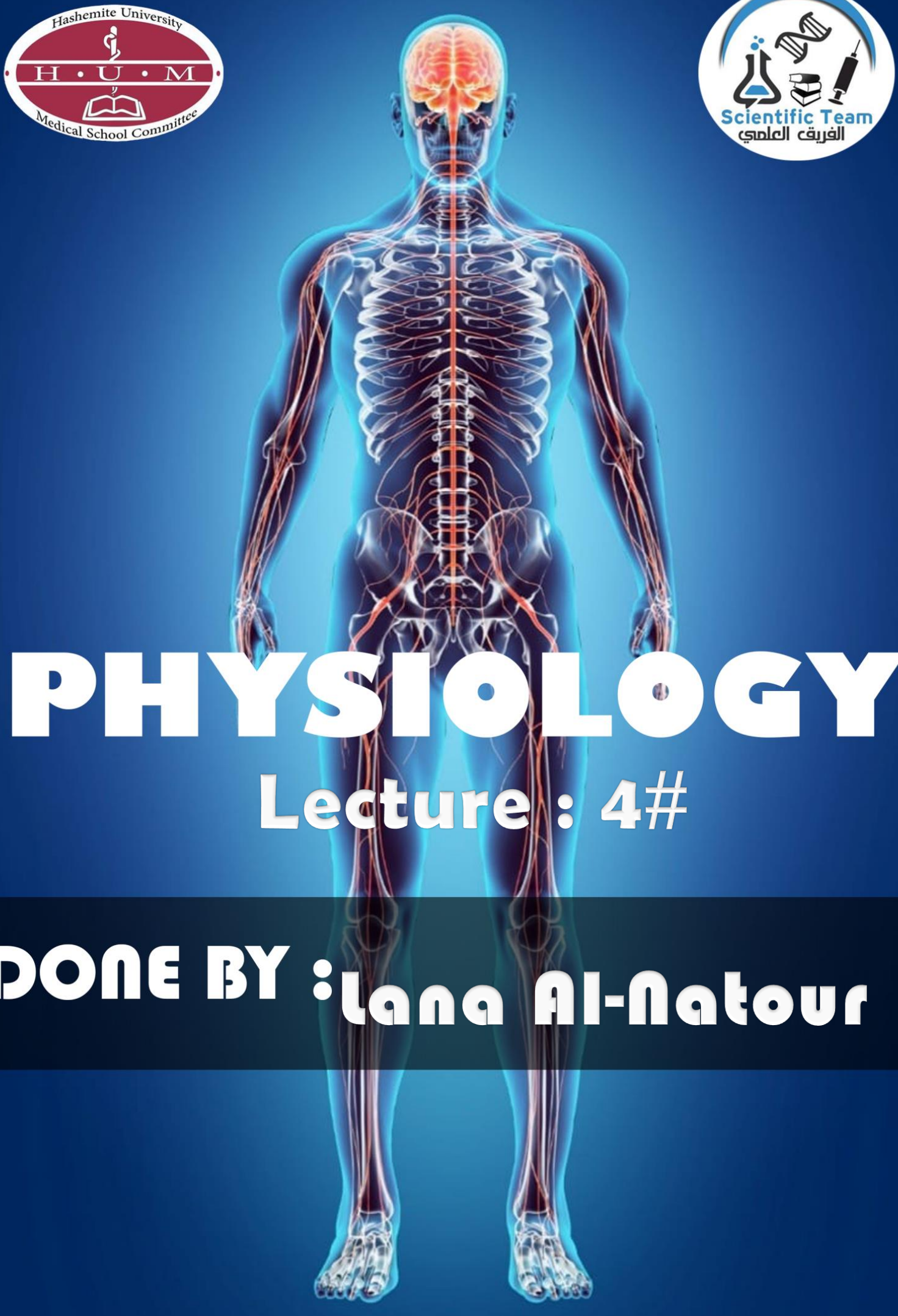


PHYSIOLOGY

Lecture : 4#

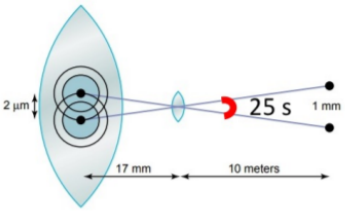
DONE BY : Lana Al-Natour

Receptor and neural function of retina

التلخيص عبارة عن سلايدات الدكتورة وتحتها كل الشرح باللون الازرق

Visual Acuity

- The ability of eye to detect *finest details* of an object
- person can distinguish *two separate points* if their centers are 2 micrometers apart on the retina/ at least 1 receptor in between unstimulated
- light rays from two separate points strike the eye with an angle of at least 25 seconds between them, they can usually be recognized as two points



Maximum visual acuity for two point sources of light.

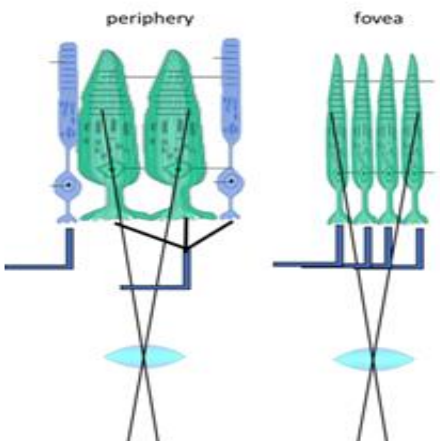
هلا نبلش بمعنى visual acuity يلي هو يعني تمييز التفاصيل object فمثلا فيه رسمة معينة فيها نقش بارز فيها depression من جهة بس مش كل objects منقدر نميز فيهم details ليش ؟