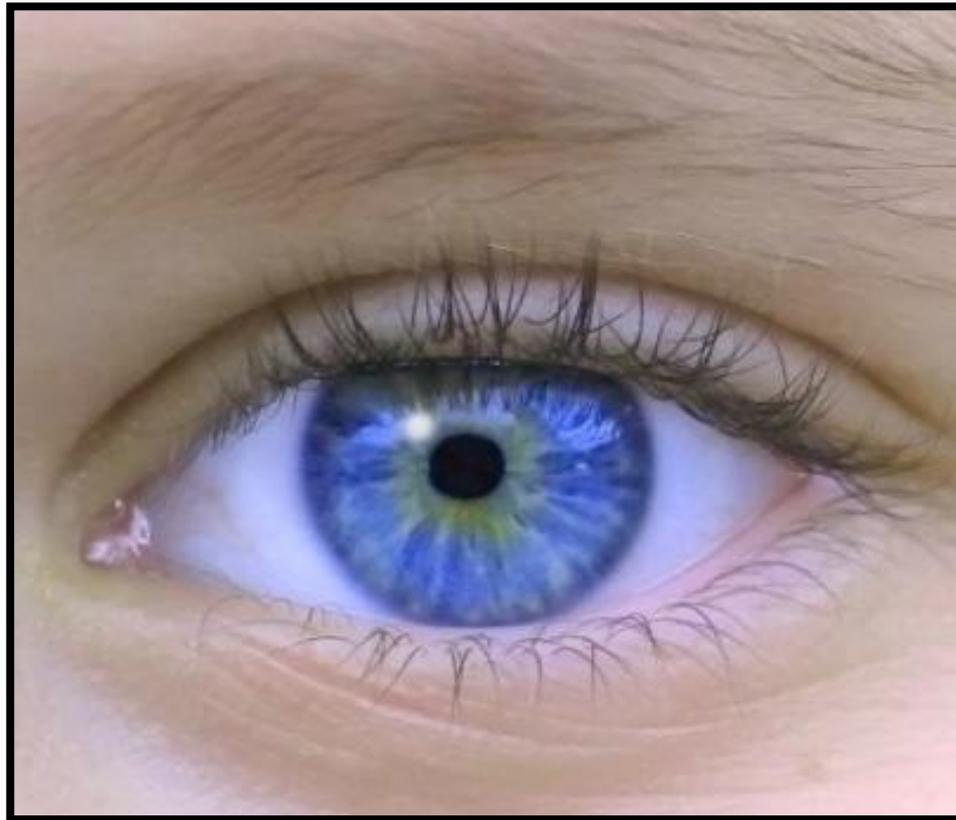


Tema 19

FISIOLOGÍA DE LA VISIÓN. Control de los movimientos oculares. Corteza occipital



FUNCIÓN VISUAL



- Es la **capacidad** de los sujetos para recoger, integrar y dar significado a los estímulos luminosos captados por su sentido de la vista
- El **ojo** es el **órgano receptor** de la **energía luminosa**, siendo capaz de transformarla en **impulsos nerviosos** con el objetivo de enviarla al cerebro para procesar la información y elaborar conceptos

OBJETIVOS



- Se expondrá el funcionamiento de sistema visual humano
- Breves nociones de anatomía
- El sistema visual desde punto vista óptico
- Mecanismo de transducción luminosa y procesamiento de la información visual

Importancia Sistema Visual

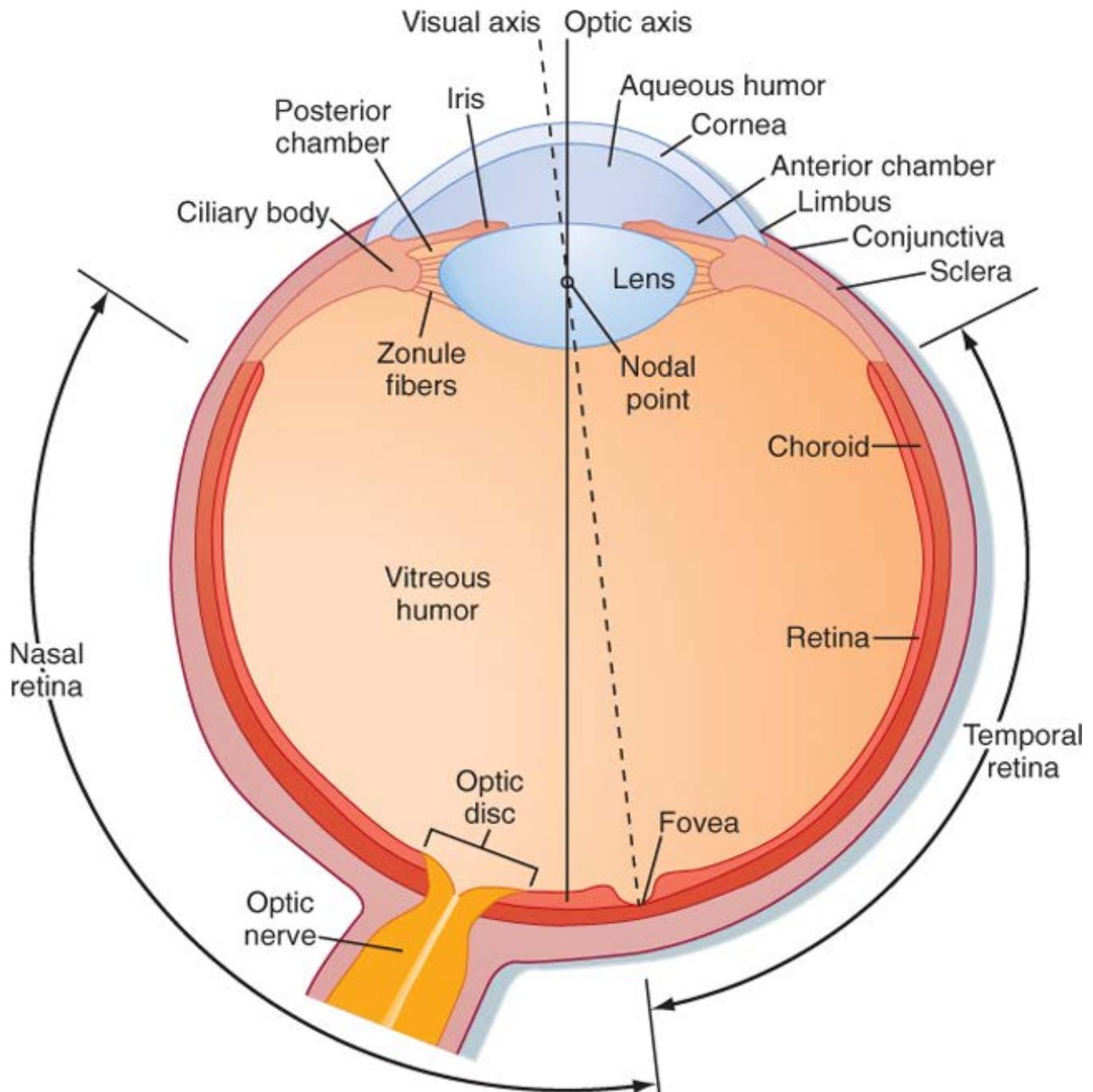
- Es el sentido principal que nos comunica con el mundo exterior
- Más del 70% de los estímulos luminosos que percibe el organismo se hace por los ojos
- Discrimina las formas y colores
- Enfoca a distintas distancias (acomodación)
- Se adapta a diferentes grados de iluminación

Importancia Sistema Visual

- **Visión binocular** y de la fusión se obtiene la visión en profundidad o en relieve (**estereopsis**), es decir la visión tridimensional
- El mecanismo por el cual un **estimulo físico luminoso se transforma en** un **nervioso** es un fenómeno fotoquímico que tiene lugar en el nivel de los fotorreceptores

El ojo como sistema óptico

- De la luz que penetra en el ojo, el **60%** es **absorbida** o **dispersada** por los medios oculares
- El **30%** **atraviesa la retina** y se absorbe por el epitelio pigmentario
- **Sólo el 10%** alcanza los **fotorreceptores**





Se ha comparado el ojo a una cámara fotográfica. Donde la córnea y el cristalino equivaldrían a las lentes, la pupila al diafragma y la retina a un carrete fotográfico. La finalidad es la de enfocar una imagen visual sobre la retina

- .

