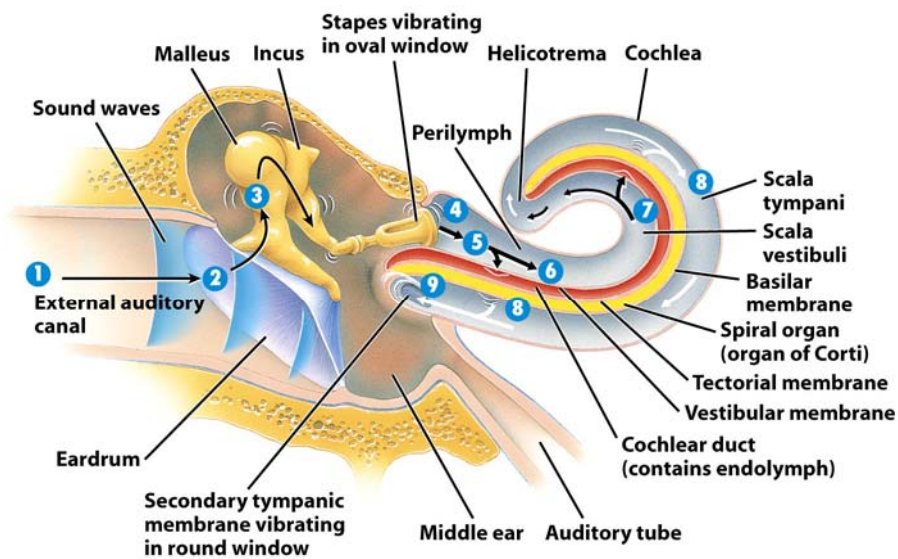
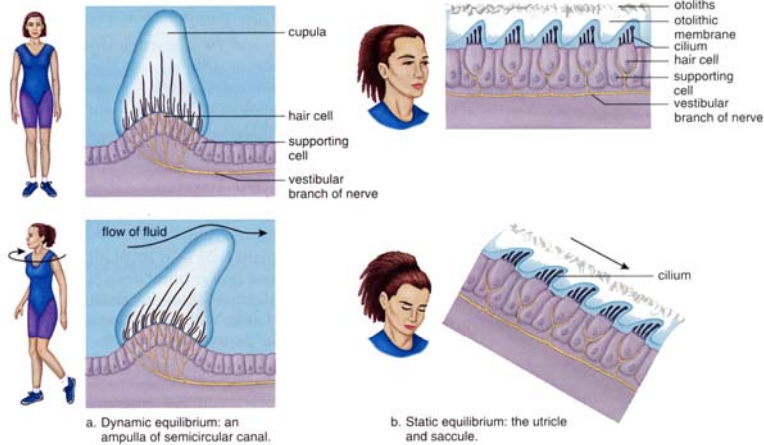
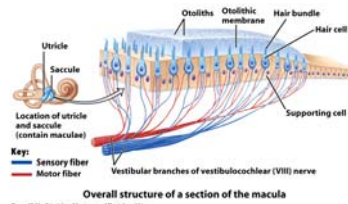


Figure 17-20 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons

64

Organ of Equilibrium



5

Physiology of Equilibrium (Balance)

❖ Static equilibrium

- maintain the position of the body (head) relative to the force of gravity
- macula receptors within saccule & utricle

❖ Dynamic equilibrium

- maintain body position (head) during sudden movement of any type--rotation, deceleration or acceleration
- crista receptors within ampulla of semicircular ducts

66

Crista: Ampulla of Semicircular Ducts

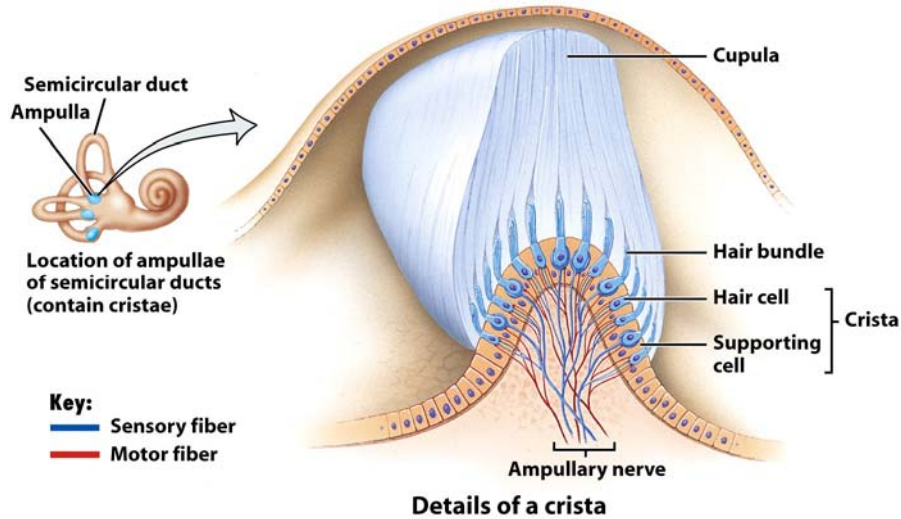


Figure 17-22a Principles of Anatomy and Physiology, 11/e © 2006 John Wiley & Sons