لانه فيه شروط معينة ومن هاي الشروط انه لما ينزل focus بنقطتين على retina بتكون المسافة بينهم 2Mm فمثلا بالصورة عنا هاد object منشوفه بالنقطتين وبحكي النقطة يلي فوق بتختلف عن تحت فبين object بطريقة صح لما بكون بينهم 2Mm

والشرط الثاني انه ينزل rays على lens بزاوية 25 seconds

وفي عنا ايشي ثاني بصير في fovea centralis انه لما ينزل focus على2 retina ب 2 stimulated receptors لازم يكون بينهم اقل ايشي one spared unstimulated receptor

وبالصورة هاي رح توضح الفكرة ☺

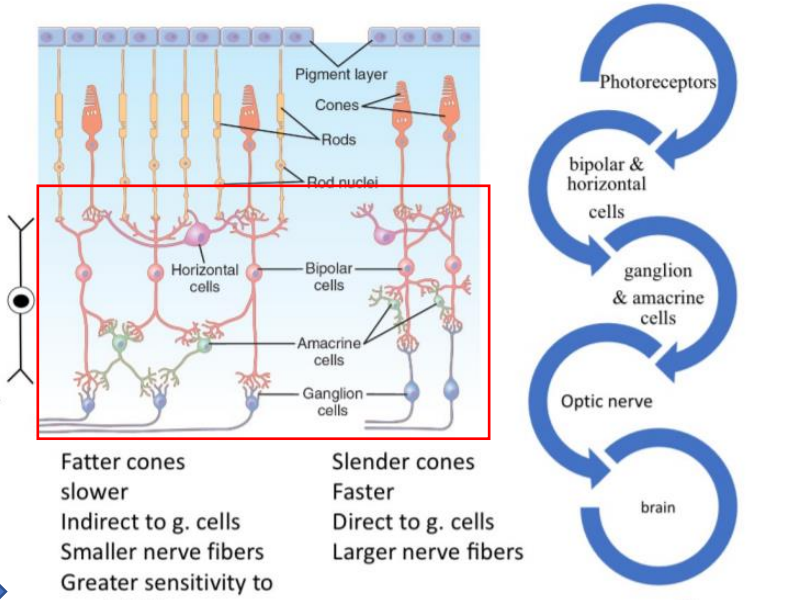
هلا هون زي اخذنا مقاطع من retina من periphery و fovea وبال fovea حكينا انه centralis cones more thinner and cylindrical وبما انه نحيف فيعني بقدر انا اعمل focus على 2 receptors وبينهم بكون at least one receptor unstimulated وبينما بس نطلع على periphery نزل على 2 adjacent receptors وبالتالي اذا بينهم 2Mm رح نميزهم بس هون ما عنا spared receptor فال visual acuity اقل