El ojo como sistema óptico

- Las estructuras oculares que tienen que atravesar la luz hasta llegar a los fotorreceptores tienen **diferentes índices de refracción**
- Las **estructuras transparentes con finalidad óptica** del ojo son:
 - **Córnea**
 - **Humor acuoso**
 - **Cristalino**
 - **Humor vítreo**

El ojo como sistema óptico

Índices de refracción de un medio transparente

Los rayos de luz viajan a través del aire a una velocidad de 300.000 Km/s. Cuando atraviesan sólidos y líquidos transparentes se desplazan con más lentitud

El índice de refracción de una sustancia es el cociente entre la velocidad de la luz en el aire y su velocidad en ese medio

El índice de refracción del aire es 1

La desviación de los rayos de luz al llegar a una superficie en ángulo se denomina **refracción**



El ojo como sistema óptico

Poder dióptrico de un sistema óptico

El poder ó potencia de una lente determinada se mide en
DIOPTRIAS

Cuanto más amplia sea la desviación de los rayos luminosos por una lente, mayor será su potencia dióptrica

En el caso de una lente convexa es igual a 1 metro dividido por la distancia focal

El ojo como sistema óptico

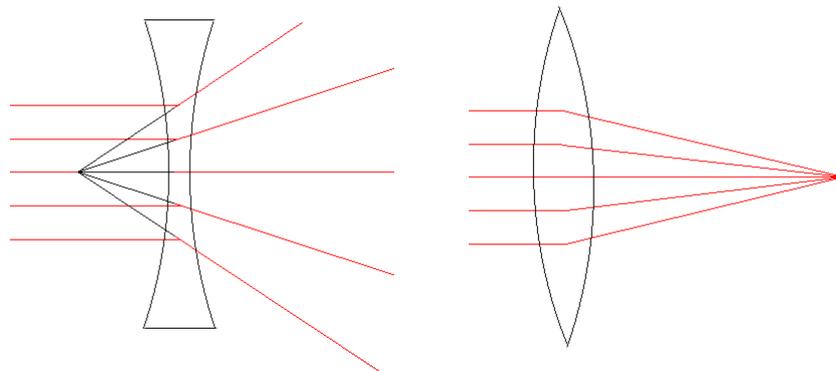
- Los ojos que enfocan sobre la retina un objeto distante, reciben el nombre de **EMÉTROPES**
- Todos los **defectos de refracción** pueden **corregirse con lentes** (cóncavas, convexas y tóricas)



El ojo como sistema óptico



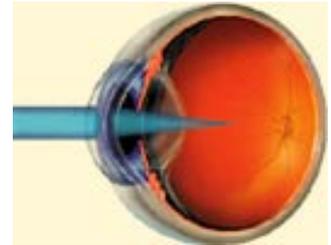
- Lentes cóncavas o negativas tienden a diverger los rayos de luz y sirven para corregir la miopía
- Las lentes convexas o positivas tienden a converger los rayos de luz y sirven para corregir la hipermetropía



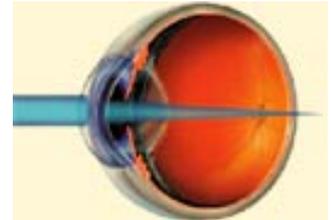
DEFECTOS DE REFRACCIÓN

Ojo emétrepe (“normal”): los rayos de luz paralelos al ojo se enfocan en la retina. Percibiendo el cerebro una imagen nítida.

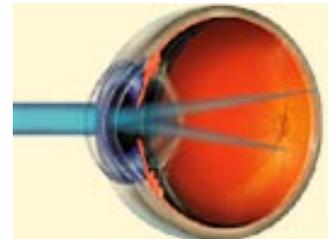
-Miopía: el foco de los rayos queda por **DELANTE** retina. Mala visión de lejos.



-Hipermetropía: punto focal se sitúa **DETRÁS** de la retina. Mala visión cerca.



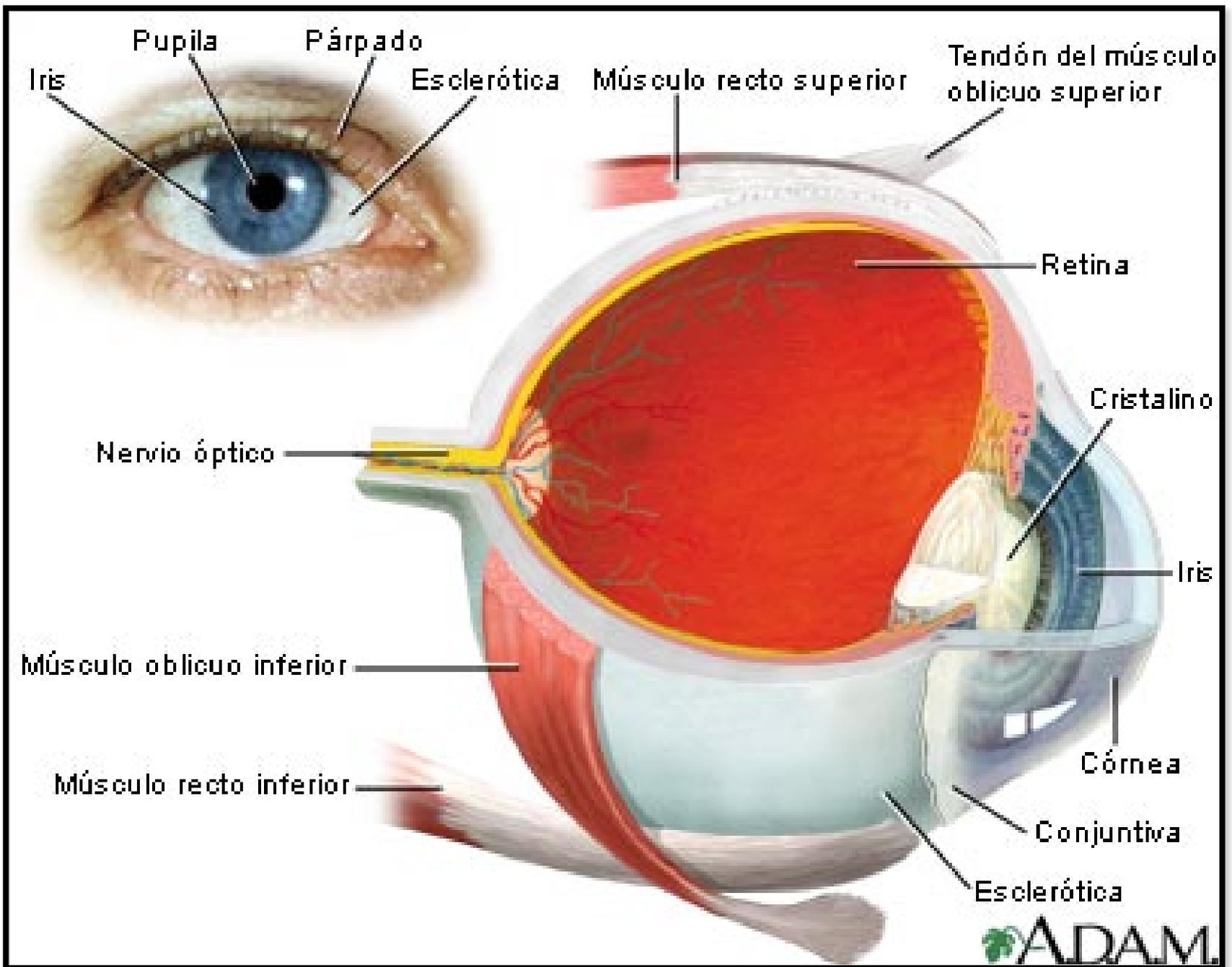
-Astigmatismo: existe una curvatura desigual en la córnea o cristalino, los rayos se enfocan en diferentes puntos de la retina



Miopía-clasificación

Aristóteles , primer autor que menciona la palabra “*myops*”
Deriva del griego “*myops*” entornar, cerrar los ojos.
Etiología desconocida.

- **Media baja-moderada:** sólo supone una disminución de la visión lejana. No otras enfermedades asociadas.
Simple, estacionaria
- **Magna:** elevada, hereditaria, progresiva, degenerativa, enfermedad de retina asociada (DR), vítreo alterado, ceguera, cataratas tempranas, glaucoma