Detection of Rotational Movement

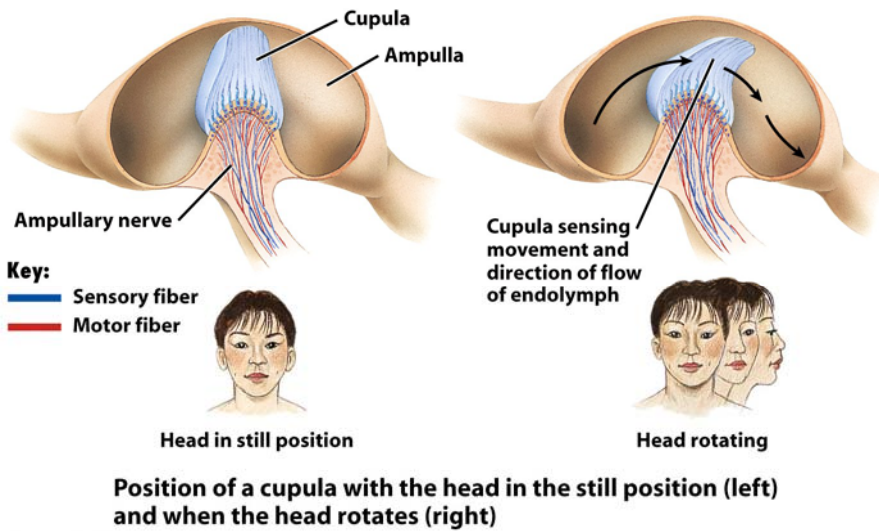
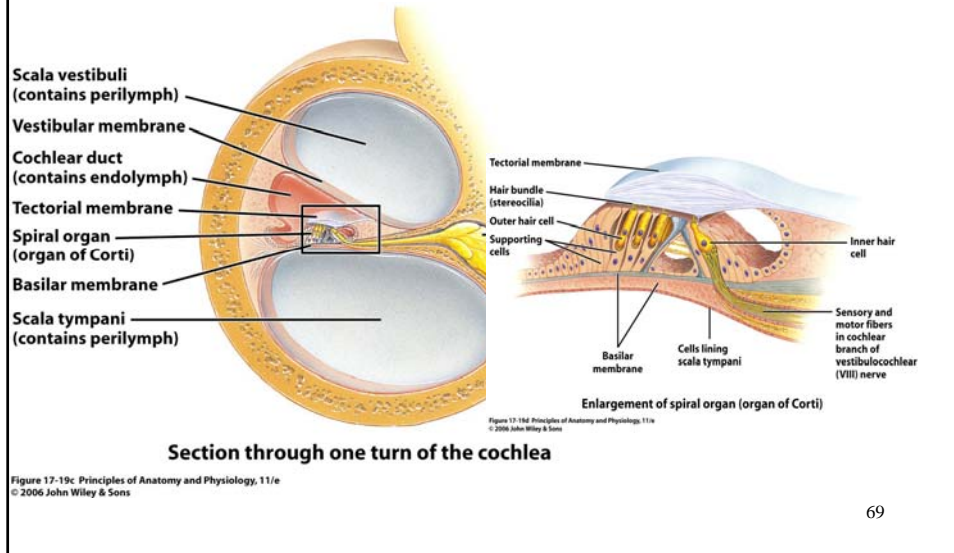


Figure 17-22b Principles of Anatomy and Physiology, 11/e © 2006 John Wiley & Sons

Organ of Corti



69

Deafness

❖ Nerve deafness

- possibly nerve damage (CN VIII), but usually damage to hair cells from antibiotics, high pitched sounds, anticancer drugs, etc.
 - the louder the sound the quicker the loss of hearing
- person may fail to notice loss until they have 70 difficulty hearing frequencies of speech

❖ Conduction deafness

- perforated eardrum
- otosclerosis
- vibrations are not “conducted” to hair cells

70

Meniere's Disease

❖前庭震顫為內耳罹患梅尼爾氏疾病的症狀之一。雖然這種疾病最初之病症是耳鳴。但是因耳蝸與前庭器藉內淋巴相通，兩者生理功能關係密切。所以梅尼爾氏疾病患者，除了聽覺症狀之外，也常伴隨暈眩及震顫的前庭症狀。

71

自己

你明明很喜歡一個人，卻沒有表白的勇氣。

你明明很希望告訴某個討厭的傢伙再也別來煩你，
卻從來不敢如此痛快淋漓。

你明明很不願意買下那件店員拚命推薦的襯衫，
卻又擔心他會以怨恨的眼光看你。

於是你心裡想的和實際去做的往往風馬牛不相及，就像你
明明愛吃漢堡，卻老是莫名其妙地點了薯條。
因為你總是擔心別人的反應。

別人的反應都只是你的虛擬而已。
你真正在應付的不是別人，是你那顆混亂不安的心。

一如站在一面鏡子前，不管是正對或背對，
呈現的只是個人的鏡象。

你面對或逃避的，終究只是自己

72