PHYSIOLOGY

FACULTY OF PHARMACEUTICAL SCIENCES
DR. AMJAAD ZUHIER ALROSAN

LECTURE 7-PART (2)- SENSES

Objectives

1. Discuss **anatomy of olfactory receptors**.
2. Discuss **Gustation: Sense of Taste.**
3. Describe **Vision.**

(Pages 573-594 of the reference).

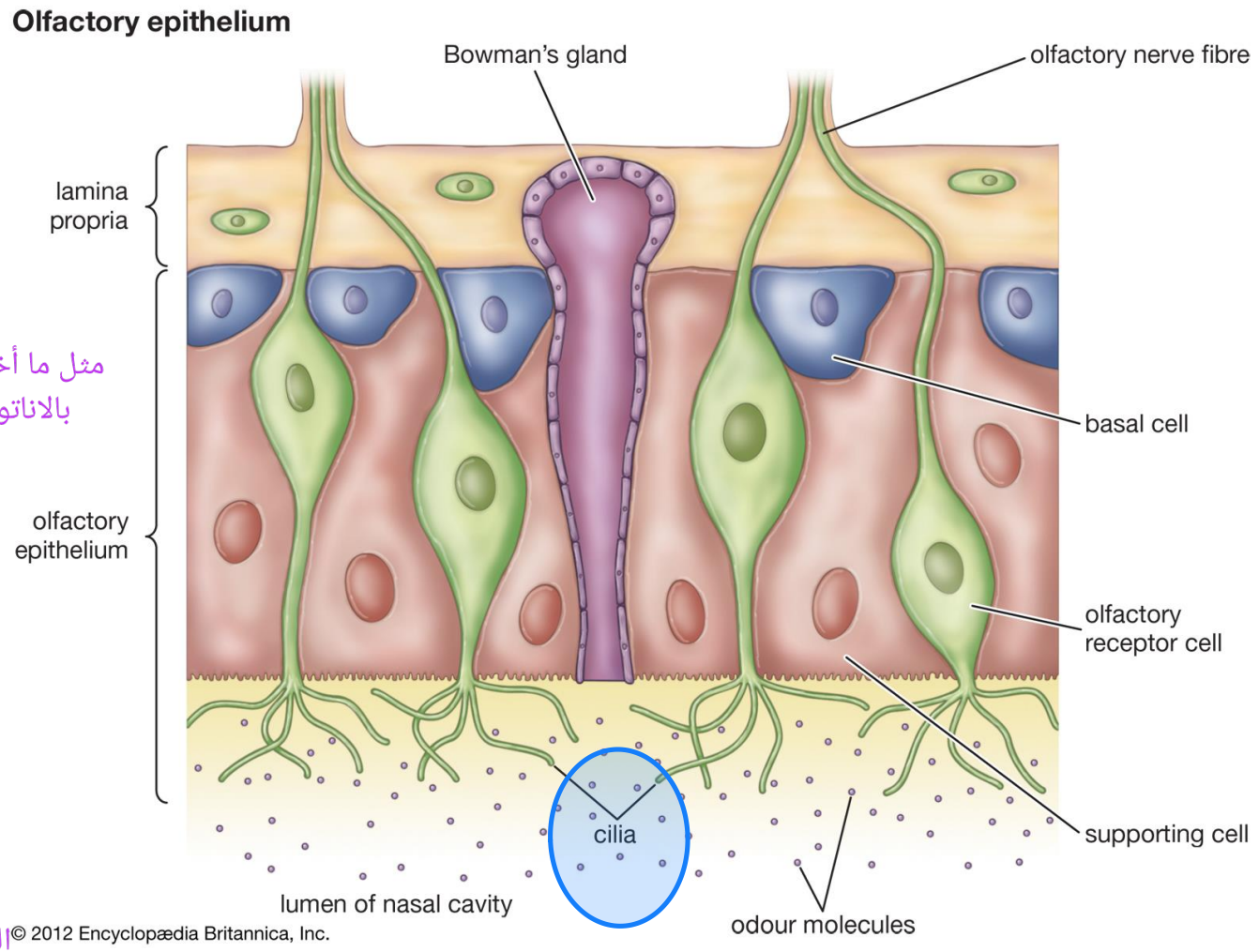
ANATOMY OF OLFACTORY RECEPTORS

تشريح مستقبلات الشم

> يحتوي الأنف على ما بين 10 ملايين و100 مليون مستقبل لحاسة الشم، تقع ضمن منطقة تُسمى الظهارة الشمية.

- the nose contains 10 million to 100 million **receptors** for the sense of smell or olfaction, contained within a region called the **olfactory epithelium**.
- The olfactory epithelium consists of three kinds of cells: **olfactory receptor cells, supporting cells, and basal cells.**
- Extending from the dendrite of an olfactory receptor cell are several **nonmotile olfactory cilia**, which are the sites of olfactory transduction. (Recall that transduction is the conversion of stimulus energy into a graded potential in a sensory receptor.)

مثل ما أخذنا بالاناتومي



> تتكون الظهارة الشمية من ثلاثة أنواع من الخلايا: مستقبلات الشم، والخلايا الداعمة، والخلايا القاعدية. > تمتد من التغصنات لخلية مستقبلة شمية عدة أهداب شمية غير متحركة، وهي مواقع انتقال الروائح. (تذكر أن التحويل هو تحويل طاقة المنبه إلى جهد متدرج في مستقبل حسي.)

OLFACTORY TRANSDUCTION

التنبيغ الشمي

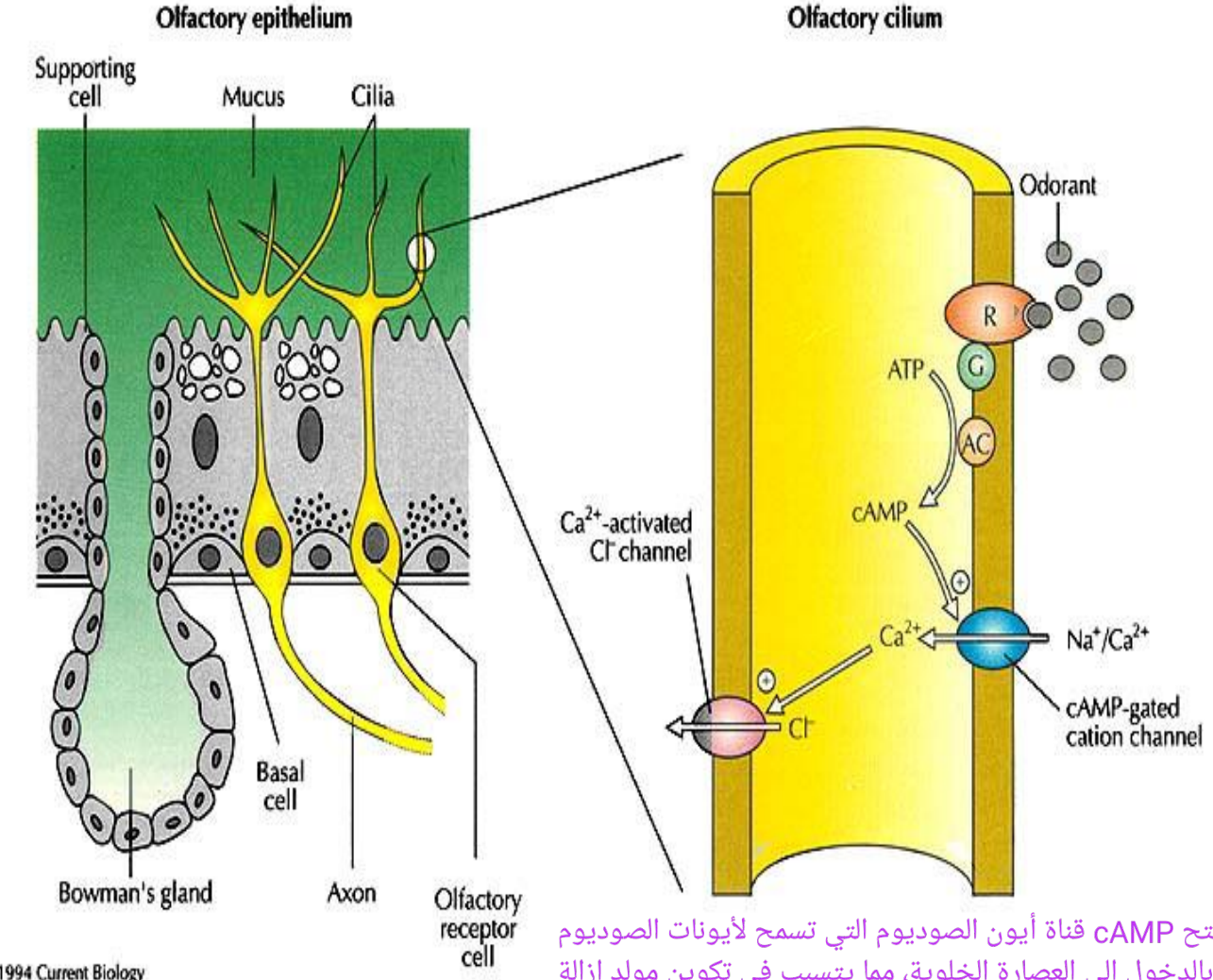
توجد داخل الأغشية البلازمية للأهداب الشمية مستقبلات شمية تكتشف المواد الكيميائية المستنشقة.

- Within the plasma membranes of the olfactory cilia are olfactory receptors that detect inhaled chemicals.
- **Occurs in the following way:**

١. يحفز ارتباط مادة عطرية ببروتين مستقبل شمي في هدب شمي بروتينًا غشائيًا يُسمى بروتين G.

1. Binding of an odorant to an olfactory receptor protein in an olfactory cilium stimulates a membrane protein called a G protein.
2. The G protein, in turn, activates the enzyme adenylate cyclase to produce a substance called cyclic adenosine monophosphate (cAMP).
3. The cAMP opens a sodium ion channel that allows Na ions to enter the cytosol, which causes a depolarizing generator potential to form in the membrane of the olfactory receptor cell.
4. If the depolarization reaches threshold, an action potential is generated along the axon of the olfactory receptor cell.

إذا وصل الاستقطاب إلى الحد الأقصى، يتولد جهد فعل على طول محور الخلية المستقبلة للشم.



2.يقوم بروتين G بدوره بتنشيط إنزيم محلقة الأدينيلات لإنتاج مادة تسمى أحادي فوسفات الأدينوزين الحلقي (CAMP).

3.يفتح cAMP قناة أيون الصوديوم التي تسمح لأيونات الصوديوم بالدخول إلى العصارة الخلوية، مما يتسبب في تكوين مولد إزالة الاستقطاب في غشاء خلية المستقبلات الشمية.

ODOR THRESHOLDS AND ADAPTATION

عتبات الروائح والتكيف

- **Olfaction**, like all the special senses, has **a low threshold**. Only a few molecules of certain substances (i.e., **chemical methyl mercaptan**) need to be present in air to be perceived as an odor.

> حاسة الشم، كغيرها من الحواس الخاصة، لها عتبة منخفضة. يكفي وجود جزيئات قليلة فقط من مواد معينة (مثل ميثيل ميركابتان الكيميائي) في الهواء ليتم إدراكها كرائحة.

- **A small amount of methyl mercaptan is added to natural gas to provide olfactory warning of gas leaks.**

> تُضاف كمية صغيرة من ميثيل ميركابتان إلى الغاز الطبيعي لتوفير تحذير شمي من تسرب الغاز.

- **Adaptation (decreasing sensitivity) to odors occurs rapidly. Still, complete insensitivity to certain strong odors occurs about a minute after exposure.**

> يحدث التكيف (انخفاض الحساسية) للروائح بسرعة. ومع ذلك، يحدث فقدان كامل للحساسية تجاه بعض الروائح القوية بعد دقيقة تقريبًا من التعرض لها.

THE OLFACTORY PATHWAY

يوجد على كل جانب من الأنف حوالي 40 حزمة من المحاور غير المايلينية لخلايا المستقبلات الشمية. تشكل هذه الحزم الأربعين أو نحو ذلك من المحاور مجتمعة الأعصاب الشمية اليمنى واليسرى.

- ✓ **On each side of the nose, about 40 bundles of unmyelinated axons of olfactory receptor cells.** These 40 or so bundles of axons collectively form the right and left olfactory (I) nerves.

تنتهي الأعصاب الشمية في الدماغ في كتل مزدوجة من المادة الرمادية تسمى البصيلات الشمية.

- ✓ **The olfactory nerves terminate in the brain in paired masses of gray matter called the olfactory bulbs.**

داخل البصيلات الشمية، تُشكل النهايات المحورية لخلايا مستقبلات الشم مشابك مع التشعبات وأجسام الخلايا العصبية للبصيلات الشمية في المسار الشمي.

- ✓ **Within the olfactory bulbs, the axon terminals of olfactory receptor cells form synapses with the dendrites and cell bodies of olfactory bulb neurons in the olfactory pathway.**

تمتد محاور عصبونات البصيلات الشمية إلى الخلف وتُشكل السبيل الشمي.

- ✓ **Axons of olfactory bulb neurons** extend posteriorly and **form the olfactory tract**.