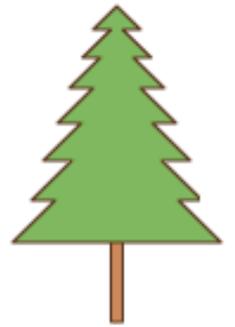
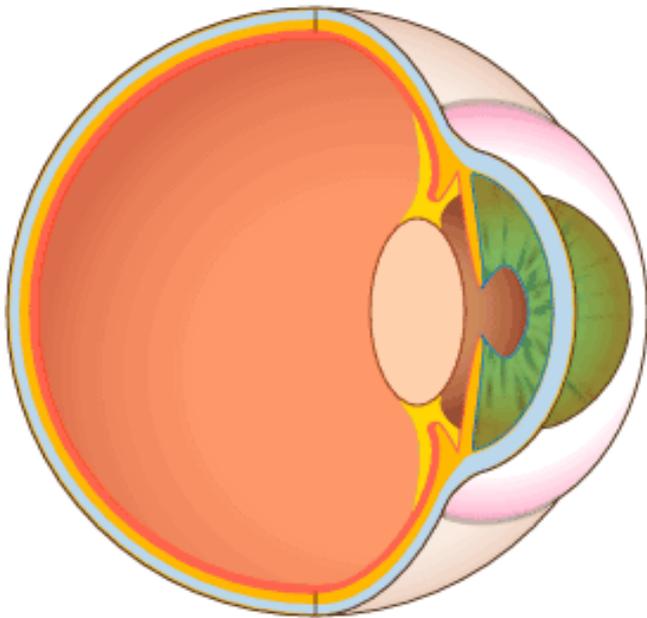
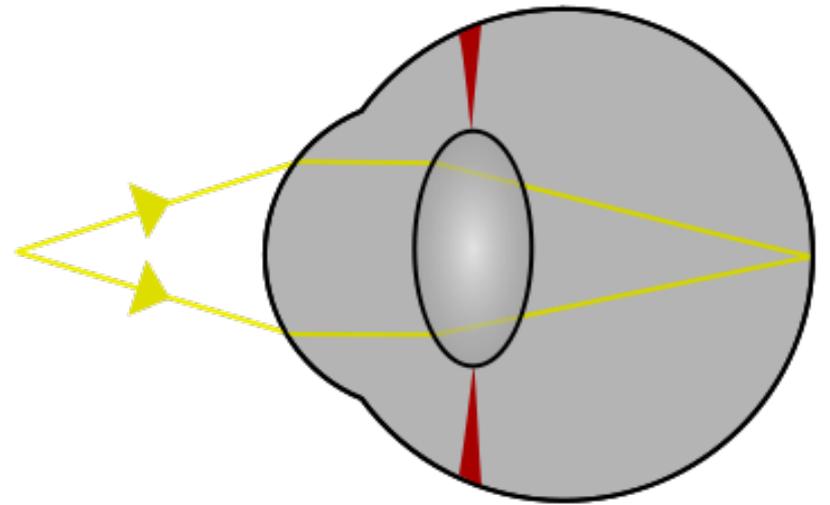
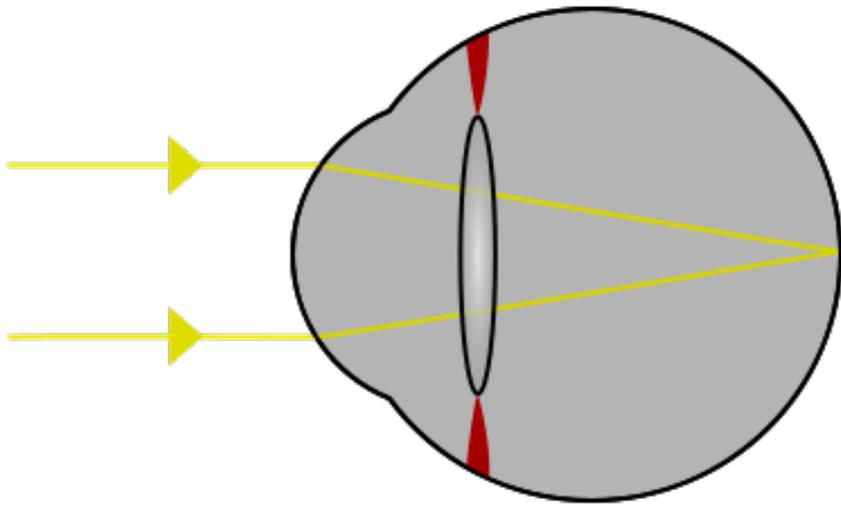


Acomodación

- La capacidad de enfoque a distintas distancias es un mecanismo que se realiza por intermedio del **crystalino**, del **músculo ciliar** y la **zónula**
- El músculo ciliar se contrae y se relaja la zónula de Zinn. Esto hace que la superficie anterior del cristalino se abombe y aumente su poder dióptrico. Aumentan la curvatura de la cara anterior y posterior del cristalino
- La pupila se contrae y se dilata por estímulo del III par craneal (parte parasimpática) y del simpático, respectivamente.
- La acomodación para la visión cercana es el resultado de una sincinesia entre el cuerpo ciliar y la pupila que genera miosis. De esta manera se produce un aumento de la profundidad del foco que facilita la visión discriminativa.

Acomodación

- Hay otro movimiento asociado a la acomodación, que es la convergencia para facilitar la visión binocular mediante la acción de los músculos rectos internos, por estimulación del III par y el centro de convergencia.
- Esta sincronía entre la acomodación y los movimientos oculares recibe el nombre de **reflejo de acomodación-convergencia**
- Miosis, convergencia y contracción músculo ciliar



Acomodación

- Los niños debido a que su cristalino es muy elástico, son capaces de modificar su potencia hasta 14 dioptrías
- Los adultos tenemos un cristalino más rígido. La capacidad de acomodación disminuye con la edad
- La disminución de la acomodación con la edad hace que aparezca un problema visual denominado **PRESBICIA** o **VISTA CANSADA**
- El proceso de acomodación es un acto reflejo y requiere alrededor de 500 mseg

Propiedades sensoriales del sistema visual

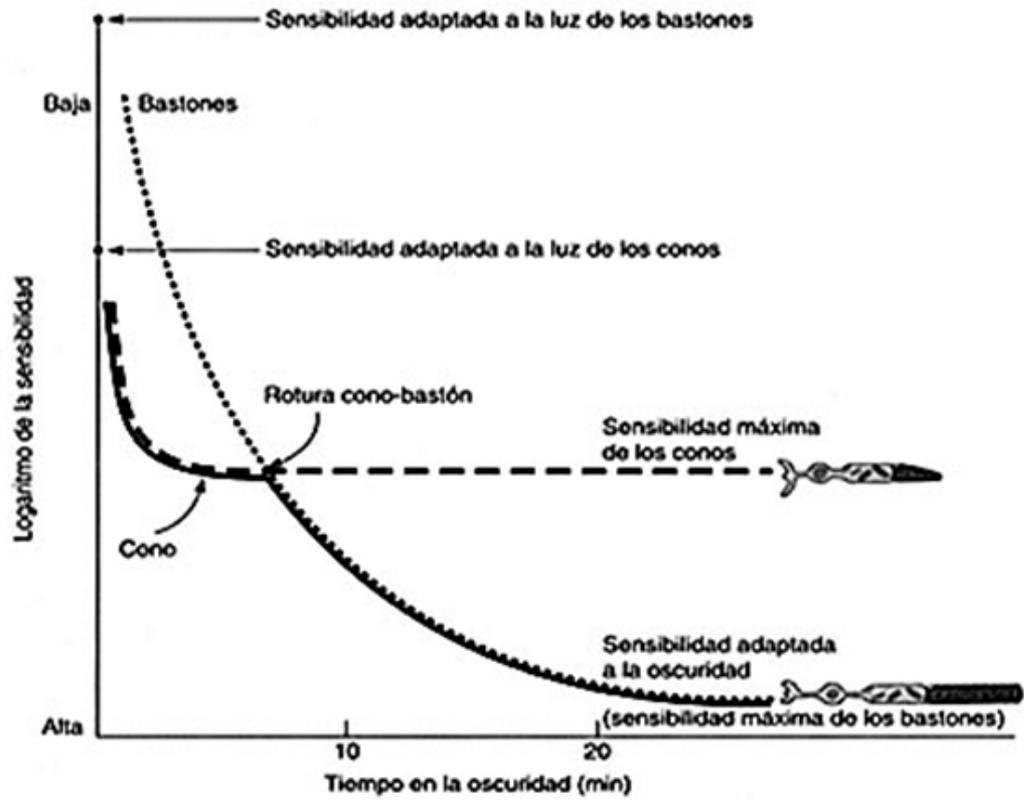
- La retina transduce la luz e informa al resto del sistema visual sobre las imágenes proyectadas sobre ella
- El proceso de transmisión del ojo al cerebro tiene una serie de particularidades:
 - Sensibilidad a la intensidad luminosa
 - Sensibilidad espectral
 - Resolución espacial
 - Resolución temporal

Adaptación a la luz

- Una función importante del ojo es su capacidad para adaptarse a distintos grados de iluminación
- La entrada de luz está regulada por la pupila que puede producir midriasis (para aumentar la entrada de luz) o miosis (para disminuirla)
- La adaptación a la iluminación tiene lugar fundamentalmente en los fotorreceptores
- Los bastones tienen un umbral bajo de excitación y que en su mayoría se encuentran en la retina periférica para encargarse de la de visión periférica. La medida de la adaptación oscila entre los 30 y 40 segundos

Sensibilidad a la intensidad luminosa

- La **adaptación del sistema visual** a los cambios en el nivel de iluminación en el ambiente **no es instantánea**
- Se trata de un proceso relativamente lento y viene representado por la **curva de adaptación a la oscuridad**



Curvas de adaptación a la oscuridad. En realidad en esta figura se muestran tres curvas: la línea continua muestra la curva de adaptación a la oscuridad de dos etapas medida en el experimento 1 con una rama debida a los conos al principio y otra, debida a los bastones al final. La línea discontinua muestra la curva de adaptación de los conos medida en el experimento 2. Las curvas comienzan realmente en el punto marcado como "sensibilidad adaptada a la luz de los conos", pero existe un ligero retraso entre el momento en el que se apagan las luces y el momento en el que comienza la medición de las curvas. La línea de puntos muestra la curva de adaptación de los bastones medida en el experimento 3. El punto marcado como "sensibilidad adaptada a la luz de los bastones" es el punto en el que comienza realmente la curva. Obsérvese que el movimiento hacia abajo indica un aumento de la sensibilidad.