- Highest visual acuity→ fovea
- average diameter of cones in **fovea** is about 1.5 micrometers
- Peripherally becomes progressively poorer- caused by connection of more and more rods and cones to each optic nerve fiber

وكمان نحكي عن convergence منلاقي قاعدة 1-1 في fovea centralis بحيث انه كل cone متصل مع one ganglionic cell ولكن في periphery بكون فيه multiple photoreceptors مع one ganglionic cells وبالتالي convergence في periphery اكثر وعشان هيك كمان بتقلل visual acuity في periphery

Signal Transmission in the Retina



Interplexiform cell
inhibitory signals
control lateral spread of visual signals by H.cells
control the degree of contrast in the visual image.

Differences between periphery (Fatter cones) AND fovea centralis (slender cones)

Fatter cones	Slender cones
slower	Faster
Indirect to g. cells	Direct to g. cells
Smaller nerve fibers	Larger nerve fibers
Greater sensitivity to weak light	

هلا بدنا نشوف كيف مثلا اجا light على عين كيف بدي احوله ل electrical signals عن طريق photo transduction process هلا بس يسقط light بنزل على photoreceptors بصير عنا signal معينة وبعدها بصير release of specific NT وبتحكي في معلومة معينة بتوصل لل brain
ملاحظة: انه بالمربع الاحمر يلي محطوط بالرسمة منلاحظ انه periphery ما عنا direct connection with ganglionic cells ((مش زي في fovea centralis)) وبالتالي رح نلاقي عنا convergence انه بتتواصل مع خلية عشان توصل لل ganglionic cells

وعنا interplexiform cell الها دور في inhibition

Color Vision

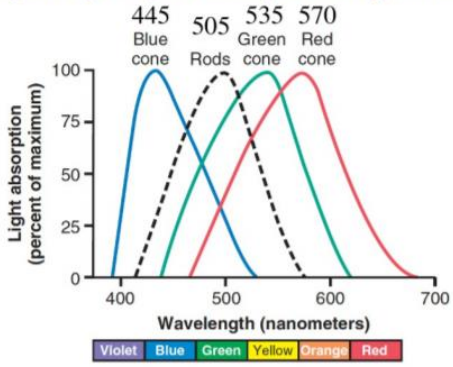
- Primary colors are red, green and blue.
- These three colors in equal proportion give **white**
- visible spectrum→ ROYGBIV
- Peripheral retina → no cones → insensitive to color → white, black & grey vision
- Central retina (fovea centralis)→ cones only → color vision
- Other regions → cones & rods

هلا اذا خلطنا 3 light colors لانه دمج الالوان مش زي دمج lights رح يعطينا لون الابيض
Visible spectrum: الوان القوس القزح
هلا cones هوالمسؤول عن colors

Color Vision

- 3 types of cones (blue, green & red).
- the protein portion "the opsins" is different for the pigment molecule in each of the cones.
- makes each cone receptive to a particular wavelength of light.
- maximal stimulation of cones by yellow.
- maximal stimulation of rods by green.
- Retinal area sensitive to blue is **largest** and to green is **smallest**.
- Blue>Red>yellow>green