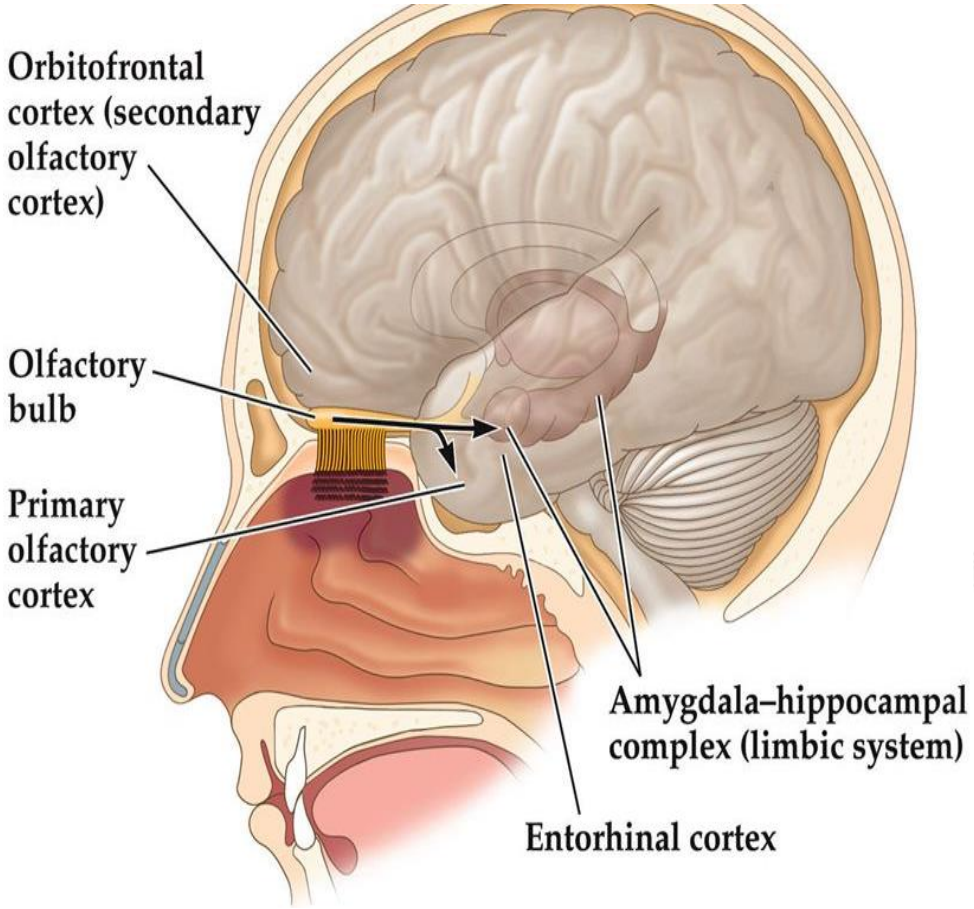
تمتد بعض محاور السبيل الشمي إلى المنطقة الشمية الأساسية من القشرة المخية، حيث يتم الإدراك الواعي للرائحة. تبدأ.

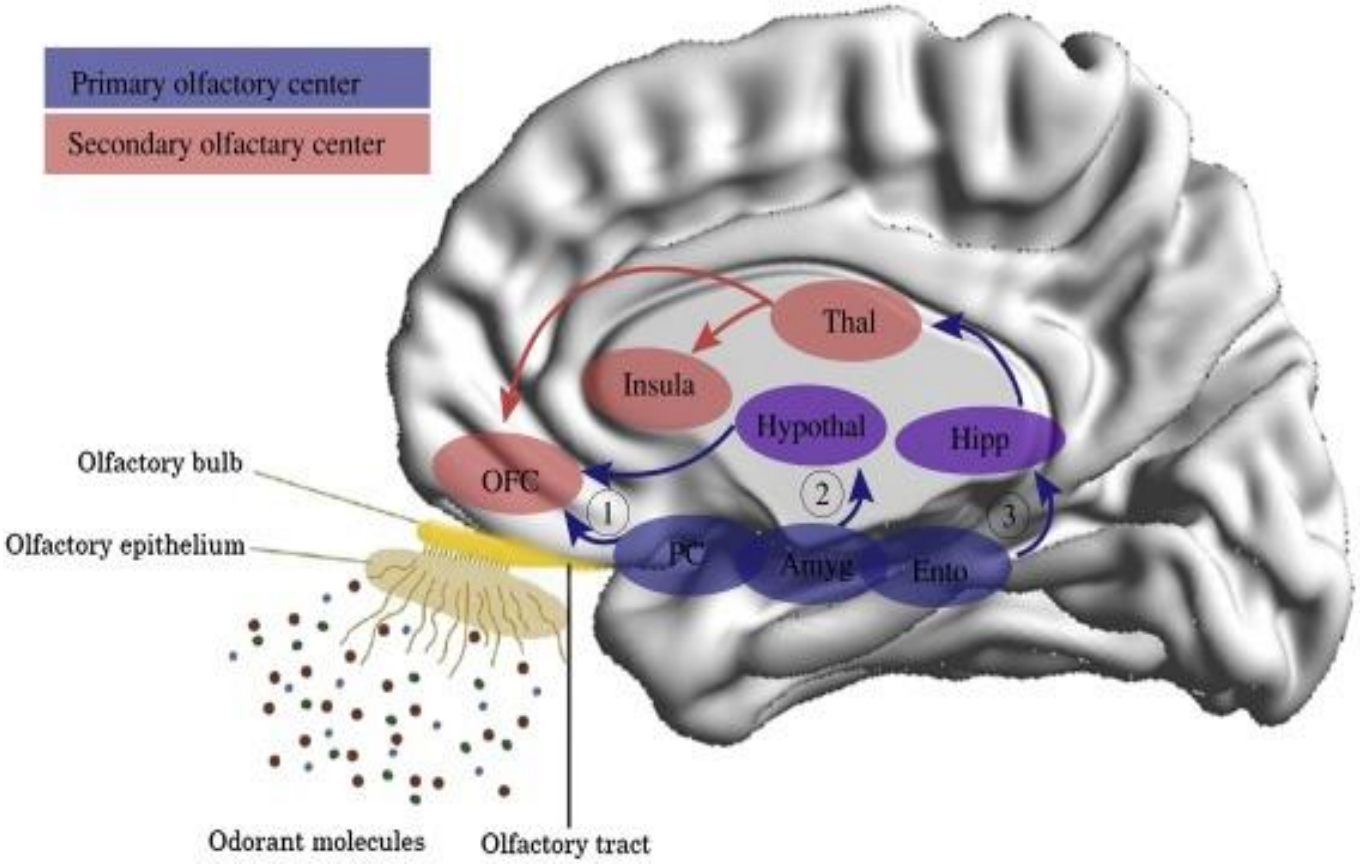
- ✓ **Some of the axons of the olfactory tract project to the primary olfactory area of the cerebral cortex**, is where **conscious awareness of smell begins**.

من المنطقة الشمية الأولية، تمتد المسارات أيضًا إلى الفص الجبهي. وتُعدّ المنطقة الحجاجية الجبهية منطقة مهمة لتحديد الروائح وتمييزها.

- ✓ From the primary olfactory area, pathways also extend to the frontal lobe. An important region for **odor identification and discrimination is the orbitofrontal area.**

THE OLFACTORY PATHWAY





GUSTATION: SENSE OF TASTE

إن التذوق أو التذوق، مثل الشم، هو حاسة كيميائية.

- Taste or gustation, like olfaction, is **a chemical sense**.

الجهاز الشمي أقوى بآلاف المرات مما يحفز الجهاز الذوقي.

- The olfactory system thousands of times more strongly than it stimulates the gustatory system.

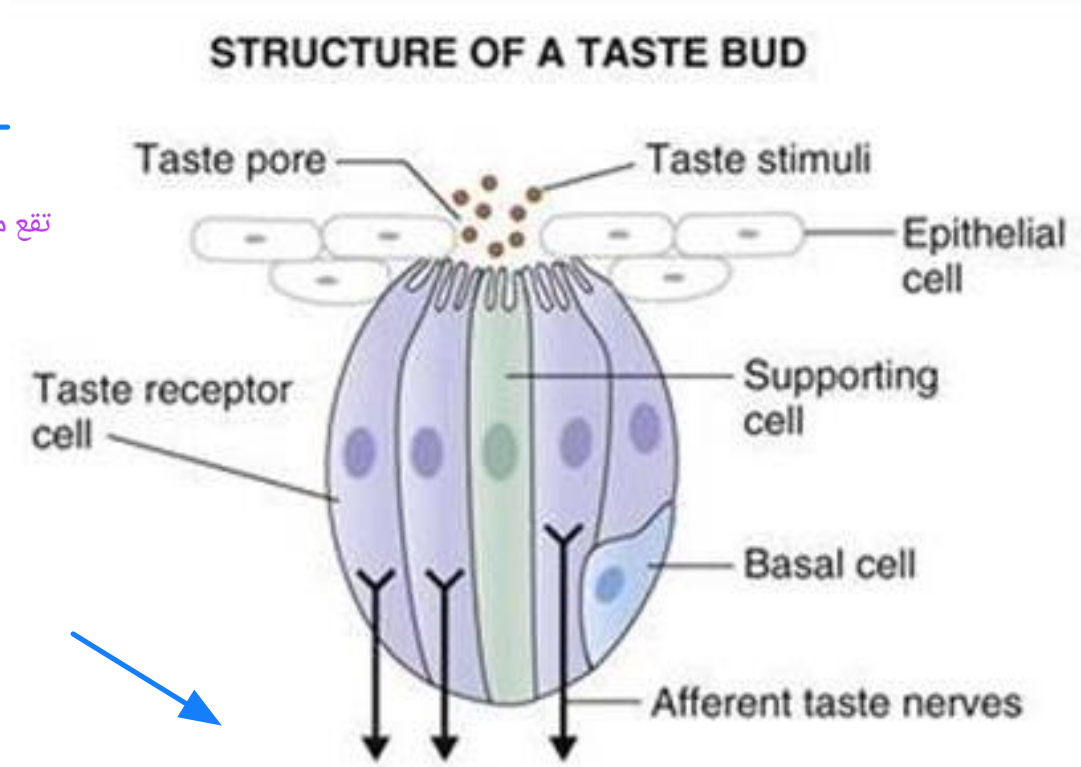
تقع مستقبلات أحاسيس التذوق في براعم التذوق.

- **The receptors for sensations of taste are located in the taste buds**.

- Most of the nearly 10,000 taste buds of a young adult **are on the tongue**, but some are found on the soft palate (posterior portion of **the roof of the mouth**), **pharynx (throat)**, and **epiglottis** (**cartilage lid over voice box**).

- **Each taste bud** is an oval body consisting of three kinds of **epithelial cells: supporting cells, gustatory receptor cells, and basal cells**.

كل برعم تذوق عبارة عن جسم بيضاوي يتكون من ثلاثة أنواع من الخلايا الظهارية: الخلايا الداعمة، وخلايا المستقبلات الذوقية، والخلايا القاعدية.



معظم براعم التذوق لدى الشاب، والتي يبلغ عددها حوالي 10,000، توجد على اللسان، ولكن يوجد بعضها على الحنك الرخو (الجزء الخلفي من سقف الفم)، والبلعوم (الحلق)، ولسان المزمار (غطاء غضروفي فوق صندوق الصوت).

PHYSIOLOGY OF GUSTATION

توجد براعم التذوق في نتوءات على اللسان تُسمى الحليمات، مما يزيد من مساحة السطح ويُعطي السطح العلوي للسان ملمسًا خشنًا.

- **Taste buds** are found in **elevations on the tongue called papillae**, which increase the surface area and provide a rough texture to the upper surface of the tongue.

يحتوي سطح اللسان بأكمله على حليمات خيطية، مما يزيد من الاحتكاك بين اللسان والطعام، مما يُسهّل على اللسان تحريكه في تجويف الفم.

- The entire surface of the tongue has **filiform papillae**, **increase friction between the tongue and food, making it easier for the tongue to move food in the oral cavity.**

- Chemicals that stimulate gustatory receptor cells are known as **tastants**.

تُعرف المواد الكيميائية التي تُحفّز خلايا مستقبلات التذوق باسم مُحسِّنات التذوق.

- Once a **tastant is dissolved in saliva**, it can make **contact with** the plasma membranes of the **gustatory microvilli**, which are the **sites of taste transduction**.

بمجرد ذوبان مُحسِّن التذوق في اللعاب، يُمكنه الاتصال بالأغشية البلازمية للزغيبات التذوقية، وهي مواقع نقل التذوق.

- The result is a receptor potential that stimulates exocytosis of synaptic vesicles from the gustatory receptor cell. In turn, the liberated neurotransmitter molecules trigger nerve impulses in the first-order sensory neurons that synapse with gustatory receptor cells.

والنتيجة هي إمكانات المستقبل التي تحفز خروج الخلايا من الحويصلات التشابكية من خلية المستقبلات الذوقية. بدورها، تؤدي جزيئات الناقلات العصبية المحررة إلى تحفيز نبضات عصبية في الخلايا العصبية الحسية من الدرجة الأولى التي تتشابك مع خلايا المستقبلات الذوقية.

PHYSIOLOGY OF GUSTATION

تختلف إمكانات المستقبلات باختلاف أنواع التذوق.