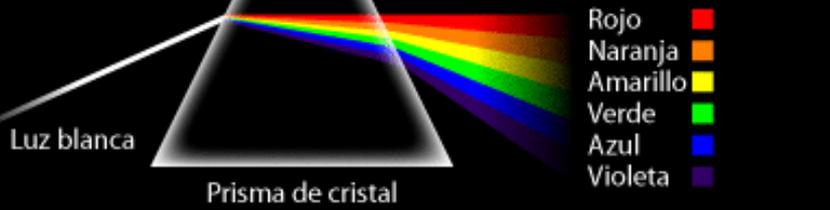
Sensibilidad a la intensidad luminosa

- La curva presenta un descenso progresivo en 2 fases:
- La 1ª comienza inmediatamente y dura 10 minutos Equivale a un aumento de la sensibilidad retiniana de unas 100 veces y se debe a la adaptación de los conos
- La 2ª comienza a los 10 min y se estabiliza en 30 minutos Equivale a un aumento de la sensibilidad retiniana de unas 1000 veces y se debe a la adaptación de los bastones
- Este comportamiento guarda relación con la sensibilidad y la capacidad de regeneración de los fotorreceptores de conos y bastones

Sensibilidad espectral

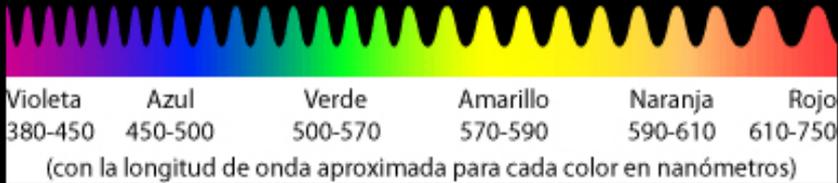
- Las estructuras transparentes del ojo no permiten el paso de todas las longitudes de onda
- La retina es sensible todavía a un rango menor, desde 400 a 700nm. Desde el azul al rojo
- La retina no es igual de sensible a todas las longitudes de onda
- La curva de sensibilidad espectral es distinta si se realiza en un ambiente iluminado (fotópico) o con poca luz (escotópico)
- Esto es debido a que en condiciones fotópicas está funcionando el sistema de conos y en condiciones escotópicas el de bastones

La Luz blanca se descompone al pasar por un prisma

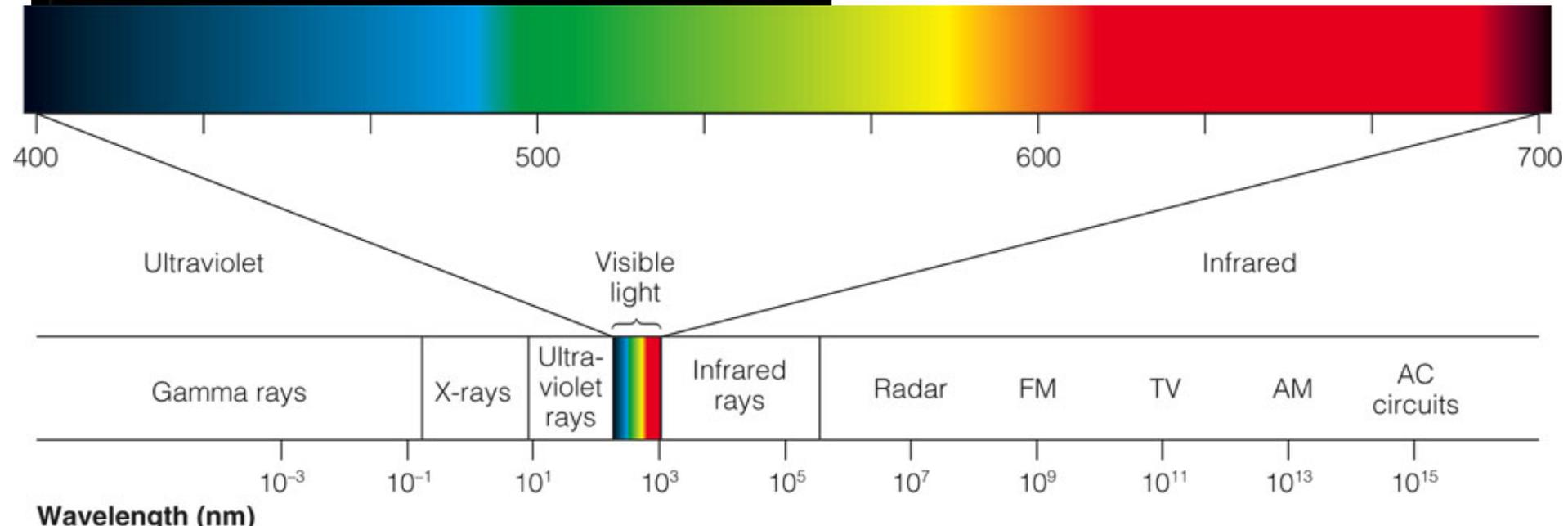


- Rojo
- Naranja
- Amarillo
- Verde
- Azul
- Violeta

LUZ: Las ondas electromagnéticas que el ojo humano percibe

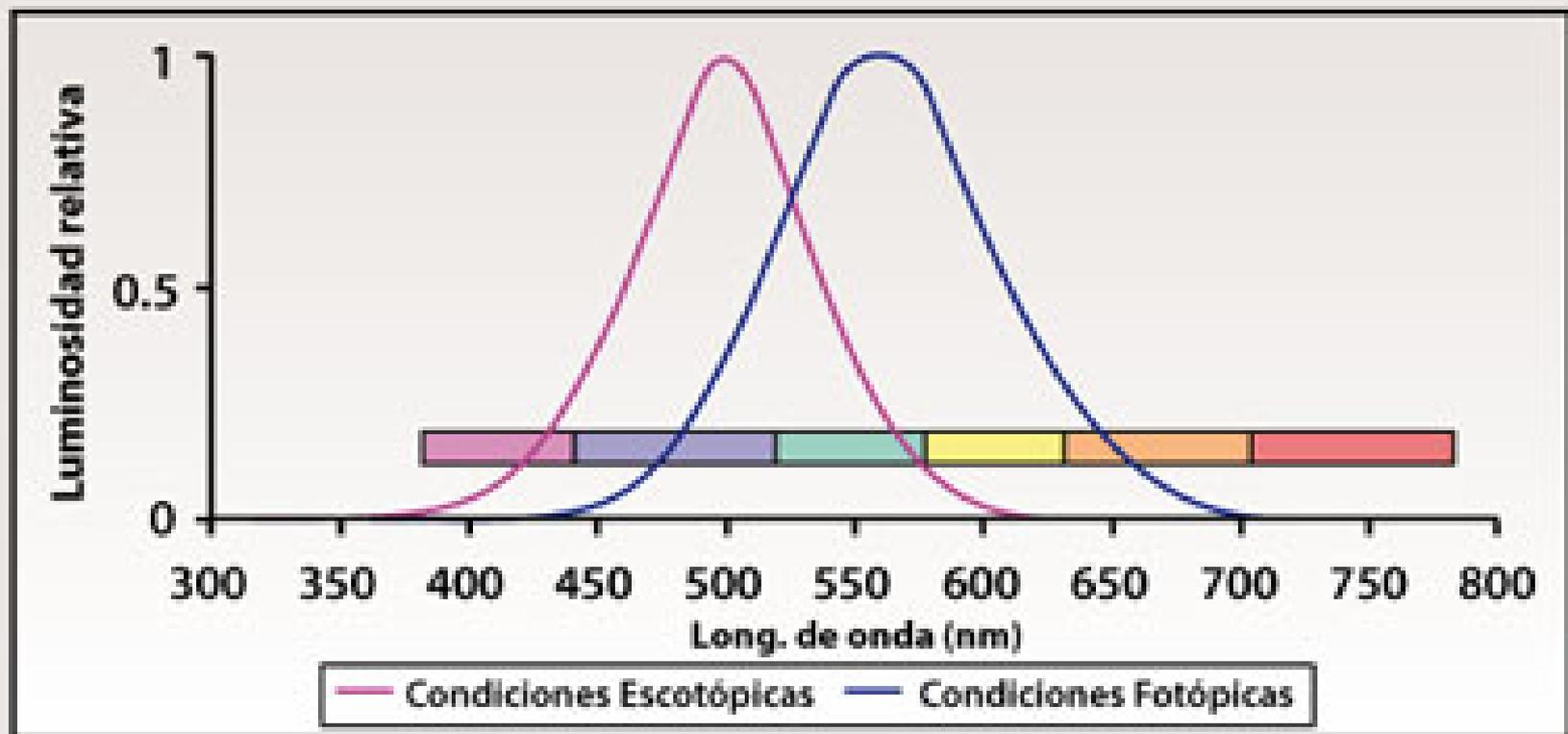


La luz blanca se descompone en colores al atravesar un prisma



Curva de Sensibilidad espectral

■ **Figura 1** *Curva de Eficiencia Luminosa Relativa en condiciones Fotópicas y Escotópicas.*



Resolución espacial

- La **capacidad** que tiene el **sistema visual** para **discriminar dos puntos en el espacio** se denomina **agudeza visual**
- También se define, como el **detalle más pequeño que puede ser visto con alto contraste** (se utilizan letras negras sobre fondo blanco)
- Varias formas de determinarla, pero la más habitual es detectar la separación entre las patas de la letra E (prueba de Snellen)

Medida agudeza visual (optotipos)