wavelengths for peak light sensitivity for each type of cone



absorption curve

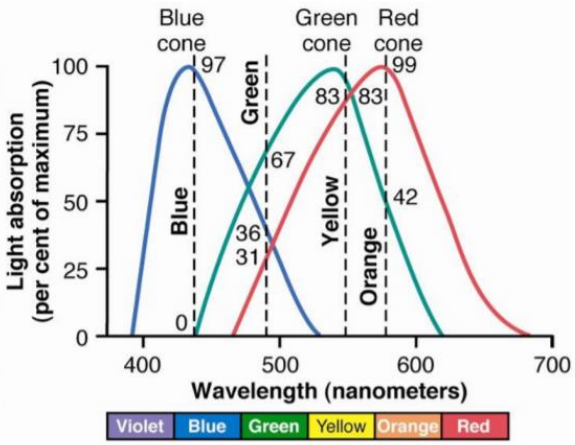
هلا زي ما حكينا انه فيه 3 انواع من cones in different pigments وشو اهمية الاختلاف في cones هلا كل cone وظيفته انه بيستقبل وبيتعامل مع طول موجي معين بيسقط عليه وبالتالي منقدر نميز الالوان
هلا احنا ما منشوف pure colors منشوف mixture بيتعامل كل cone مع لون وبصير يحللها ويرسلها لل brain
هلا اكثر لون بتتحسس فيه retina هو الازرق و green اقل واحد عشان عدد green cones قليلة
_بالصورة : منشوف كل cone اله طول موجي معين

Each cone is receptive to a particular wavelength of light

- Each cone gives response to one of the primary colors – red, green and blue.
- Different colour sensations are produced by the stimulation of various combinations of these three types of cones.

Red	Green	Blue	perception
99	42	0	orange
0	0	97	blue
83	83	0	yellow

equal stimulation of all red, green& blue cones → stimulate same ganglion cell → white



طيب هلا كيف نقدر نميز الالوان حكينا كل cone اله لون محدد فهلا مثلا خلينا نشوف لون الاورانج
هلا بسقط على red cone وعلى green cone وبسوي stimulation مختلف على كل cone وبعدين بميزها brain على اساس انها orange
طيب مثلا 3 colors عملتلهم stimulation بنفس الدرجة مثلا 30(red)/30(green)/30(blue) بقرأها white color

Color Blindness

- lack of a particular type of cone.
- Inherited sex-linked recessive character (8% ♂, 0.4% ♀)
- about 8% of ♀ are color blindness carriers.
- most color blindness results from lack of the *red or green* cones.
  - lack of a red cone, *protanope (long wavelength spectrum defect).*
  - lack of a green cone, *deuteranope (use blue and red colors and they cannot appreciate green color → inability to distinguish red and green).*
  - *Blue weakness: rare, missing blue cone*

صار عنا defect في هاي cones او absence in cones بصير عمى الالوان واكثر ايشي بيتأثروا يلي عددهم قليل زي red/green cones
وبالتالي مثلا مريض فقد red cone ببطل يقدر يتعامل مع الاطوال الموجية يلي بتتحسسها red cone
Very common in males

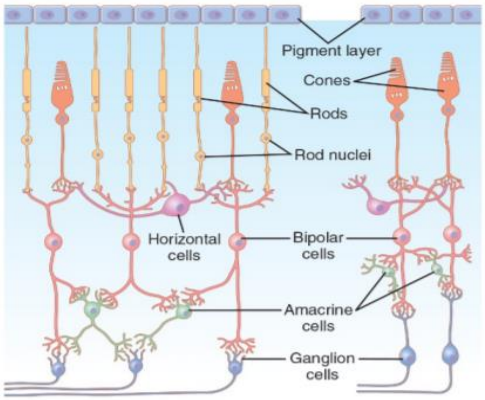
Neurotransmitters Released by Retinal Neurons

- rods and cones → glutamate at their synapses with bipolar cells.
- amacrine cells inhibitory transmitter e.g GABA, glycine, dopamine, acetylcholine, and indolamine
- horizontal cells release inhibitory transmitters.

Amacrine cells and horizontal cells have role in lateral inhibition

Horizontal cells

- horizontal cells connect laterally between the rods and cones and bipolar cells.
- output of horizontal cells is always **inhibitory**.
- prevents the lateral spread of light excitation on the retina =Lateral Inhibition
- enhancement of visual contrast.