- **The receptor potential arises differently for different tastants.**

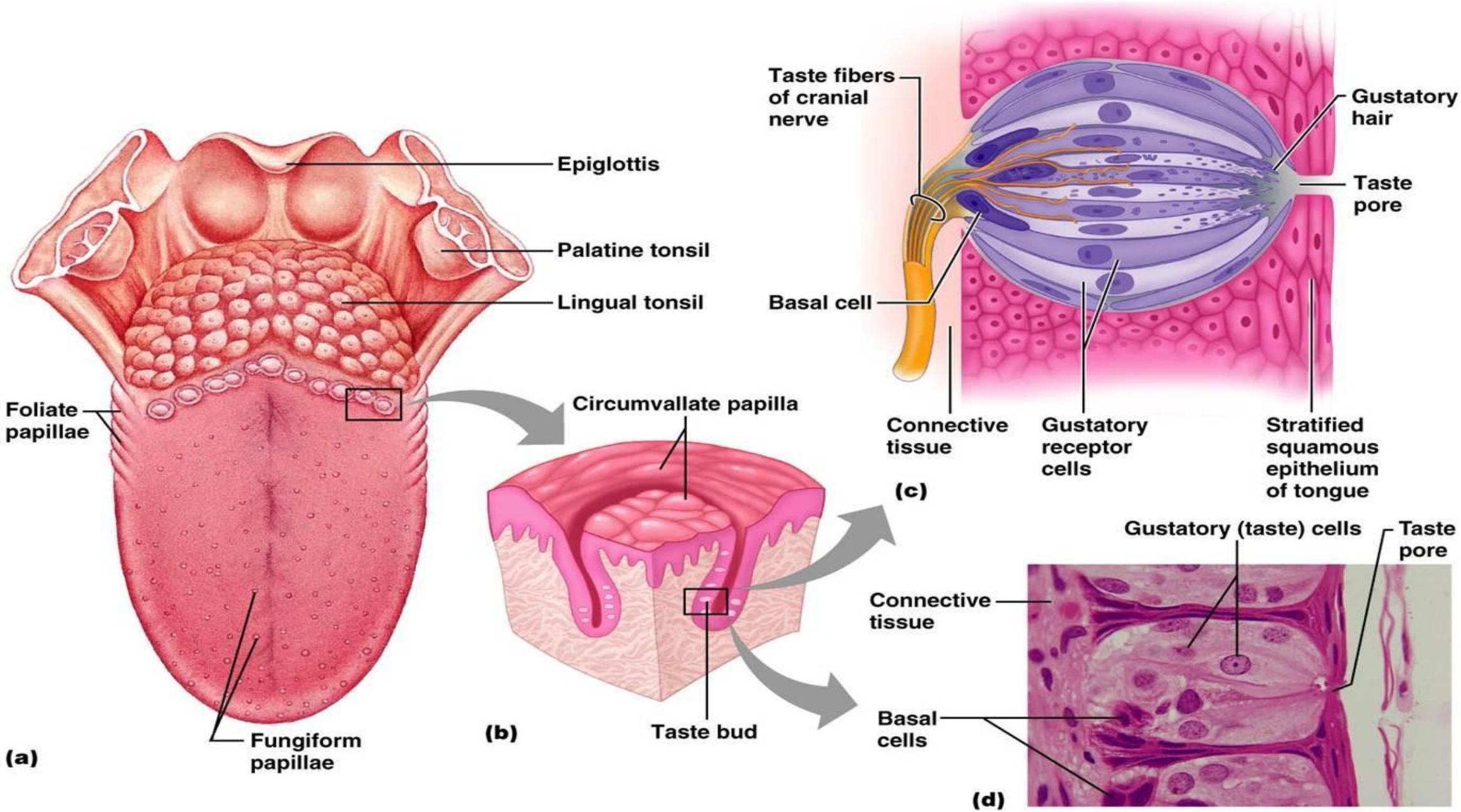
تدخل أيونات الصوديوم الموجودة في الطعام المالح إلى خلايا مستقبلات التذوق عبر قنوات أيونات الصوديوم في الغشاء البلازمي.

- The **sodium ions** in a salty food enter gustatory receptor cells via Na ion channels in the plasma membrane.
- The **accumulation of Na ions inside the cell causes depolarization**, which leads to **release of neurotransmitter**.

يؤدي تراكم أيونات الصوديوم داخل الخلية إلى إزالة الاستقطاب، مما يؤدي إلى إطلاق الناقل العصبي.

- **Other tastants,** responsible for stimulating sweet, bitter, and umami tastes, **do not themselves enter gustatory receptor cells**. Rather, **they bind to receptors on the plasma membrane that are linked to G proteins. The G proteins then activate several different chemicals known as second messengers inside the gustatory receptor cell. Different second messengers cause depolarization in different ways, but the result is the same— release of neurotransmitter.**

أما أنواع التذوق الأخرى، المسؤولة عن تحفيز الطعم الحلو والمر والأومامي، فلا تدخل خلايا مستقبلات التذوق بنفسها. بل ترتبط بمستقبلات على الغشاء البلازمي مرتبطة ببروتينات G. ثم تُنشّط هذه البروتينات العديد من المواد الكيميائية المختلفة المعروفة باسم الرسل الثانوية داخل خلية مستقبلات التذوق. تُسبب الرسل الثانوية المختلفة إزالة الاستقطاب بطرق مختلفة، ولكن النتيجة واحدة - إطلاق الناقل العصبي.



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

TASTE THRESHOLDS AND ADAPTATION

> تختلف عتبة التذوق باختلاف كل طعم من الأذواق

- **The threshold for taste varies for each of the primary tastes.**

- Complete adaptation to a specific taste can occur in 1–5 minutes of continuous stimulation.

يمكن أن يحدث التكيف الكامل مع طعم معين خلال دقيقة إلى خمس دقائق من التحفيز المستمر.

THE GUSTATORY PATHWAY

من براعم التذوق، تنتشر النبضات العصبية على طول هذه الأعصاب القحفية إلى النواة التذوقية في النخاع المستطيل.

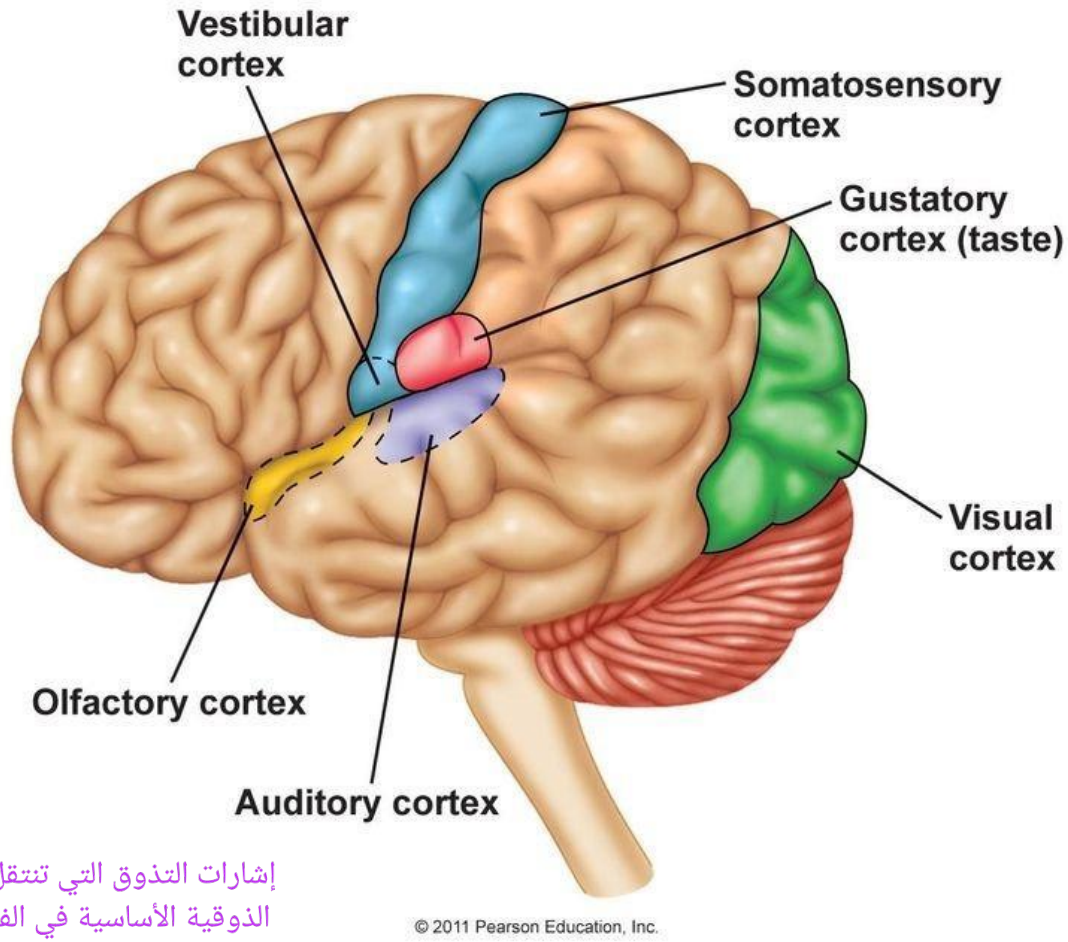
1. From the taste buds, nerve impulses propagate along these cranial nerves to the gustatory nucleus in the medulla oblongata.

2. From the medulla, some axons carrying taste signals project to the limbic system and the hypothalamus; others project to the thalamus.

من النخاع، تنتقل بعض المحاور التي تحمل إشارات التذوق إلى الجهاز الحوفي والوطاء، بينما تنتقل أخرى إلى المهاد.

3. Taste signals that project from the thalamus to the primary gustatory area in the parietal lobe of the cerebral cortex give rise to the conscious perception of taste.

إشارات التذوق التي تنتقل من المهاد إلى المنطقة الذوقية الأساسية في الفص الجداري من القشرة المخية تُؤدي إلى الإدراك الواعي للتذوق.



VISION

الرؤية، فعل الإبصار، بالغة الأهمية لبقاء الإنسان.

- **Vision, the act of seeing, is extremely important to human survival.**

- **More than half the sensory receptors in the human body are located in the eyes, and a large part of the cerebral cortex is devoted to processing visual information.**

تقع أكثر من نصف المستقبلات الحسية في جسم الإنسان في العينين، ويُخصص جزء كبير من القشرة المخية لمعالجة المعلومات البصرية.

ELECTROMAGNETIC RADIATION

الإشعاع الكهرومغناطيسي

الإشعاع الكهرومغناطيسي هو طاقة على شكل موجات تشع من الشمس.

- **Electromagnetic radiation** is energy in the form of waves that radiates from the sun.
- **There are many types of electromagnetic radiation, including gamma rays, x-rays, UV rays, visible light, infrared radiation, microwaves, and radio waves.**

هناك أنواع عديدة من الإشعاع الكهرومغناطيسي، بما في ذلك أشعة جاما، والأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية، والضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء، والموجات الدقيقة، والموجات الراديوية.

- This **range of electromagnetic radiation** is known as the **electromagnetic spectrum**.

يُعرف هذا النطاق من الإشعاع الكهرومغناطيسي باسم الطيف الكهرومغناطيسي.

- The **distance between two consecutive peaks** of an electromagnetic wave is the **wavelength.**

المسافة بين قمتين متتاليتين للموجة الكهرومغناطيسية هي الطول الموجي.

ELECTROMAGNETIC RADIATION

العينان مسؤولتان عن استشعار الضوء المرئي، وهو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي بأطوال موجية تتراوح بين ٤٠٠ و٧٠٠ نانومتر تقريبًا.

- **The eyes** are responsible for the **detection of visible light**, the part of the **electromagnetic spectrum with wavelengths ranging from about 400 to 700 nm.**

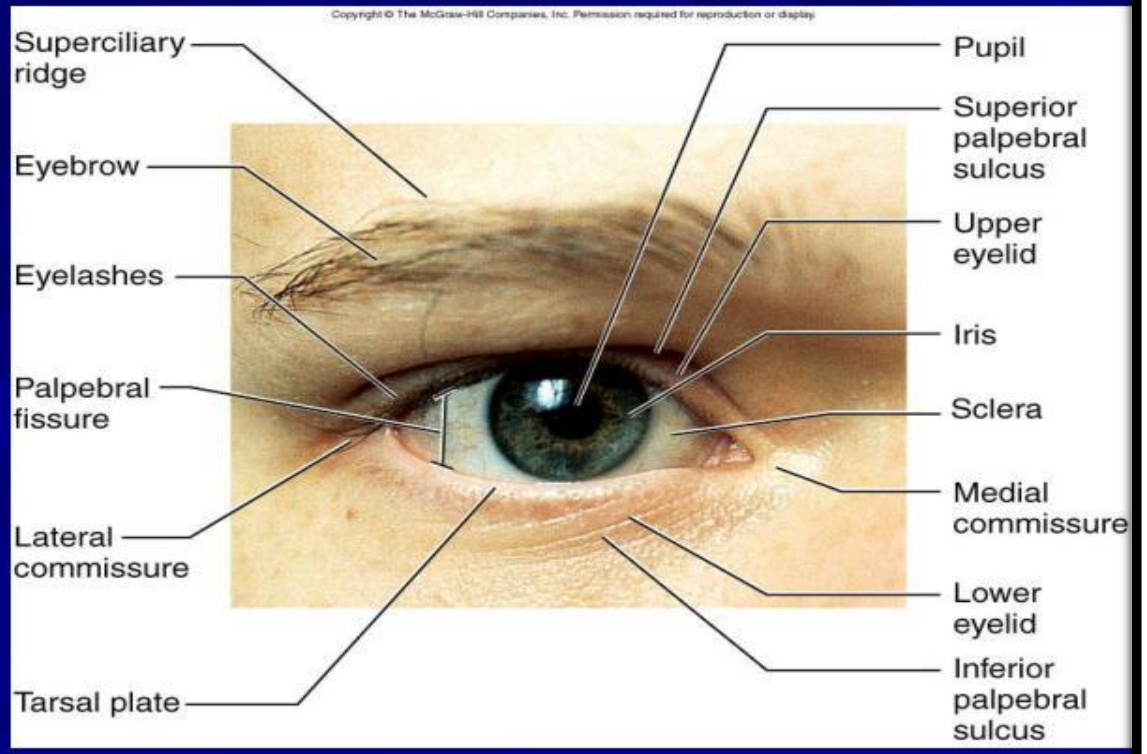
ACCESSORY STRUCTURES OF THE EYE

تشمل الهياكل الملحقة للعين الجفون والرموش والحواجب والجهاز الدمعي (المنتج للدموع) وعضلات العين الخارجية.