Snellen chart for adults

K H O R

20/180

O Z N H V C

20/70

R K S C Z H V D

20/30

H O C Z R K D S V N

20/20

S D K H O R C V

20/20

Snellen chart
40/1000

H V Z D S

N C V K D

C Z S H N

O N V S R

K D N R O

Z K C S V

D V O H C

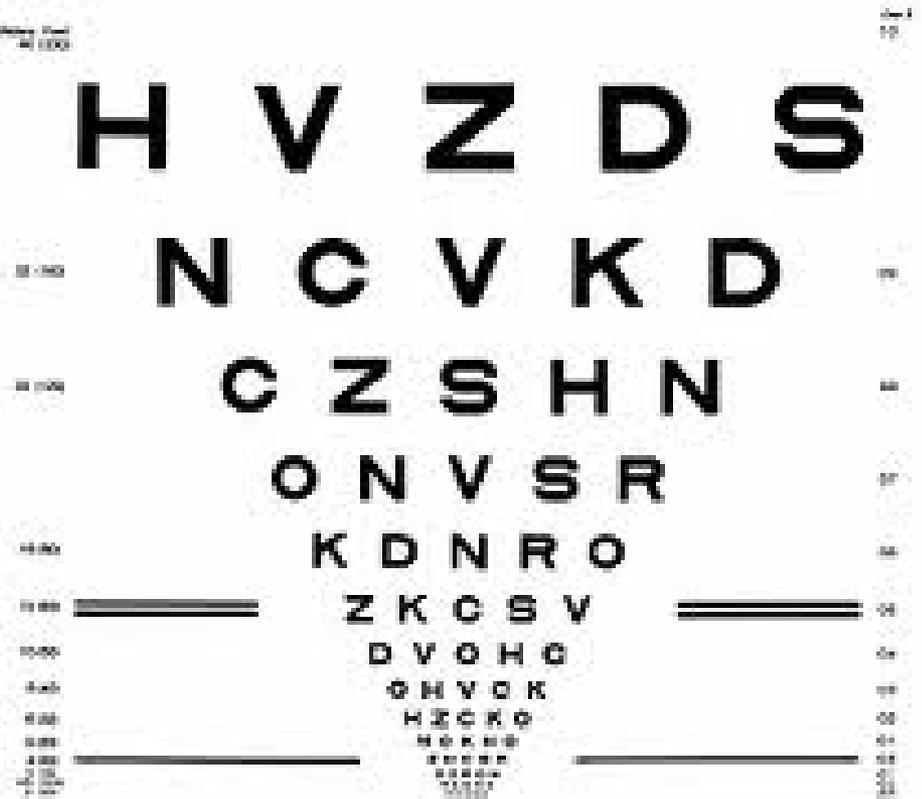
O H V C K

H C K C O

H C K C O

H C K C O

10/10

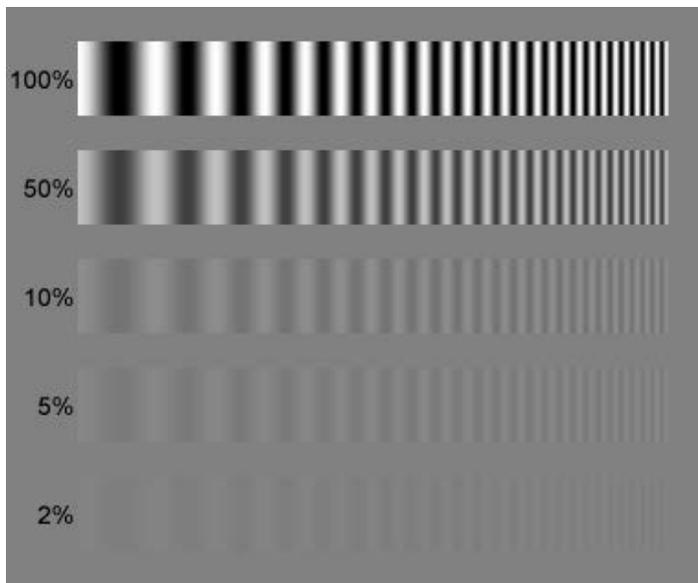


Resolución espacial

- Estas pruebas determinan el mínimo ángulo de resolución visual, que en una persona «normal» es de 1 minuto de arco
- La capacidad de discriminación espacial (agudeza visual) se ve afectada por varios factores puramente :
 - Ópticos (difracción, aberraciones ópticas y cromáticas, contraste) afectan a la CALIDAD VISUAL

Resolución espacial

- La retina es **más sensible al contraste entre el estímulo y el fondo** sobre el que se encuentra el estímulo, que a la cantidad de luz que llega a ella
- A medida que **aumenta el contraste aumenta la calidad visual**
- La sensibilidad al contraste disminuye con la edad y por la aparición de enfermedades como la catarata