Visual contrast انه حد فاصل ل zone of vision

Google : vision Contrast is the difference in luminance or color that makes an object distinguishable in order to have sharper image

Bipolar Cells

Two types of bipolar cells
1- depolarizing (excitatory)
2- hyperpolarizing (inhibitory)

some depolarize when photoreceptors are excited, and others hyperpolarize.

Function:
- Visual contrast
- provides lateral inhibition (a much greater distance than H. cells).

Amacrine Cells

- about 30 different types.
- major carriers of rod signals to the ganglion cells.
- some amacrine cells respond strongly to **onset** of the visual signal, some to **offset** of visual signal.
- Some respond to **change in illumination**
- some respond to direction of motion of light signal across the retina (directionally sensitive).

i.e amacrine cells help analyze visual signals before they leave the retina.

هاي النوع من الخلايا مثلا بتكون ماشي بالشارع بيطلع قدامك سيارة جاي من بعيد بيتعامل معها مجموعة من هاي cells مرت بعدين من جنبك وبعدها بطلت تشوفها (offset of visual signal)

وهاي الخلايا بتميز شدة الاضاءة

وبتحسس للاشياء يلي منشوفها متحركة

Rods, Cones and Ganglion Cells

- each retina has 100 million rods and 3 million cones and 1.6 million ganglion cells.
- 60 rods and 2 cones for each ganglion cell.
- at the central fovea there are no rods and the ratio of cones to ganglion cells is 1:1.
- may explain the high degree of visual acuity in the central retina.

Convergence in the rod اكثر

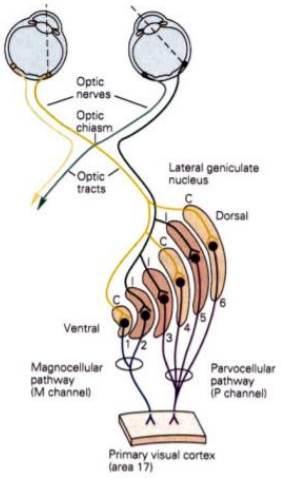
Ganglion Cells

- 3 ypes

1- parvocellular (P) cells-beta/midget ganglion cells (in central retina)
✓project to the parvocellular (small cells) layer of lateral geniculate nucleus (LGN) of thalamus.

2- magnocellular (M) cells-alpha/parasol cells
✓project to magnocellular (large cells) layer of LGN

3- Melanopsin containing cells: control circadian rhythms



النوع الثالث مش كثير معروف ولكن اول نوعين مهمين وهي جدول مقارنتهم

P and M Cells

	P cells	M cells
Receptive fields	smaller	larger
Conduction	slower	faster
Response to stimuli	sustained	transient
Sensitivity to color	sensitive	Not sensitive
Sensitivity to black & white	Less sensitive	More sensitive
Function	Fine details (color and texture)	Detection of movement and change in light intensity

Signal Transmission in the Retina

- transmission of signals in retina is by **electrotonic conduction/graded potential** not AP.
- electrotonic conduction=flow of electric current in cytoplasm & axon
- allows **graded** response proportional to light intensity-No on off response.
- the only cells that have repetitive AP are ganglion cells.
  - send signals all the way to the brain.

ليش ما في AP ؟ لانه لو صار AP ما رح نقدر نميز intensity of the stimulusومجرد ما وصل graded potential للganglionic cells بتتحول الى AP حتى توصلها للbrain

جدول صغير من google بس عشان تتذكروا الفرق بين AP/GRADED POTIENTIAL

Comparison of Graded Potentials and Action Potentials

Graded Potential	Action Potential
1. Stimulus does not reach threshold level.	1. Stimulus reaches threshold level therefore causes AP.
2. Stimulus causes local change in membrane potential e.g. -70 to -60mv	2. Stimulus causes depolarization to threshold level.
3. It dies down over short distance.	3. It is propagated.
4. Can be summated.	4. Can not be summated.
5. Does not obey all or none law.	5. Obeys all or none law.

Transmission of Changes in Light Intensity—The On-Off Response.