- **The accessory structures of the eye include the eyelids, eyelashes, eyebrows, the lacrimal (tear-producing) apparatus, and extrinsic eye muscles.**

Surface Anatomy and Accessory Structures of the Eye

1. eyelids
2. eyelashes
3. eyebrows
4. extrinsic eye muscles
5. lacrimal apparatus



EYELIDS

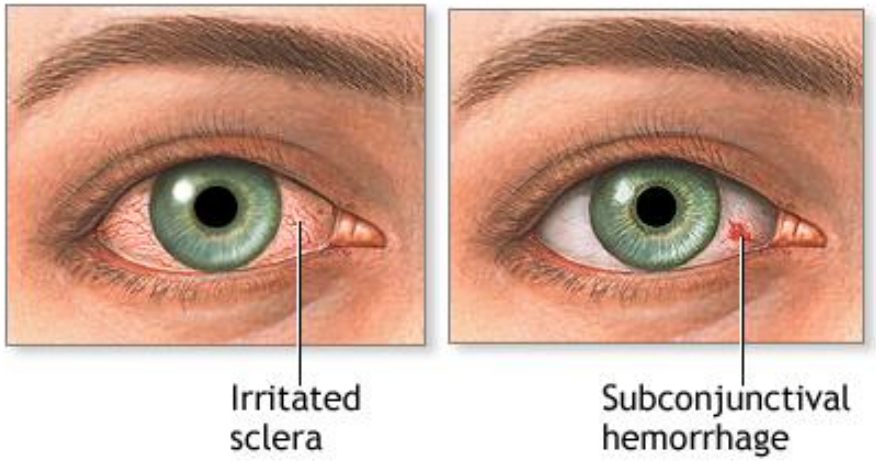
الجفون

- The upper and lower eyelids, **shade the eyes during sleep, protect the eyes from excessive light and foreign objects**, and spread lubricating secretions over the eyeballs.

تعمل الجفون العلوية والسفلية على تظليل العينين أثناء النوم، وتحمي العينين من الضوء الزائد والأجسام الغريبة، وتنشر الإفرازات المرطبة فوق مقلة العين.

- The **conjunctiva** is a thin, protective mucous membrane composed of nonkeratinized stratified squamous epithelium with numerous goblet cells that is supported by areolar connective tissue.

الملتحمة عبارة عن غشاء مخاطي واقي رقيق يتكون من ظهارة حرشفية طبقية غير متقرنة مع العديد من الخلايا الكأسية التي يدعمها النسيج الضام الهالي.



- **Dilation and congestion of the blood vessels of the bulbar conjunctiva, which lines the inner aspect of the eyelids, ,** due to local irritation or infection are the cause of **bloodshot eyes**.

إن توسع واحتقان الأوعية الدموية في الملتحمة البصلية، التي تبطن الجانب الداخلي من الجفون، بسبب التهيج الموضعي أو العدوى، هي سبب احتقان العين.

الرموش الحواجب

EYELASHES AND EYEBROWS

- **The eyelashes**, which project from the border of each eyelid.

الرموش، التي تبرز من حافة كل جفن o.

- **Sebaceous glands at the base of the hair follicles of the eyelashes**, called **sebaceous ciliary glands**. **Infection of these glands, usually by bacteria, causes a painful, pus-filled swelling called a sty.**

الغدد الدهنية الموجودة في قاعدة بصيلات شعر الرموش، تُسمى الغدد الهدبية الدهنية. تُسبب عدوى هذه الغدد، عادةً بالبكتيريا، تورمًا مؤلمًا مليئًا بالقيح يُسمى الشعيرة.

- **The eyebrows,** which arch transversely above the upper eyelids, help protect the eyeballs from foreign objects, perspiration, and the direct rays of the sun.

الحاجبان، اللذان يتقوسان بشكل عرضي فوق الجفنين العلويين، يُساعدان على حماية مقلة العين من الأجسام الغريبة والتعرق وأشعة الشمس المباشرة.

THE LACRIMAL APPARATUS

الجهاز الدمعي

الجهاز الدمعي هو مجموعة من البُنى التي تُنتج وتُصرّف السائل الدمعي أو الدموع في عملية تُسمى الدموع.

- The lacrimal apparatus is **a group of structures that produces and drains lacrimal fluid or tears** in a process called lacrimation.

- The **lacrimal glands, secrete lacrimal fluid, which drains into 6–12 lacrimal ducts** that **empty tears onto the surface of the conjunctiva of the upper lid**.

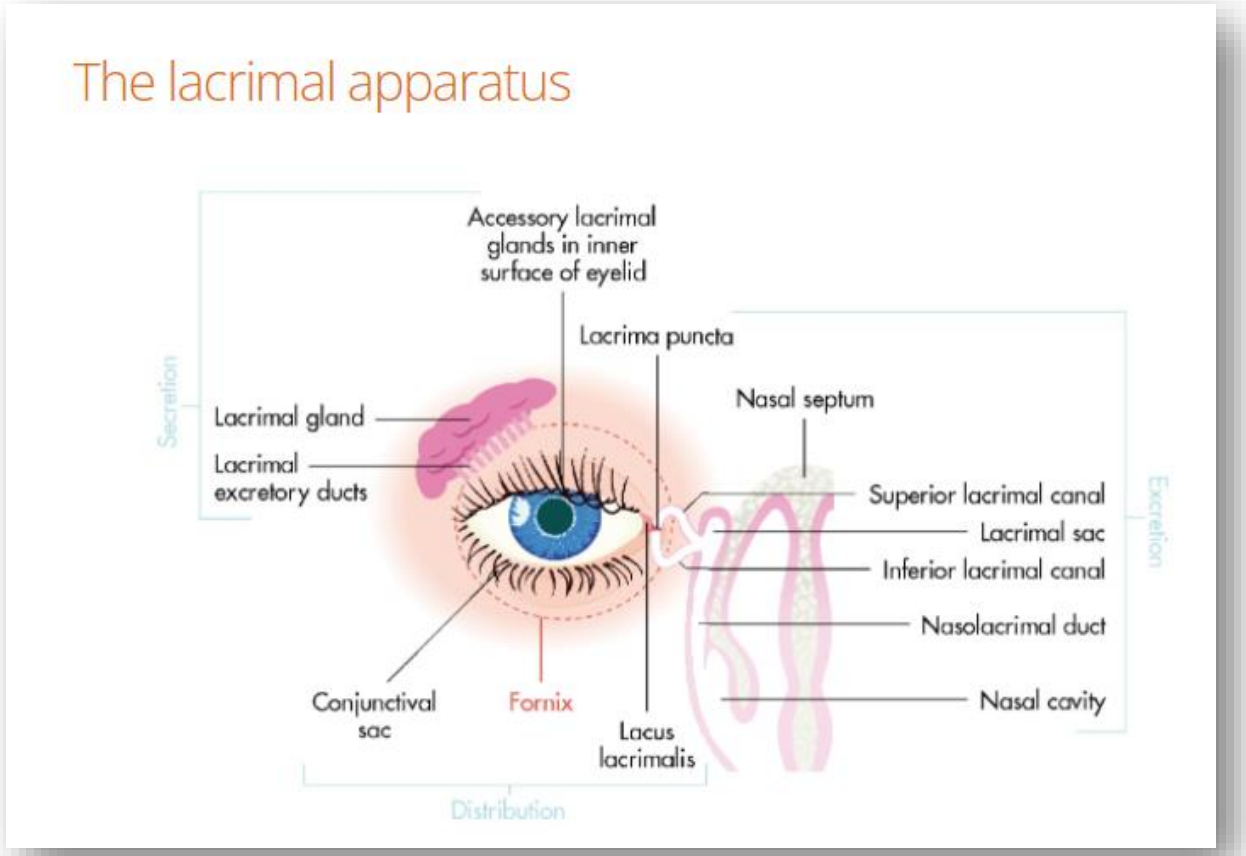
تفرز الغدد الدمعية السائل الدمعي، الذي يُصرّف في ٦-١٢ قناة دمعية تُفرّغ الدموع على سطح ملتحمة الجفن العلوي.

THE LACRIMAL APPARATUS

يتم إمداد الغدد الدمعية عن طريق الألياف الوجهية السمبتاوية (الأعصاب السابعة). بعد إفرازه من الغدة الدمعية، ينتشر السائل الدمعي بشكل وسطي على سطح مقلة العين عن طريق وميض الجفون.

- **The lacrimal glands are supplied by parasympathetic fibers of the facial (VII) nerves.** After being secreted from the lacrimal gland, lacrimal fluid is spread medially over the surface of the eyeball by the blinking of the eyelids.

- From here the tears pass medially over the anterior surface of the eyeball to **enter two small openings called lacrimal puncta** (singular is punctum). Tears then **pass into two ducts**, the superior and inferior lacrimal canaliculi, which lead into the **lacrimal sac (within the lacrimal fossa) and then into the nasolacrimal duct.**



من هنا تمر الدموع بشكل وسطي على السطح الأمامي لمقلة العين لتدخل فتحتين صغيرتين تسمى النقطة الدمعية (المفرد هو النقطة). تمر الدموع بعد ذلك إلى قناتين، القناة الدمعية العلوية والسفلية، والتي تؤدي إلى الكيس الدمعي (داخل الحفرة الدمعية) ثم إلى القناة الأنفية الدمعية.

EXTRINSIC EYE MUSCLES

العضلات التي تُنتج حركاتها الأساسية، تُحرك مقلة العين جانبيًا، ووسطيًا، وعلويًا، وسفليًا.

- Muscles that produce their essential movements, move the eyeball laterally, medially, superiorly, and inferiorly.
- These muscles are capable of moving the eye in almost any direction.

هذه العضلات قادرة على تحريك العين في أي اتجاه تقريبًا.

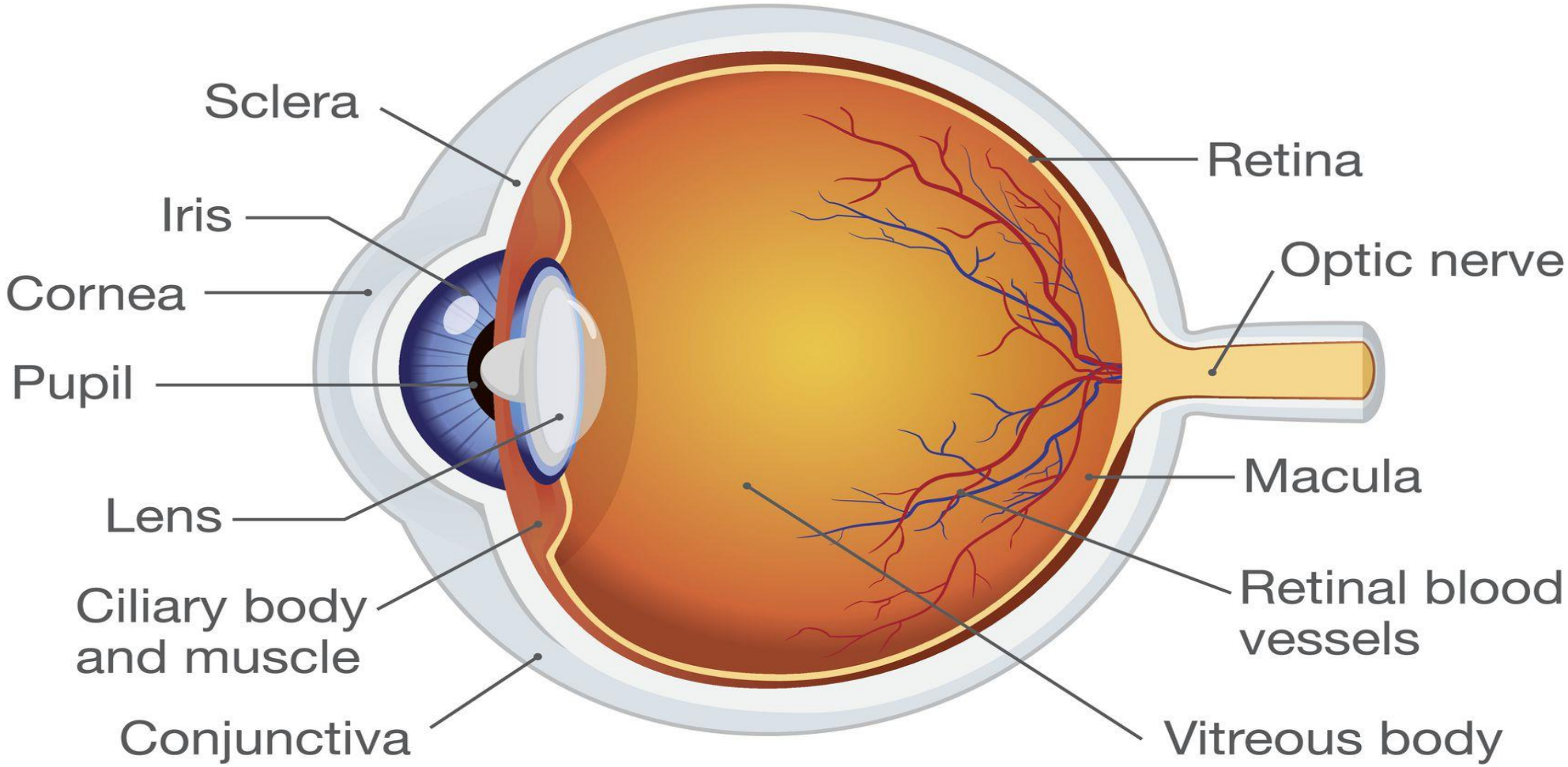
- **Six extrinsic eye muscles move each eye: the superior rectus, inferior rectus, lateral rectus, medial rectus, superior oblique, and inferior oblique.**

تُحرك ست عضلات خارجية للعين كل عين: المستقيمة العلوية، والمستقيمة السفلية، والمستقيمة الجانبية، والمستقيمة الإنسية، والمائلة العلوية، والمائلة السفلية.