Cristalino claro y normal



Cristalino nublado a causa de una CATARATA

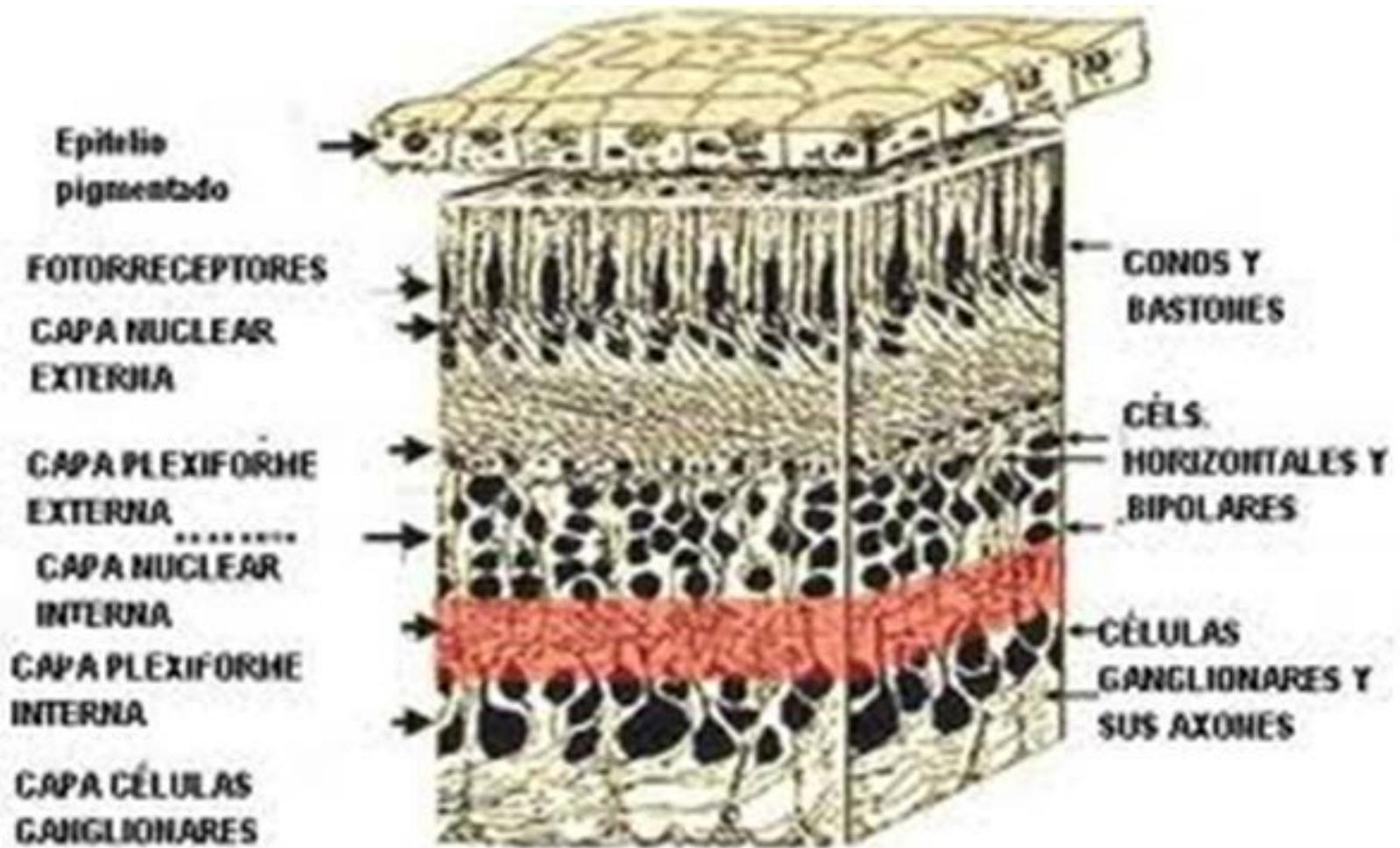


Resolución temporal

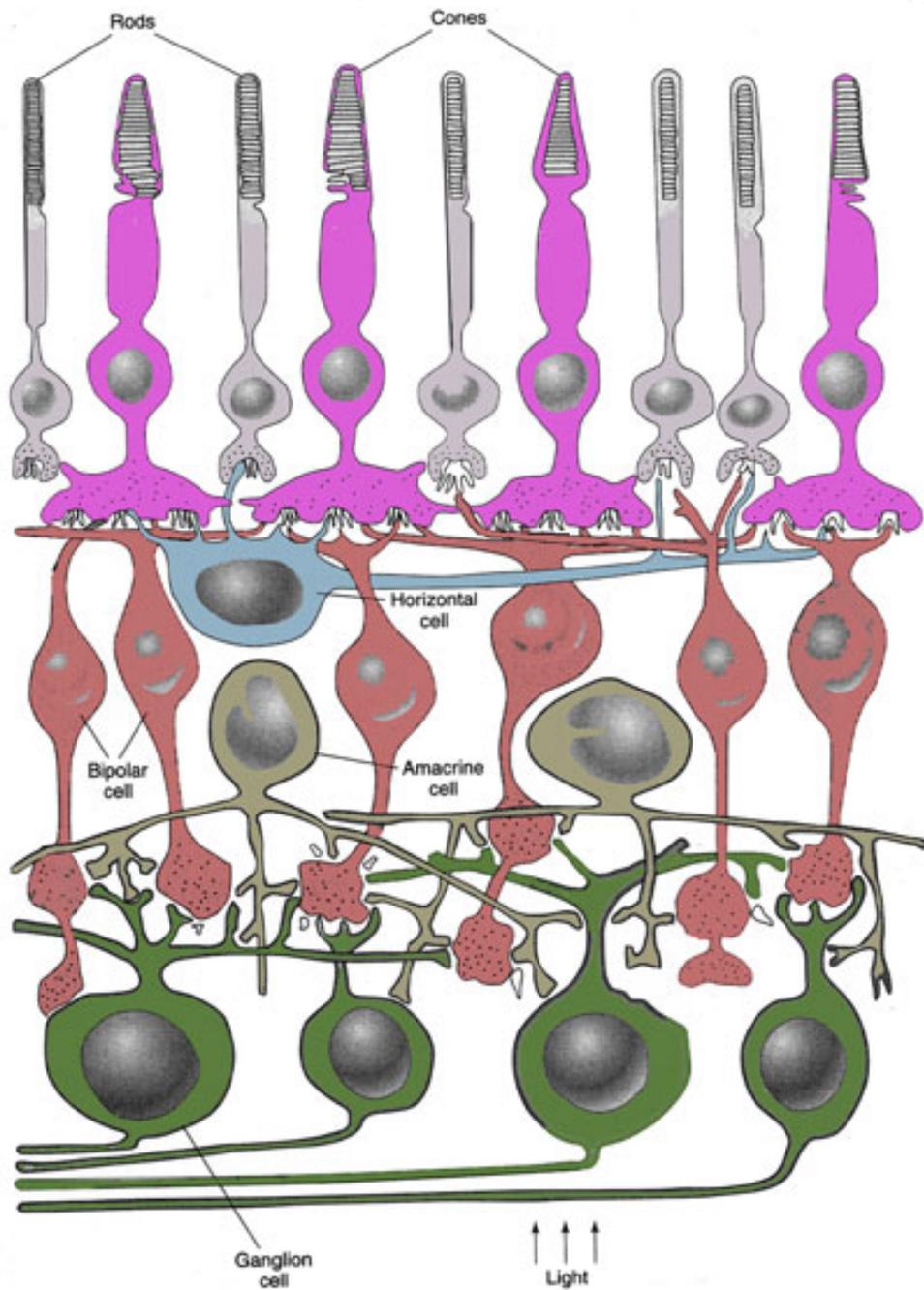
- El sistema visual es capaz de detectar el intervalo entre estímulos que ocurren separados en el tiempo. A esta capacidad se le denomina resolución temporal
- Es limitada
- Si a un sujeto se le presenta un estímulo parpadeante y después se incrementa la frecuencia de parpadeo, llegará un momento en que percibirá el estímulo como continuamente encendido

La retina

- Estructura compleja compuesta por 9 capas. La más interna en contacto con cavidad vítrea: epitelio pigmentario con función nutricional y soporte
- La **células (neuronas) en vertical** nobles son: fotorreceptores, bipolares y ganglionares
- **En horizontal**: células horizontales y amacrinas
- Otras células de soporte: astrocitos, microglia y células de Müller



Axones se unen formando nervio óptico

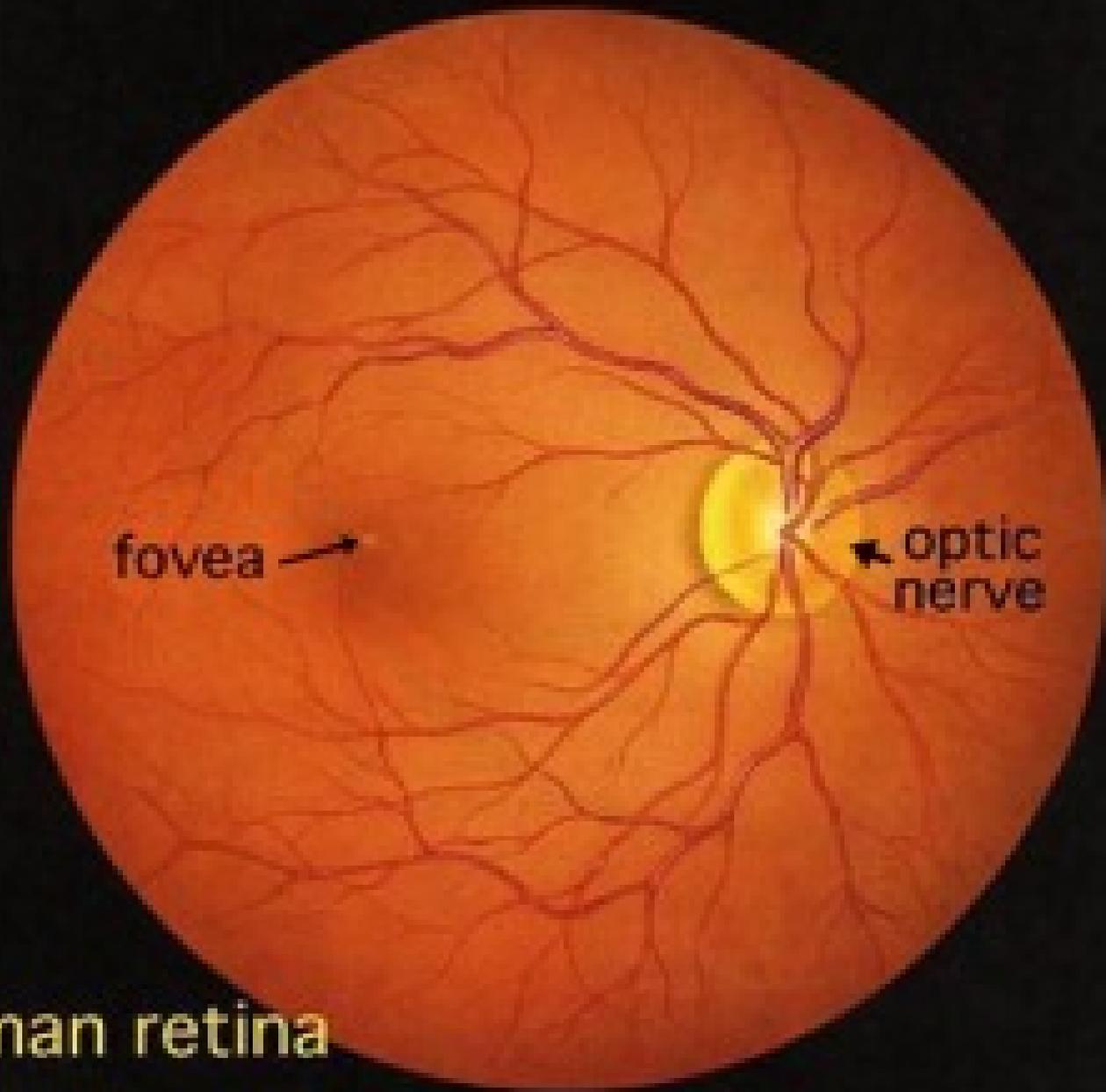


Disposición células retina
en vertical y horizontal

La retina

- Las células bipolares y ganglionares de la porción central y posterior de la retina contienen un pigmento amarillento (**pigmento xantófilo**) que le confiere coloración especial a un área central de unos 20 grados de diámetro, que recibe el nombre de **mácula**
- En el centro de la mácula hay una zona de unos 5 grados que recibe el nombre de **fóvea** y dentro de esta, otra que recibe el nombre de **foveola**. Es el punto retiniano de máxima agudeza visual





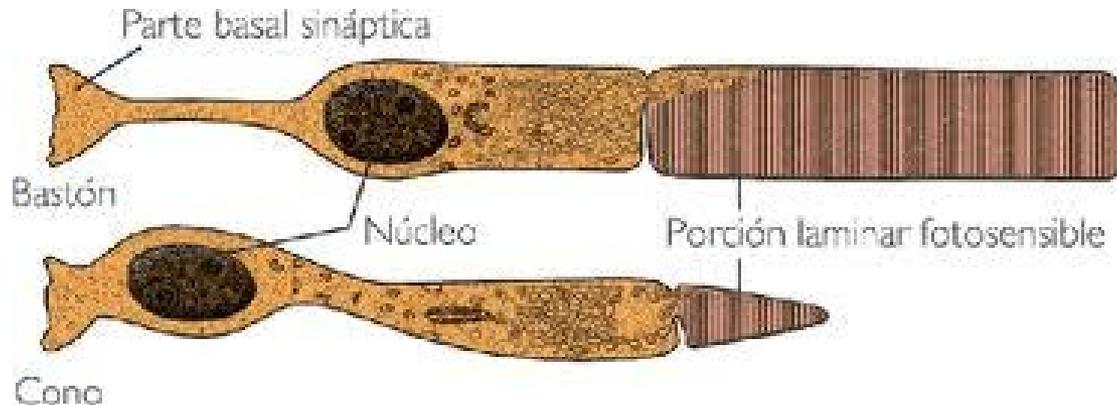
fovea →

← optic
nerve

Human retina

Fotorreceptores

- Se localizan en la capa más externa de la retina a continuación del epitelio pigmentario
- Son los encargados de convertir la energía luminosa en bioeléctrica
- Hay 2 tipos: **conos** y **bastones**
- Se reparten de manera desigual, los **conos** son más abundantes en el **centro** de la retina mientras que los **bastones** en la **periferia**