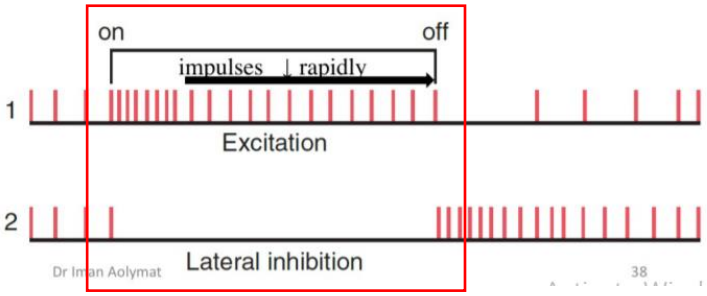
- Ganglion cells transmit signals by AP.
- even when unstimulated, they still transmit continuous impulses.
- many ganglion cells excited by changes in light **intensity**.

- **Lateral inhibition**
- Causes of On-Off response

1- presence of depolarizing (excitatory) & hyperpolarizing (inhibitory) bipolar cells

2- amacrine cells (transient responses)

هلا هدول عبارة عن ganglionic cells رقم 1 احنا حكينا انهم دايما في عندهم impulses حتى ولو ما صارلهم stimulation هلا بالوقت يلي صارلهم stimulation وطبعا intensity بتخف مع الوقت صار لرقم 2 inhibition وهاد الحكي صار بفعل amacrine cells and bipolar cells

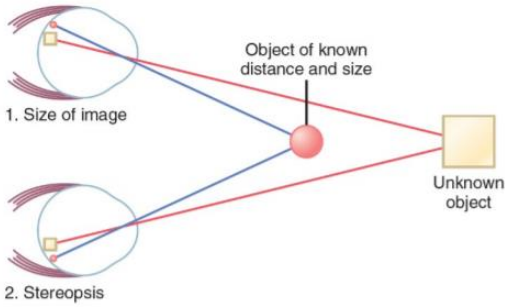


***هلا lateral inhibition استخدمنا لتمييز الالوان فمثلا كل لون بعمل inhibition for ganglionic cells و excitation for other ganglionic cells بده يشوف لون االحمر على سبيل المثال رح يعمل stimulation for ganglionic cells المسؤولين عن نقل الاحمر ويسوي inhibition مثلا للمسؤل عن لون الاصفر

Color-contrast mechanisms

One **colour type** of cone →excites ganglion cell by a **depolarizing** bipolar cell, whereas the other colour type → inhibits ganglion cell by **hyperpolarizing** bipolar cell → retina begins to differentiate colours.

Depth perception



Determination of distance of an object from the eye:
(1) sizes of images of objects on retina

(2) phenomenon of **moving parallax**
when person moves head, images of close-by objects move rapidly across retinas, while images of distant objects remain almost completely stationary (relative distances)

(3) phenomenon of stereopsis (Binocular Vision) seeing "in 3D".
2 different eyes →2 different images on retina
Close object → different position on each retina
Far Object →same position on each retina

Stereopsis is useless for depth perception at distances beyond 50 to 200 feet.

هلا eye fields بيختلفوا وبالتالي بس يدخلوا على brain من 2 eyes
رح يسويلهم matching ورح يتغير position من قريب بين left/eye visual fieldاولكن من بعيد رح يدخلواعلى brain نفس
الايشي وما بتغير position ولكن تستخدم هاي الحركة ك binocular
يعني ب 2 eyes

نيجي على اخر موضوع كيف نميز بين object البعيد والقريب ؟فيه اكثر من mechanism

اول ايشي size تاع object وثاني ايشي moving parallax يعني بتكون ماشي بالسيارة بتحس الشجر يلي على جنبك بيتحرك ومثلا بشوف الشمس ثابتة فيعني الاشياء القريبة صورتها بتتحرك والبعيدة بتضلها ثابتة صورتها على retina وثالث ايشي stereopsis منشوف شكل 3D

وهاد فيديو دقيقتين مراجعة:

https://www.youtube.com/watch?v=fZDAwXh54is

موفقين يا رب بآخر سيستم وسامحونا اذا فيه أي خطأ غير مقصود ☺