- Neural circuits in the brain stem and cerebellum coordinate and synchronize the movements of the eyes.

تُنسق الدوائر العصبية في جذع الدماغ والمخيخ حركات العينين وتُزامنها.

Human Eye Anatomy



SUMMARY OF THE STRUCTURES OF THE EYEBALL

١. الغلاف الليفي: القرنية: تسمح بمرور الضوء وتكسره (تحنيه). الصلبة: تُعطي الشكل وتحمي الأجزاء الداخلية.

1. **Fibrous tunic : Cornea:** Admits and refracts (bends) light. **Sclera:** Provides shape and protects inner parts.
2. **Vascular tunic: Iris:** Regulates amount of light that enters eyeball. **Ciliary body:** alters shape of lens for near or far vision (accommodation). **Choroid:** Provides blood supply and absorbs scattered light.

٢. الغلاف الوعائي: القزحية: تُنظم كمية الضوء الداخلة إلى مقلة العين. الجسم الهدبي: يُغير شكل العدسة للرؤية القريبة أو البعيدة (التكيف). المشيمية: تُوفر إمدادًا دمويًا وتمتص الضوء المُشتت.

3. **Retina:** Receives light and converts it into receptor potentials and nerve impulses. Output to brain via axons of ganglion cells, which form optic (II) nerve.
4. **Lens:** Refracts light.

٣. الشبكية: تستقبل الضوء وتحوله إلى جهد مستقبلات ونبضات عصبية. تُخرجه إلى الدماغ عبر محاور الخلايا العقدية، التي تُشكل العصب البصري (II).

٤. العدسة: تكسر الضوء.

IMAGE FORMATION

لفهم كيفية تكوين العين صورًا واضحة للأجسام على شبكية العين، يجب علينا دراسة ثلاث عمليات:

- To understand how the eye forms clear images of objects on the retina, we must examine three processes:

(١) انكسار أو انحناء الضوء بواسطة العدسة والقرنية،

- **(1) the refraction or bending of light by the lens and cornea;**
- **(2) accommodation, the change in shape of the lens;**
- **(3) constriction or narrowing of the pupil.**

(2) التكيف، أي تغير شكل العدسة، (3) انقباض أو تضييق الحدقة.

REFRACTION OF LIGHT RAYS

عند دخول أشعة الضوء إلى العين، تنكسر على السطحين الأمامي والخلفي للقرنية.

- **As light rays enter the eye, they are refracted at the anterior and posterior surfaces of the cornea.**
- Both surfaces of the lens of the eye further refract the light rays so they come into exact focus on the retina.

يعمل كلا سطحي عدسة العين على انكسار أشعة الضوء بشكل أكبر، بحيث تتمركز بدقة على الشبكيه

- **Images focused on the retina are inverted (upside down).**

تكون الصور التي تركز على الشبكية مقلوبة (رأسًا على عقب).

- About 75% of the total refraction of light occurs at the cornea.

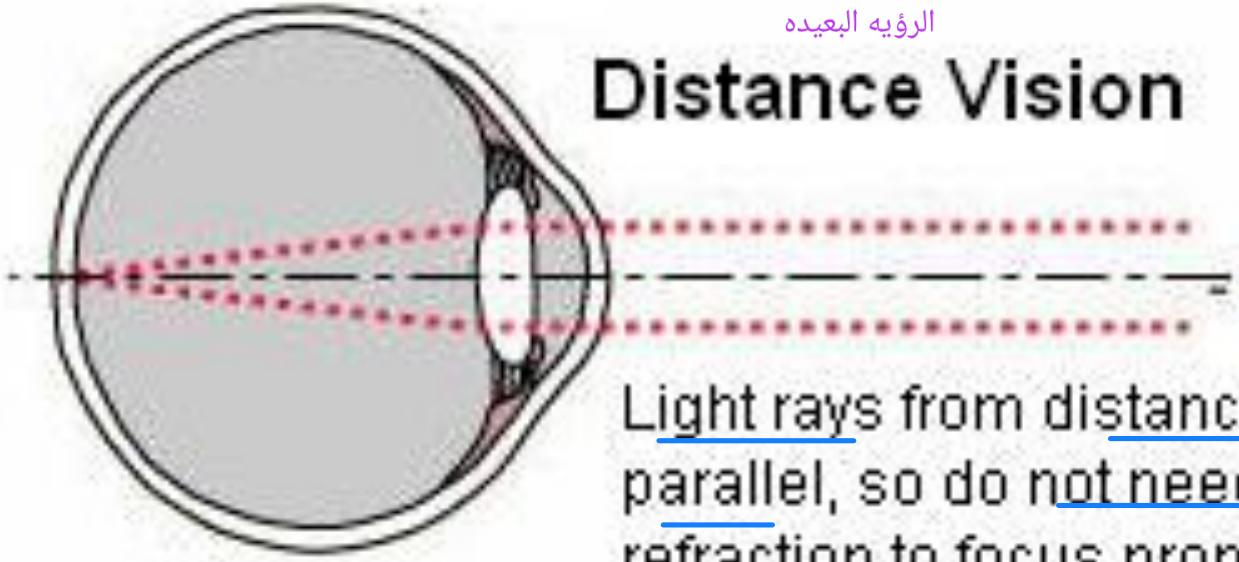
يحدث حوالي ٧٥٪ من إجمالي انكسار الضوء عند القرنية.

- The lens provides the remaining 25% of focusing power and also changes the focus to view near or distant objects.

توفر العدسة نسبة ٢٥٪ المتبقية من قوة التركيز، كما تُغير التركيز لرؤية الأجسام القريبة أو البعيدة.

الرؤيه البعيده

Distance Vision

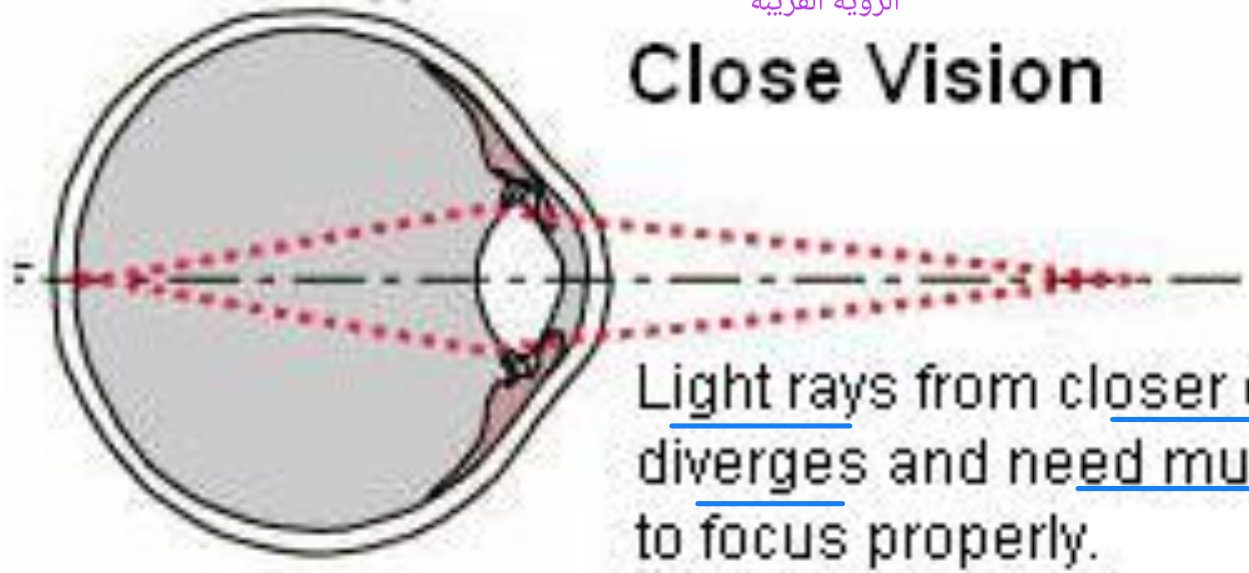


أشعة الضوء القادمة من الأجسام البعيدة متوازية، لذا لا تحتاج إلى انكسار كبير للتركيز بشكل صحيح.

Light rays from distance objects are parallel, so do not need much refraction to focus properly.

الرؤيه القريبه

Close Vision



أشعة الضوء القادمة من الأجسام الأقرب تتباعد وتحتاج إلى انكسار كبير للتركيز بشكل صحيح.

Light rays from closer objects diverges and need much refraction to focus properly.

ACCOMMODATION AND THE NEAR POINT OF VISION

عندما تُركز العين على جسم قريب، تُصبح العدسة أكثر انحناءً، مما يُسبب انكسارًا أكبر لأشعة الضوء.

- When the eye is focusing on a close object, the lens becomes more curved, causing greater refraction of the light rays.

تُسمى هذه الزيادة في انحناء العدسة للرؤية القريبة بالتكيف. نقطة الرؤية القريبة هي أدنى مسافة من العين يُمكن فيها تركيز الجسم بوضوح مع أقصى قدر من التكيف.

- This increase in the curvature of the lens for near vision is called accommodation. The near point of vision is the minimum distance from the eye that an object can be clearly focused with maximum accommodation.

- the lens becomes more spherical, which increases the refraction of light.

تُصبح العدسة أكثر كروية، مما يزيد من انكسار الضوء.

اضطرابات الانكسار

REFRACTION ABNORMALITIES

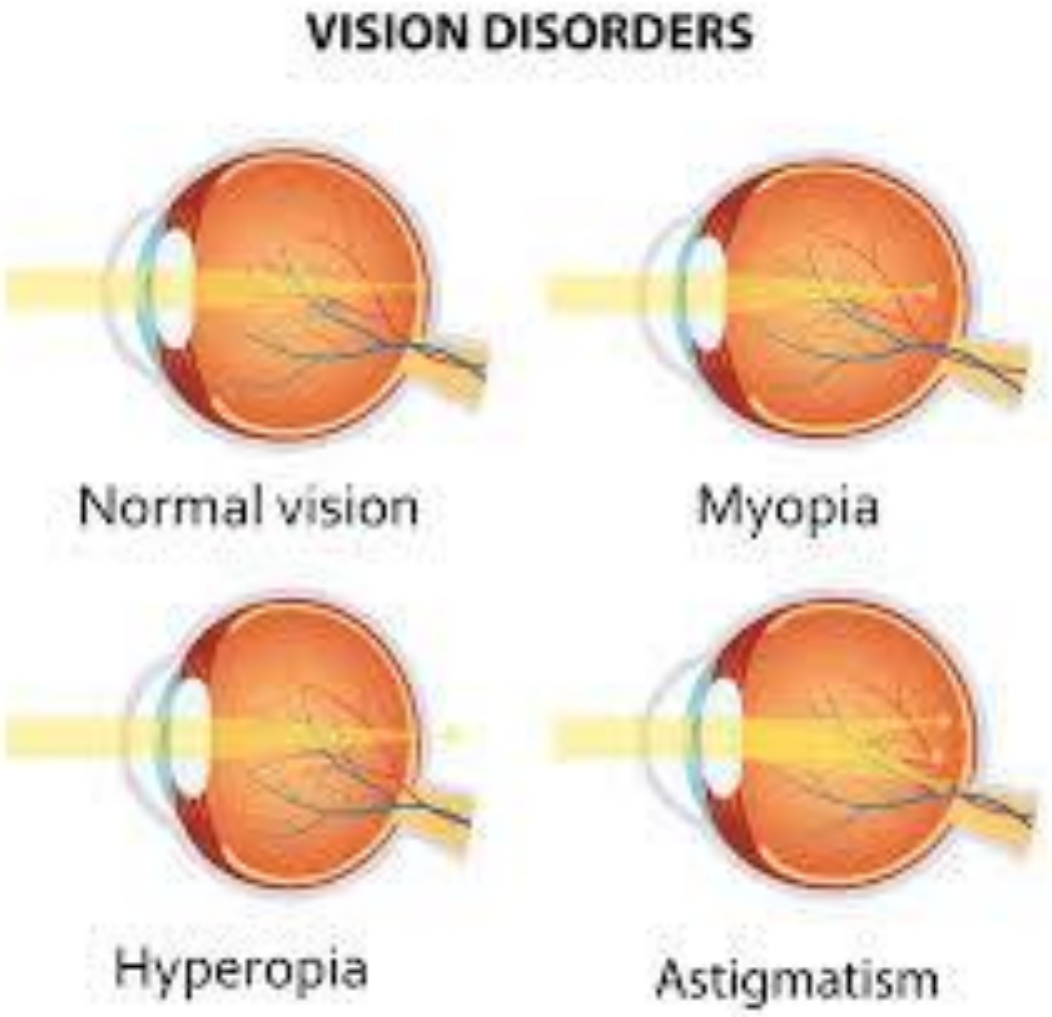
- Among these abnormalities are **myopia**, which occurs when the eyeball is too long relative to the focusing power of the cornea and lens, or when the lens is thicker than normal, so an image converges in front of the retina. **Myopic individuals can see close objects clearly, but not distant objects.**

من بين هذه الاضطرابات قصر النظر، الذي يحدث عندما تكون مقلة العين طويلة جدًا بالنسبة لقوة تركيز القرنية والعدسة، أو عندما تكون العدسة أكثر سمكًا من المعتاد، فتتقارب الصورة أمام الشبكية. يستطيع المصابون بقصر النظر رؤية الأشياء القريبة بوضوح، ولكن ليس الأشياء البعيدة.