Retinal Processing - Rods and Cones - continued

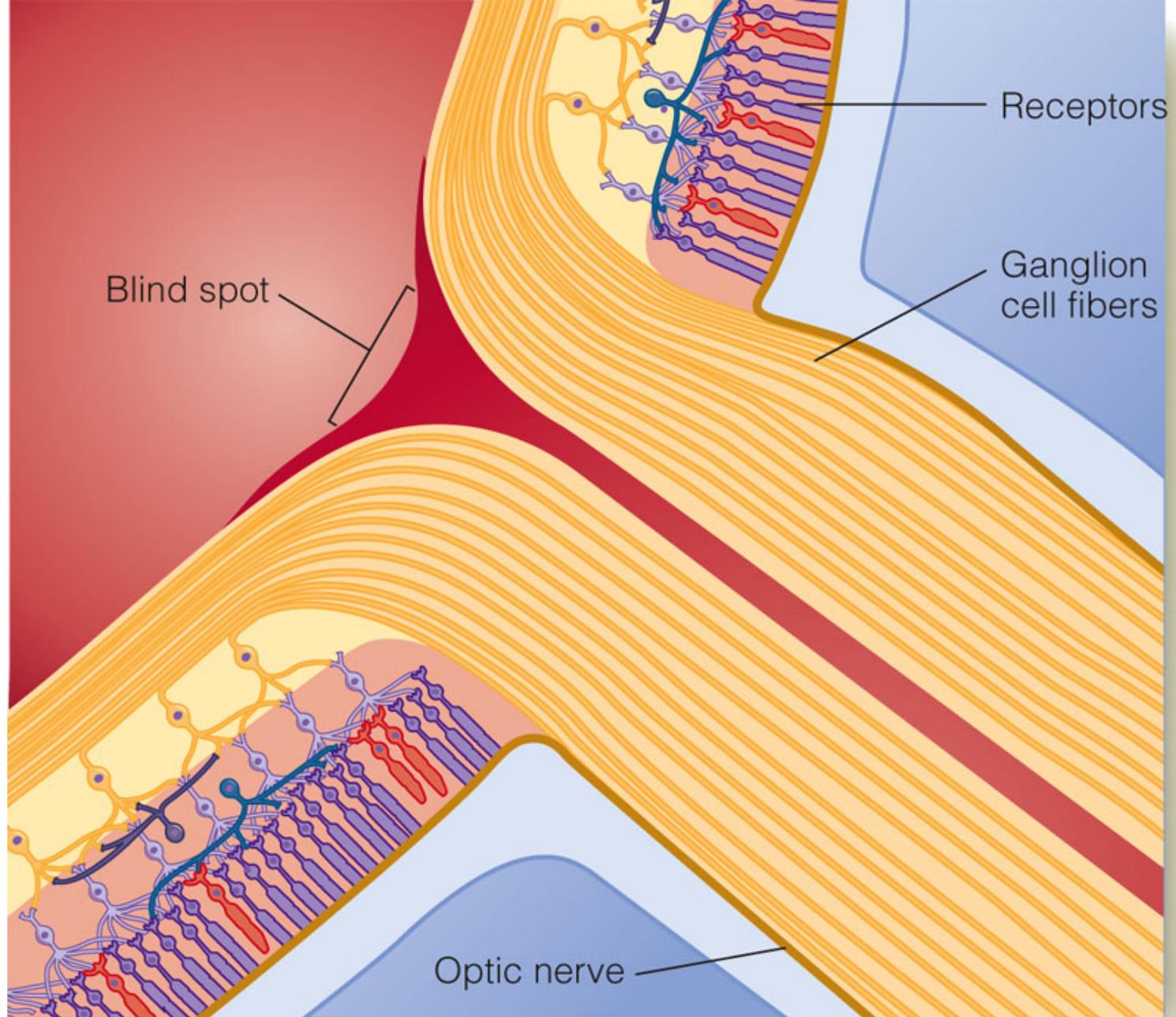
– Number

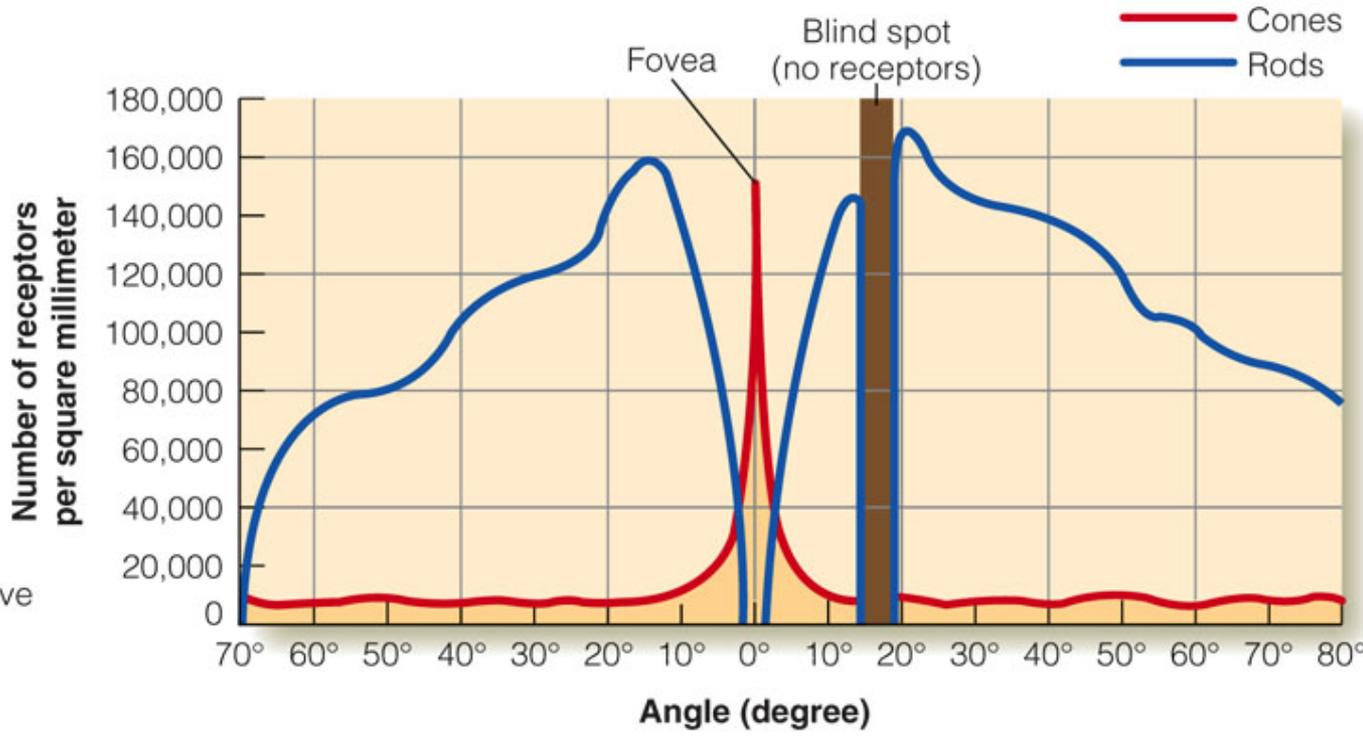
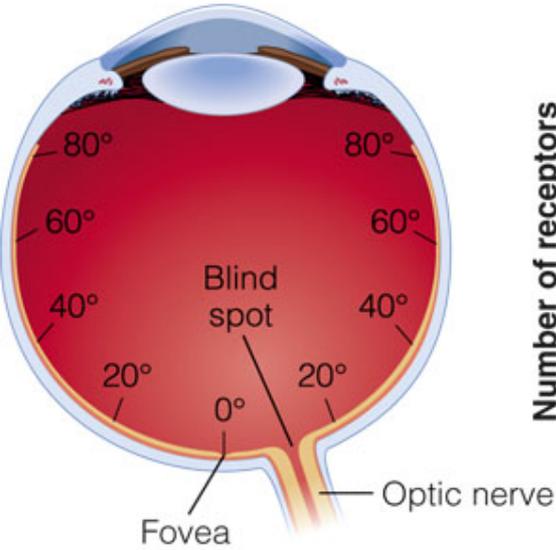
- 120 million rods
- 5 million cones