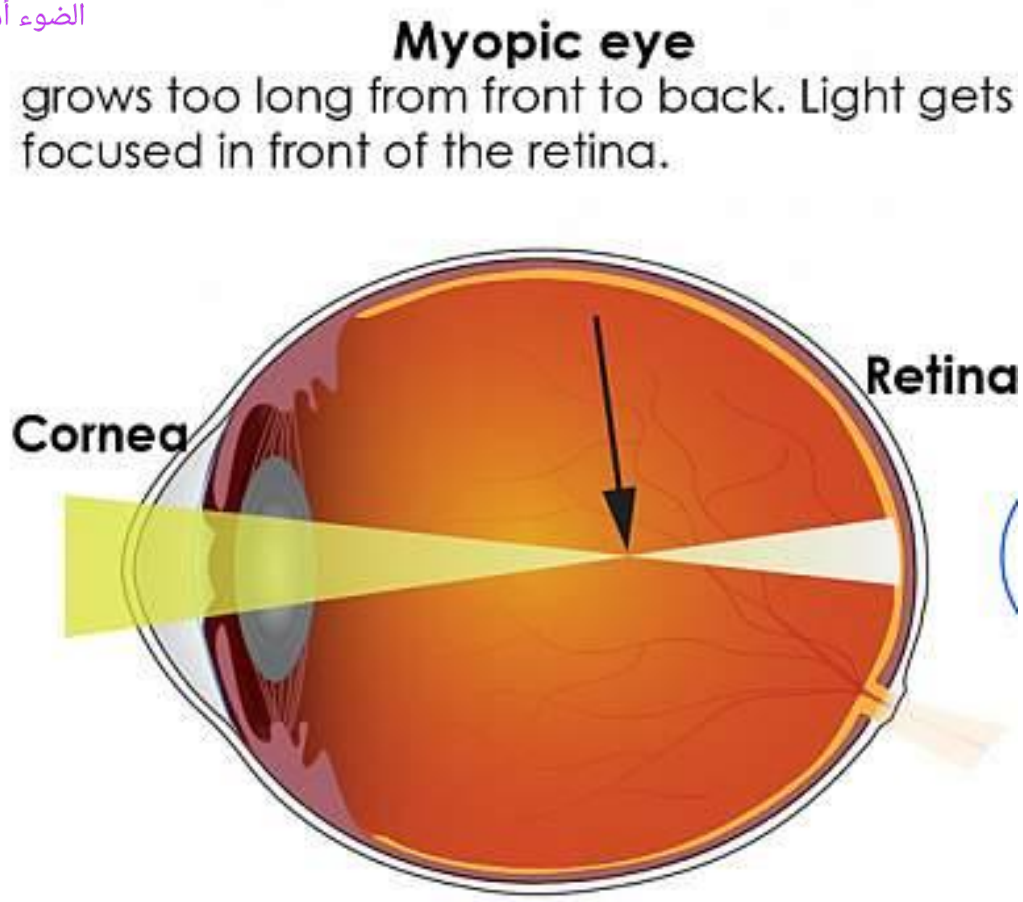
يستطيع المصابون بمد البصر رؤية الأشياء البعيدة بوضوح، ولكن ليس الأشياء القريبة.

- **Hyperopic individuals can see distant objects clearly, but not close ones.**
- Another refraction abnormality is **astigmatism**, in which either the cornea or the lens has an irregular curvature. As a result, parts of the image are out of focus, and thus vision is blurred or distorted.

شذوذ الانكسار الآخر هو الاستجماتيزم، حيث يكون للقرنية أو العدسة انحناء غير منتظم. ونتيجة لذلك، تصبح أجزاء من الصورة خارج نطاق التركيز، وبالتالي تصبح الرؤية غير واضحة أو مشوهة.



ينمو طويلًا جدًا من الأمام إلى الخلف. يتركز الضوء أمام الشبكية.

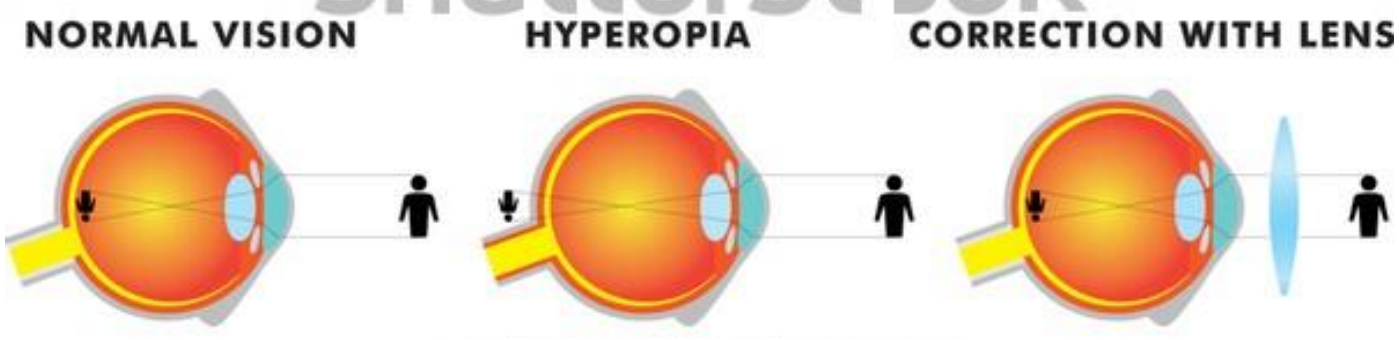


HYPEROPIA

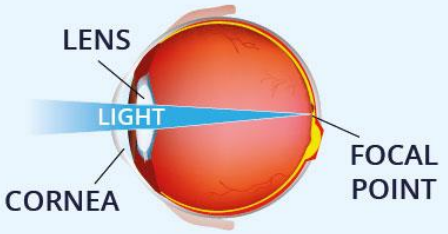
Hyperopia (Far-Sightedness)
Eyeball too short or refractive power of the eye too weak.
Parallel rays of light are brought to a focus behind the retina with accommodation relaxed.

Convex lens used to correct hyperopia.

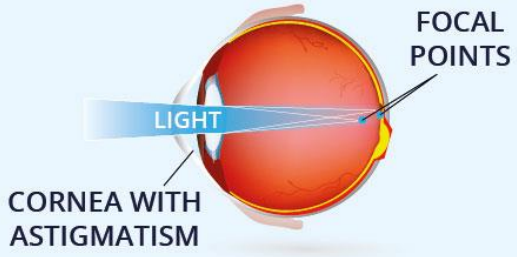
shutterstock



SPHERIC EYE



ASTIGMATISM



CONSTRICTION OF THE PUPIL

للألياف العضلية الدائرية للقزحية أيضًا دور في تكوين صور شبكية واضحة.

- The circular muscle fibers of the iris also have a role in the formation of clear retinal images.

- The constriction of the pupil is a **narrowing of the diameter of the hole through which light enters the eye** due to the **contraction of the circular muscles of the iris.**

- انقباض الحدقة هو تضييق في قطر الفتحة التي يدخل الضوء من خلالها إلى العين بسبب انقباض العضلات الدائرية للقزحية.

CONVERGENCE

التقارب

في البشر، تُركز كلتا العينين على مجموعة واحدة فقط من الأجسام - وهي سمة تُسمى الرؤية الثنائية.

- In humans, both eyes focus on only one set of objects—a characteristic called **binocular vision**.

يشير مصطلح التقارب إلى الحركة الوسطية لمقلة العين بحيث تتجه كلتاهما نحو الجسم المُشاهد، على سبيل المثال، تتبع قلم رصاص يتحرك نحو عينيك.

- The term convergence refers to a medial movement of the two eyeballs so that both are directed toward the object being viewed, for example, tracking a pencil moving toward your eyes.

- The nearer the object, the greater the degree of convergence needed to maintain binocular vision.

كلما اقترب الجسم، زادت درجة التقارب اللازمة للحفاظ على الرؤية الثنائية.

PHYSIOLOGY OF VISION

*المستقبلات الضوئية والأصباغ الضوئية:

❖ Photoreceptors and Photopigments:

أنواع المستقبلات الضوئية هي العُصي والمخاريط.

- **Types of photoreceptors are rods and cones.**

الأجزاء الخارجية من العُصي أسطوانية أو عصوية الشكل، بينما تكون أجزاء المخاريط مدببة أو مخروطية الشكل.

- The outer segments of rods are cylindrical or rod-shaped; those of cones are tapered or cone-shaped.

يحدث تحويل طاقة الضوء إلى جهد مستقبل في الجزء الخارجي لكل من العُصي والمخاريط.

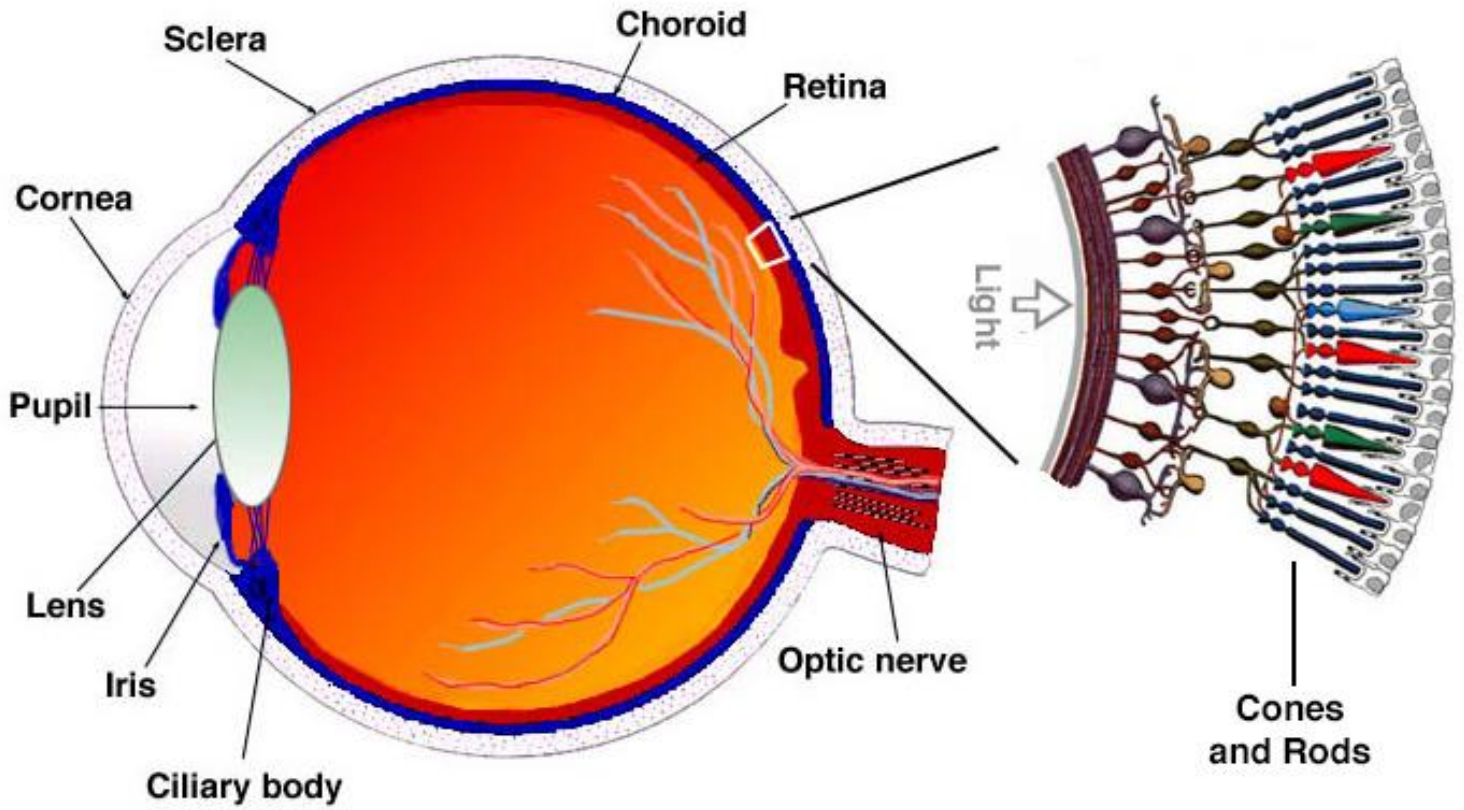
- **Transduction of light energy into a receptor potential occurs in the outer segment of both rods and cones.**
- **The photopigments are integral proteins in the plasma membrane of the outer segment.**

الأصباغ الضوئية هي بروتينات متكاملة في الغشاء البلازمي للجزء الخارجي.

- **The inner segment of photoreceptors contains the cell nucleus, Golgi complex, and many mitochondria. At its proximal end, the photoreceptor expands into bulblike synaptic terminals filled with synaptic vesicles.**

يحتوي الجزء الداخلي من المستقبلات الضوئية على نواة الخلية ومعقد جولجي والعديد من الميتوكوندريا. في نهايته القريبة، يتوسع المستقبل الضوئي إلى أطراف متشابكة تشبه البصلة مملوءة بالحويصلات المشبكية.

PHOTORECEPTORS AND PHOTOPIGMENTS:



النقل البصري

VISUAL TRANSDUCTION

1- الخطوة الأولى في عملية التحويل البصري هي امتصاص الضوء بواسطة الصبغة الضوئية، وهي بروتين ملون يخضع لتغيرات هيكلية عند امتصاصه للضوء، في الجزء الخارجي من مستقبل الضوء.

- 1- The first step in visual transduction is **absorption of light by a photopigment**, a colored protein that undergoes structural changes when it absorbs light, in the outer segment of a photoreceptor.

2- يبدأ امتصاص الضوء الأحداث التي تؤدي إلى إنتاج جهد مستقبل.

- 2- Light absorption initiates the events that lead to the production of a receptor potential.

- ***Note 1:*** The single type of photopigment in rods is rhodopsin. However, three different cone photopigments are present in the retina, one in each of the three types of cones. Thus, color vision results from different colors of light selectively activating the different cone photopigments.

ملاحظة 1: النوع الوحيد من الصبغة الضوئية في العصويات هو الرودوبسين. ومع ذلك، توجد ثلاثة صبغات ضوئية مختلفة للمخاريط في شبكية العين، واحدة في كل نوع من أنواع المخاريط الثلاثة. وبالتالي، تنشأ رؤية الألوان من ألوان مختلفة من الضوء تُنشّط بشكل انتقائي الصبغات الضوئية المخروطية المختلفة.

VISUAL TRANSDUCTION

ملاحظة 2: تحتوي جميع الأصباغ الضوئية المرتبطة بالرؤية على جزأين: بروتين سكري يُعرف باسم أوبسين، ومشتق من فيتامين أ يُسمى الشبكية. الشبكية هي الجزء الممتص للضوء من جميع الأصباغ الضوئية البصرية.

- ***Note 2:*** All photopigments associated with vision contain two parts: a glycoprotein known as opsin and a derivative of vitamin A called retinal. Retinal is the light-absorbing part of all visual photopigments.

- ***Note 3***: In the human retina, there are four different opsins, three in the cones and one in the rods (rhodopsin). **Small variations in the amino acid sequences of the different opsins permit the rods and cones to absorb different colors (wavelengths) of incoming light.**

ملاحظة 3: في شبكية العين البشرية، توجد أربعة أوبسينات مختلفة، ثلاثة في الخلايا المخروطية وواحد في الخلايا العصوية (رودوبسين). تسمح الاختلافات الطفيفة في تسلسلات الأحماض الأمينية للأوبسينات المختلفة للخلايا العصوية والمخروطية بامتصاص ألوان (أطوال موجية) مختلفة من الضوء الوارد.

VISUAL TRANSDUCTION

- 1- In darkness, retinal has a bent shape, called cis-retinal, fits into the opsin portion of the photopigment. When cis-retinal absorbs a photon of light, it straightens out to a shape called trans-retinal. This cis-to-trans conversion is called **isomerization** and is the **first step in visual transduction**.

1- في الظلام، يكون للشبكية شكل منحني، يُسمى سيس-ريتينال، ويتناسب مع جزء الأوبسين من الصبغة الضوئية. عندما يمتص سيس-ريتينال فوتونًا من الضوء، يستقيم إلى شكل يُسمى ترانس-ريتينال. يُسمى هذا التحول من سيس إلى ترانس بالتماكب، وهو الخطوة الأولى في التحويل البصري.

- 2- After retinal isomerizes, several unstable chemical intermediates form and disappear. These **chemical changes lead to production of a receptor potential.**

2- بعد أن يتماكب ريسينال، تتشكل عدة مركبات كيميائية وسيطة غير مستقرة وتختفي. تؤدي هذه التغيرات الكيميائية إلى إنتاج جهد مستقبل.

- 3- In about a minute, **trans-retinal completely separates from opsin**. The final products look colorless, so this part of the cycle is termed **bleaching of photopigment**.

3- في غضون دقيقة تقريبًا، ينفصل ترانس-ريتينال تمامًا عن الأوبسين. تبدو المنتجات النهائية عديمة اللون، لذلك يُطلق على هذا الجزء من الدورة اسم تبييض الصبغة الضوئية.

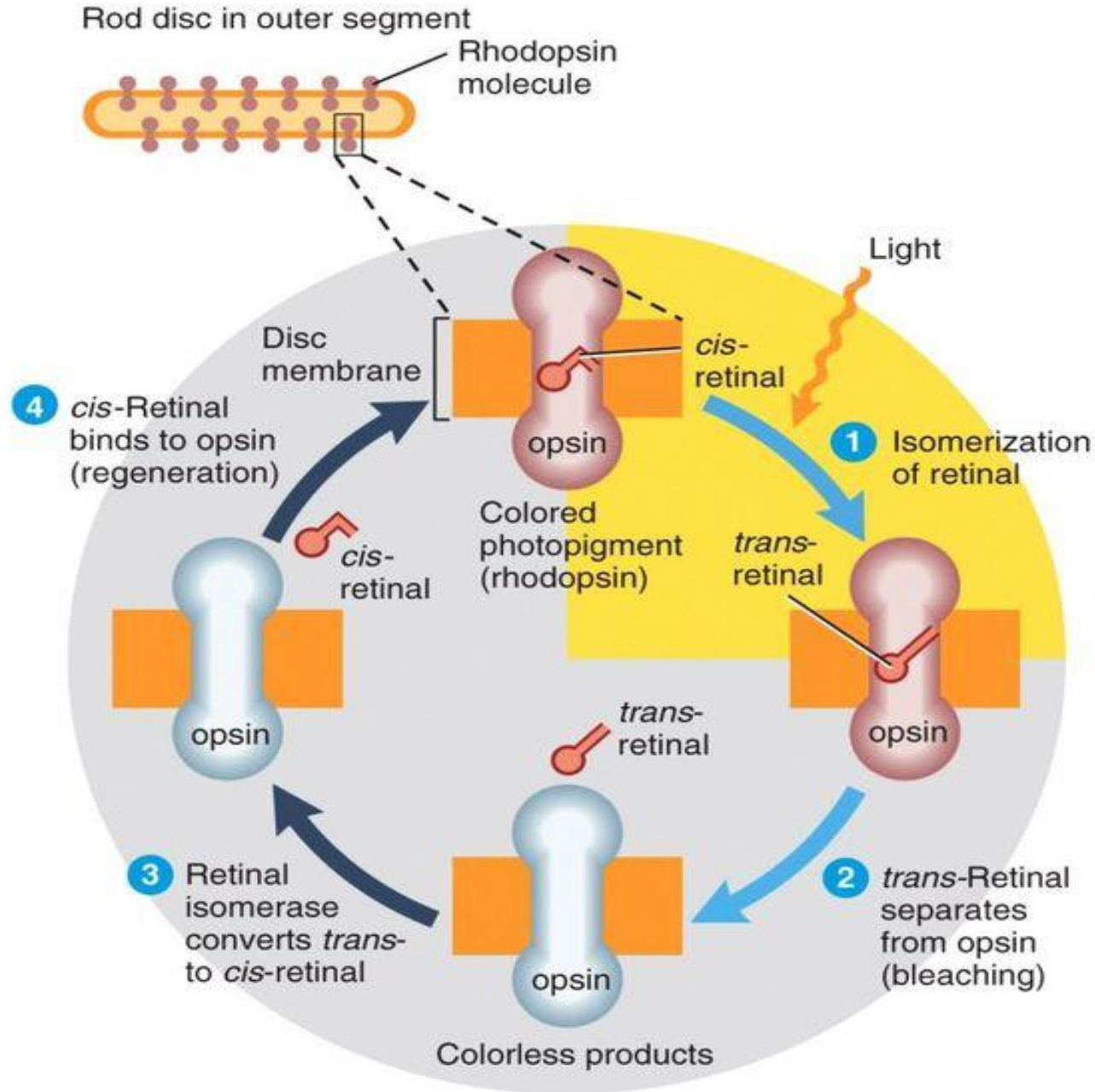
VISUAL TRANSDUCTION

4- إنزيم يُسمى إيزوميراز الشبكية يُحوّل الترانس ريتنينال إلى سيسيرتينال.

4- An enzyme called **retinal isomerase** converts trans-retinal back to cis-retinal.

5- The cis-retinal then can bind to opsin, reforming a functional photopigment. **This part of the cycle—resynthesis of a photopigment—is called regeneration**. Cone photopigments regenerate much more quickly than the rhodopsin in rods.

5- يمكن للسيس ريتنينال بعد ذلك أن يرتبط بالأوبسين، مُعيدًا تكوين صبغة ضوئية وظيفية. يُسمى هذا الجزء من الدورة - إعادة تخليق الصبغة الضوئية - التجديد. تتجدد الصبغات الضوئية المخروطية أسرع بكثير من الرودوبسين في العصويات.


Rod disc in outer segment
Rhodopsin molecule
Light
Disc membrane
cis-retinal
opsin
1 Isomerization of retinal
Colored photopigment (rhodopsin)
trans-retinal
opsin
2 trans-Retinal separates from opsin (bleaching)
trans-retinal
opsin
Colorless products
3 Retinal isomerase converts trans- to cis-retinal
cis-retinal
opsin
4 cis-Retinal binds to opsin (regeneration)

RELEASE OF NEUROTRANSMITTER BY PHOTORECEPTORS

كما ذُكر سابقًا، فإن امتصاص الضوء وتَزامُر الشبكية يُؤدي إلى تغييرات كيميائية في الجزء الخارجي من المستقبل الضوئي، مما يؤدي إلى إنتاج جهد مستقبل.

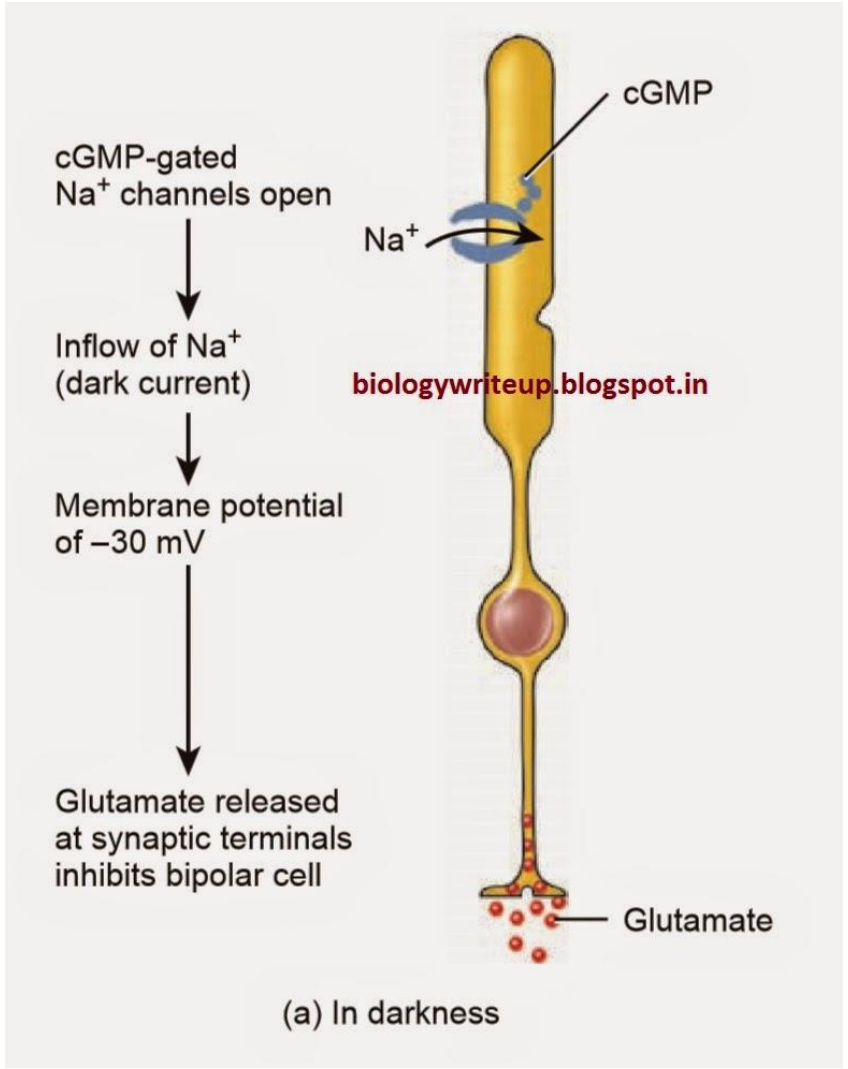
- As mentioned previously, the absorption of light and isomerization of retinal initiates chemical changes in the photoreceptor outer segment that lead to production of a receptor potential.

أحادي فوسفات الغوانوزين الحلقي (cGMP) أو الحلقي .cGMP

- **cyclic guanosine monophosphate (cyclic GMP) or cGMP.**

الغلوتامات ناقل عصبي مثبط: فهو يُحفز الجهود ما بعد المشبكية المثبطة (IPSPs)، مما يُؤدي إلى فرط استقطاب الخلايا ثنائية القطب ويمنعها من نقل الإشارات إلى الخلايا العقدية.

- **glutamate is an inhibitory neurotransmitter: It triggers inhibitory postsynaptic potentials (IPSPs) that hyperpolarize the bipolar cells and prevent them from transmitting signals to the ganglion cells.**



اطلعو على الرسمتين والخطوات وحده بالظلام و وحده بالضوء

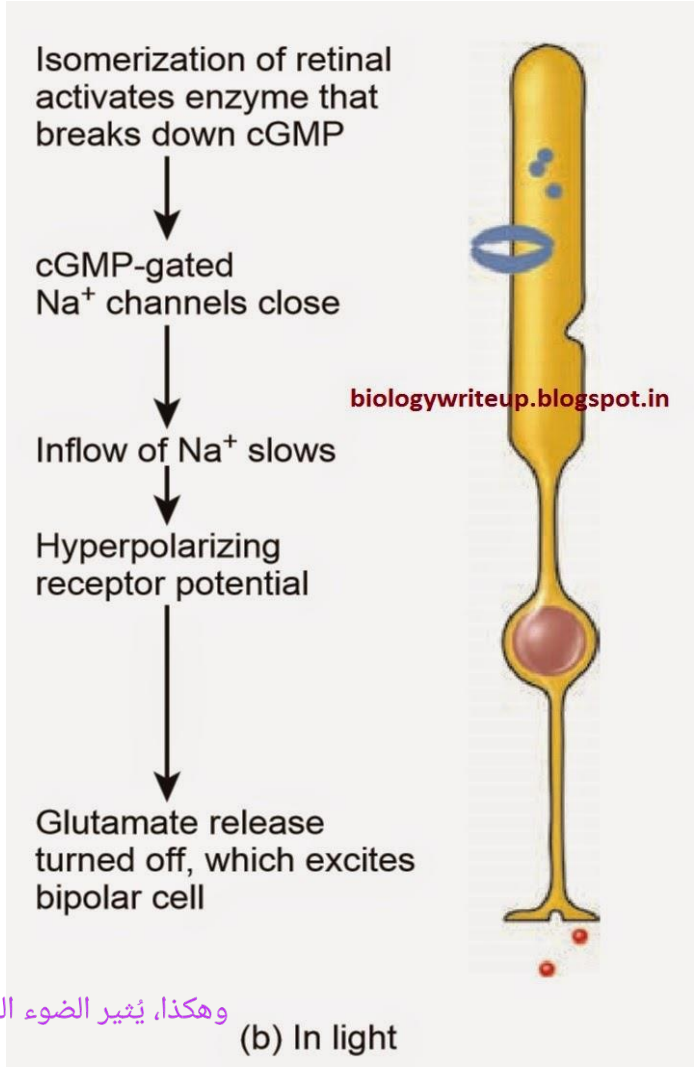
RELEASE OF NEUROTRANSMITTER BY PHOTORECEPTORS

عندما يسقط الضوء على شبكية العين، ويخضع الشبكية لعملية تماثل، تُنشَّط الإنزيمات التي تُفكّك cGMP.

- When light strikes the retina and cis-retinal undergoes isomerization, enzymes are activated that break down cGMP.

ينتج عن تسلسل الأحداث هذا إمكانات مستقبلات مفرطة الاستقطاب تقلل من إطلاق الغلوتامات.

- **This sequence of events produces a hyperpolarizing receptor potential that decreases the release of glutamate.**
- **Thus, light excites the bipolar cells that synapse with rods by turning off the release of an inhibitory neurotransmitter. The excited bipolar cells subsequently stimulate the ganglion cells to form action potentials in their axons.**



وهكذا، يُثير الضوء الخلايا ثنائية القطب التي تتشابك مع العُصى عن طريق إيقاف إطلاق ناقل عصبي مثبط. تُحفِّز الخلايا ثنائية القطب المُثارة لاحقًا الخلايا العقدية لتكوين جهد فعل في محاورها العصبية.

THE VISUAL PATHWAY

توفر محاور الخلايا العقدية الشبكية مخرجات من الشبكية إلى الدماغ، وتخرج من مقلة العين على شكل العصب البصري (II).

The axons of retinal ganglion cells provide output from the retina to the brain, exiting the eyeball as the optic (II) nerve.

معالجة المدخلات البصرية في شبكية العين

PROCESSING OF VISUAL INPUT IN THE RETINA

قد تتقارب المدخلات من عدة خلايا على عدد أقل من الخلايا العصبية ما بعد المشبكية (التقارب) أو تتباعد إلى عدد كبير (التباعد).

- Input from several cells may either converge on a smaller number of postsynaptic neurons **(convergence)** or diverge to a large number **(divergence).**

بمجرد ظهور جهود المستقبلات في الأجزاء الخارجية من القضبان والمخاريط، تنتشر عبر الأجزاء الداخلية إلى النهايات المشبكية.

- Once receptor potentials arise in the outer segments of rods and cones, they spread through the inner segments to the synaptic terminals.

- Neurotransmitter molecules released by rods and cones induce local graded potentials in cells.

تحفز جزيئات الناقل العصبي التي تُطلقها القضبان والمخاريط جهودًا متدرجة محلية في الخلايا.

BRAIN PATHWAY AND VISUAL FIELDS

تمر المحاور العصبية داخل العصب البصري (II) عبر التصالب البصري، وهو نقطة تقاطع الأعصاب البصرية.

- The axons within the optic (II) nerve pass through the optic chiasm, a crossing point of the optic nerves.

تعبر بعض المحاور إلى الجانب المقابل، بينما تبقى أخرى غير متقاطعة.

- Some axons cross to the opposite side, but others remain uncrossed.

بعد عبور التصالب البصري، تدخل المحاور العصبية، التي أصبحت الآن جزءًا من السبيل البصري، إلى الدماغ وينتهي معظمها في النواة الركبية الجانبية للمهاد. وهنا تتشابك مع الخلايا العصبية التي تشكل محاورها الإشعاعات البصرية، والتي تسقط على المناطق البصرية الأساسية في الفصوص القذالية من القشرة المخية، ويبدأ الإدراك البصري.

- **After passing through the optic chiasm, the axons, now part of the optic tract, enter the brain and most of them terminate in the lateral geniculate nucleus of the thalamus. Here they synapse with neurons whose axons form the optic radiations, which project to the primary visual areas in the occipital lobes of the cerebral cortex, and visual perception begins.**

BRAIN PATHWAY AND VISUAL FIELDS

✔ كل ما يمكن رؤيته بعين واحدة هو المجال البصري لتلك العين.

- ✓ **Everything that can be seen by one eye is that eye's visual field.**

✔ لأن أعيننا تقع في مقدمة رؤوسنا، فإن المجالات البصرية تتداخل بشكل كبير.

- ✓ Because our eyes are located anteriorly in our heads, the visual fields overlap considerably.

ينقسم المجال البصري لكل عين إلى منطقتين: الأنفي أو النصف المركزي والصدغي أو الطرفي.

- ✓ **The visual field of each eye is divided into two regions: the nasal or central half and the temporal or peripheral half.**

- ✓ For each eye, light rays from an object in the nasal half of the visual field fall on the temporal half of the retina, and light rays from an object in the temporal half of the visual field fall on the nasal half of the retina.

✔ في كل عين، تسقط أشعة الضوء من جسم في النصف الأنفي من مجال الرؤية على النصف الصدغي من شبكية العين، وتسقط أشعة الضوء من جسم في النصف الصدغي من مجال الرؤية على النصف الأنفي من شبكية العين.

BRAIN PATHWAY AND VISUAL FIELDS

1. تخرج محاور جميع خلايا العقدة الشبكية في إحدى العينين من مقلة العين عند القرص البصري وتشكل العصب البصري على ذلك الجانب.

1. The axons of all retinal ganglion cells in one eye exit the eyeball at the optic disc and form the optic nerve on that side.

2. At the optic chiasm, axons from the temporal half of each retina do not cross but continue directly to the lateral geniculate nucleus of the thalamus on the same side.

2. عند التقاطع البصري، لا تتقاطع المحاور من النصف الصدغي لكل شبكية، بل تستمر مباشرة إلى النواة الركبية الجانبية للمهاد على نفس الجانب.

BRAIN PATHWAY AND VISUAL FIELDS

٣. في المقابل، تعبر المحاور العصبية من النصف الأنفي لكل شبكية التصالب البصري وتستمر إلى المهاد المقابل.

3. In contrast, axons from the nasal half of each retina cross the optic chiasm and continue to the opposite thalamus.

4. Each optic tract consists of crossed and uncrossed axons that project from the optic chiasm to the thalamus on one side.

4. يتكون كل مسار بصري من محاور عصبية متقاطعة وغير متقاطعة تمتد من التصالب البصري إلى المهاد على جانب واحد.

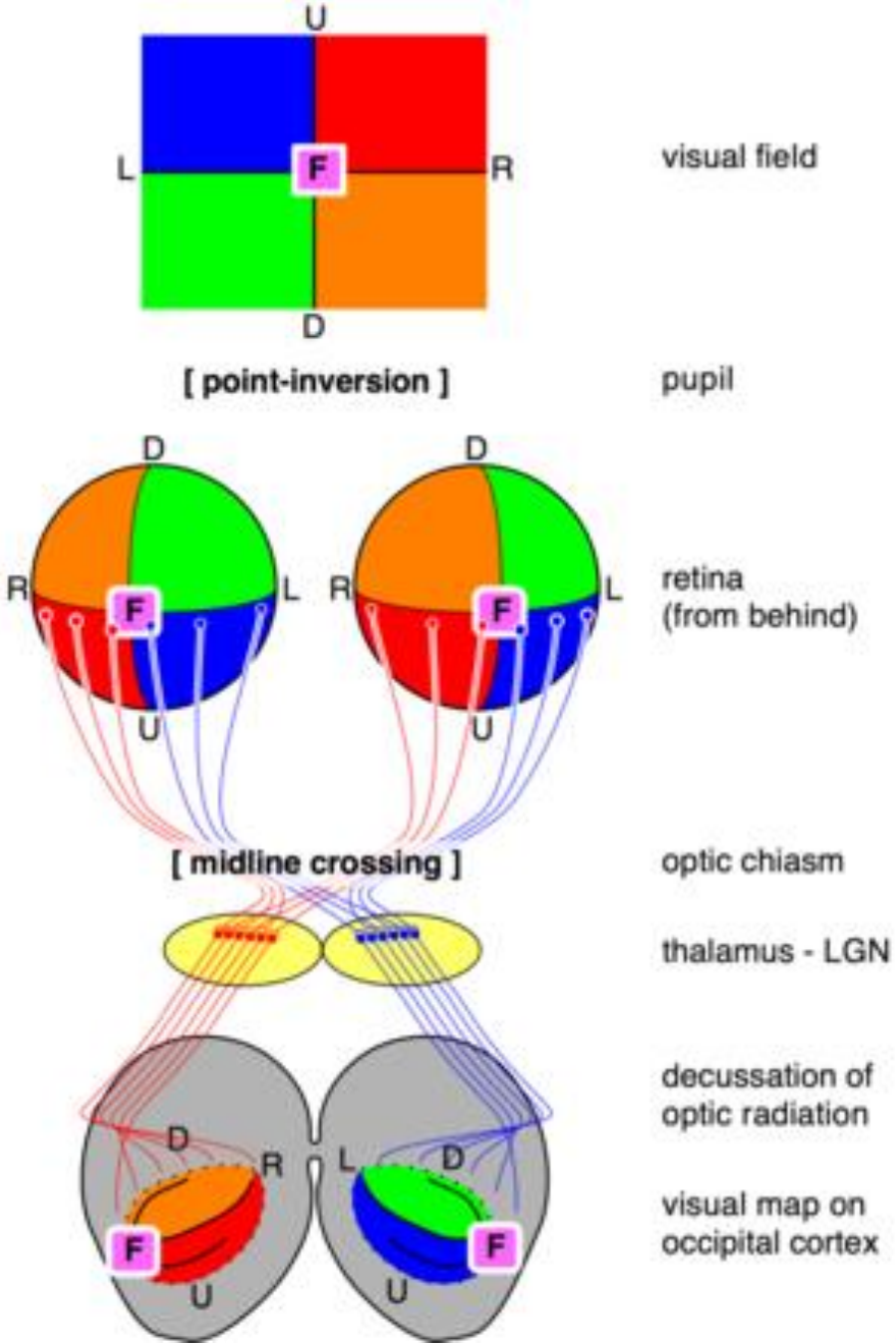
BRAIN PATHWAY AND VISUAL FIELDS

5. تمتد الفروع الجانبية للخلايا العصبية العقدية الشبكية إلى الدماغ المتوسط، حيث تشارك في الدوائر العصبية التي تتحكم في انقباض حدقة العين استجابةً للضوء وتنسيق حركات الرأس والعين.

5. Axon collaterals (branches) of the retinal ganglion cells project to the midbrain, where they participate in neural circuits that govern constriction of the pupils in response to light and coordination of head and eye movements.

6. The axons of thalamic neurons form the optic radiations as they project from the thalamus to the primary visual area of the cortex on the same side.

٦. تشكل محاور الخلايا العصبية المهادية الإشعاعات البصرية عند امتدادها من المهاد إلى المنطقة البصرية الأساسية للقشرة على الجانب نفسه.


U
L
F
R
D
visual field
[point-inversion]
pupil
D
R
F
L
U
D
R
F
L
U
retina
(from behind)
[midline crossing]
optic chiasm
thalamus - LGN
decussation of
optic radiation
D
R
F
U
L
D
F
U
visual map on
occipital cortex

THANK YOU

AMJADZ@HU.EDU.JO