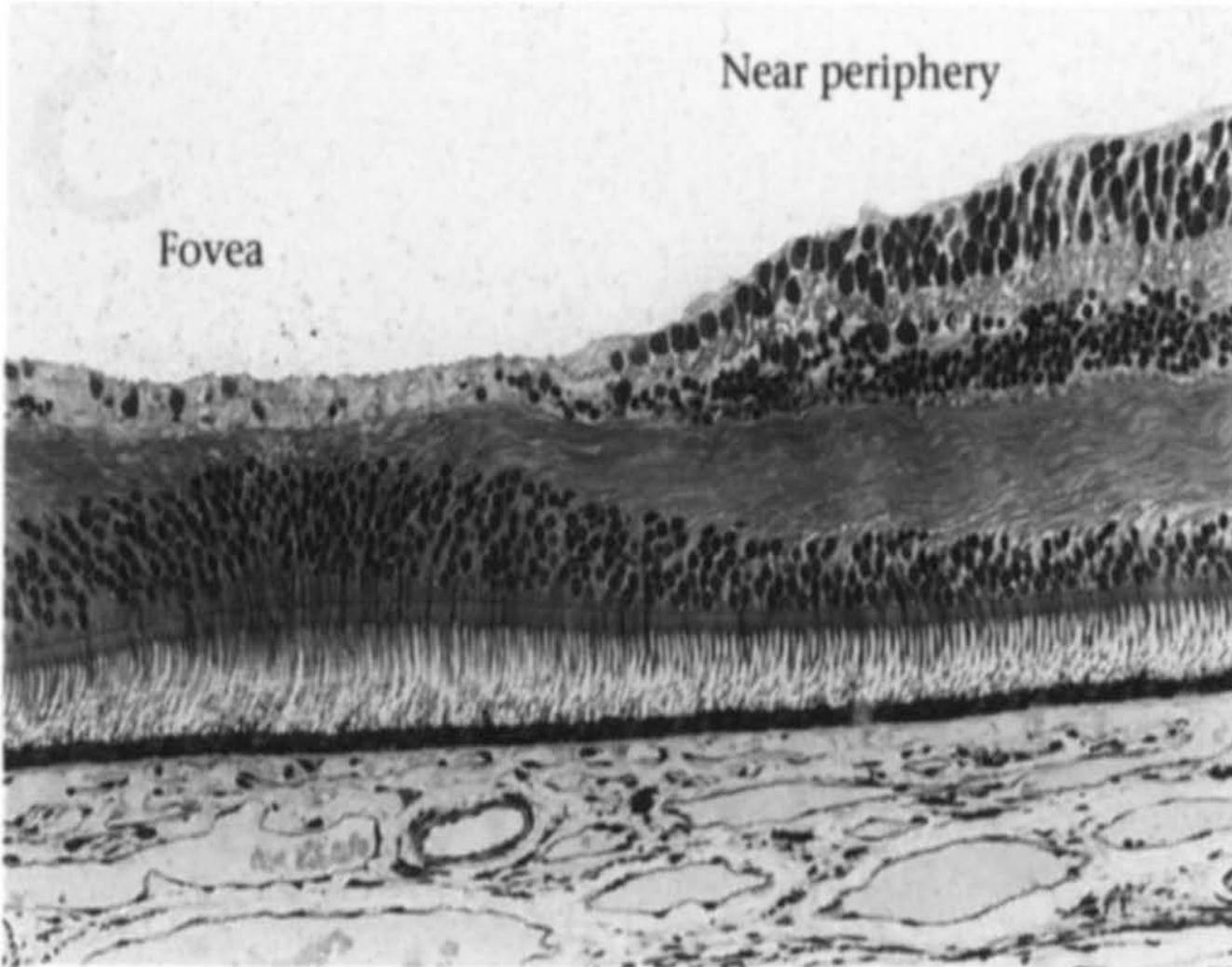
- **Blind spot** - place where optic nerve leaves the eye

– We don't see it because:

- One eye covers the blind spot of the other
- It is located at edge of the visual field
- The brain “fills in” the spot- Remember, we don't see with our eyes!







Near periphery

Fovea

Ganglion cell layer

Inner plexiform layer

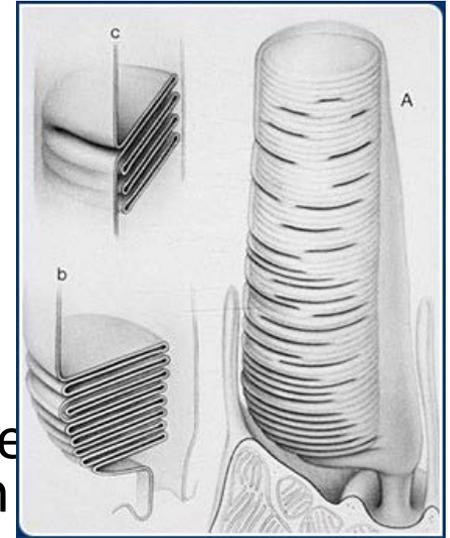
Inner nuclear layer

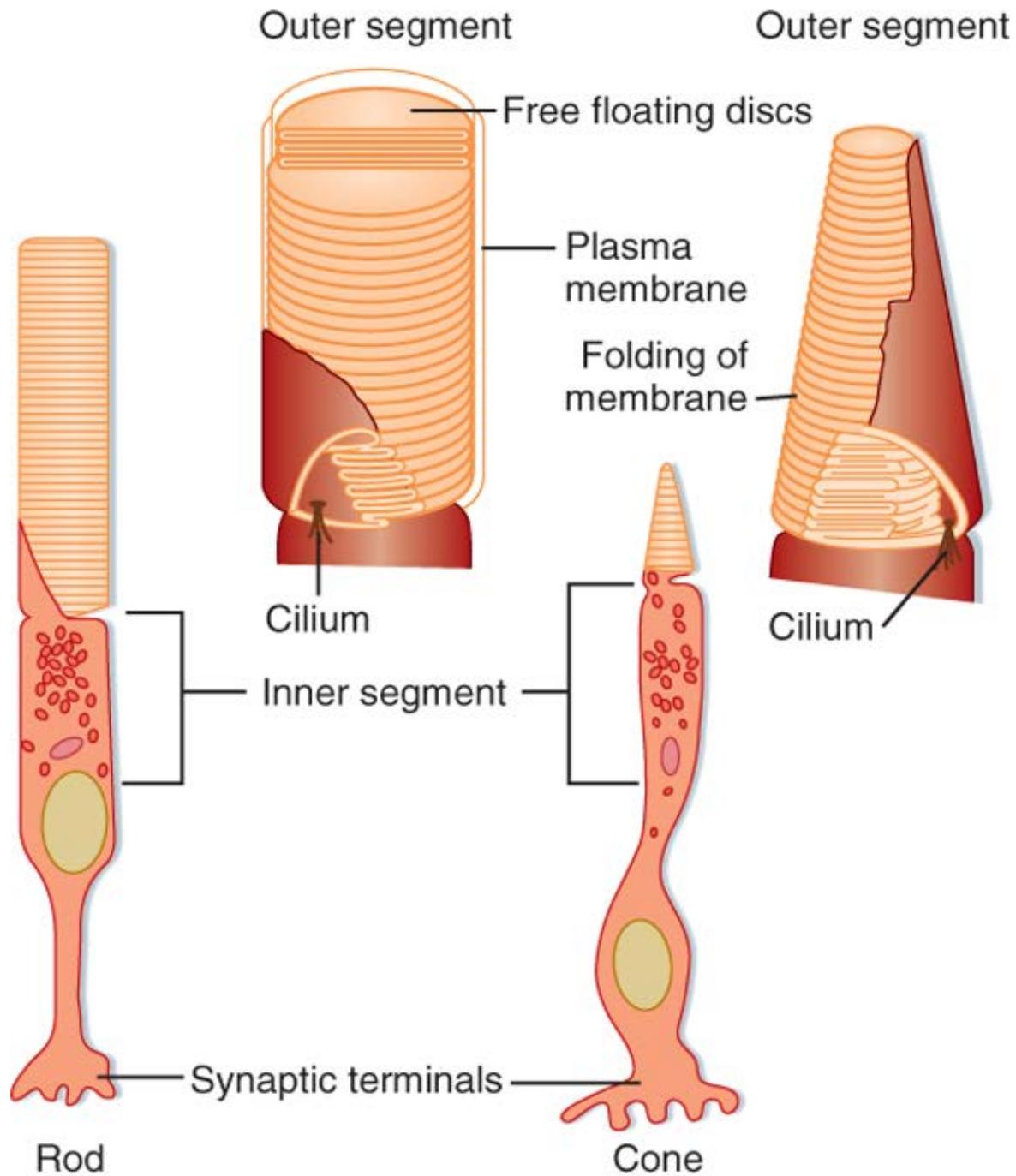
Outer plexiform layer

Photoreceptors

Fotorreceptores

- Histológicamente **presentan tres partes diferenciadas: segmento externo, segmento interno y terminación sináptica**
- El **SE** formado por membranas pegadas a modo de láminas que contienen fotorpigmentos. Su porción más externa está en contacto con el epitelio pigmentario de la retina que fagocitan el continuo desprendimiento de sus discos
- El **SI** contiene las organelas celulares
- La **terminación sináptica** establece conexiones con las células bipolares y horizontales

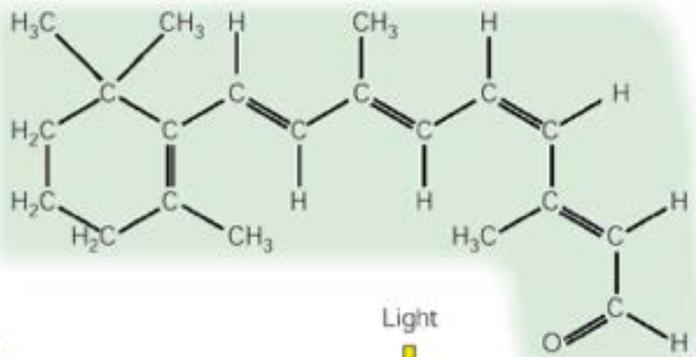




Proceso de foto-transducción

- Es posible gracias a la sensibilidad de los fotorpigmentos a la luz
- Los **bastones** tienen una versión del fotorpigmento **rodopsina** que es 20 veces más sensible a la luz que los fotorpigmentos de los conos sensibles al color
- La visión nocturna esta mediada por los bastones
- La molécula de **rodopsina** tiene 2 componentes: **opsina** + **retinal**
- La opsina es una proteína
- El retinal es la forma aldehído de la vitamina A

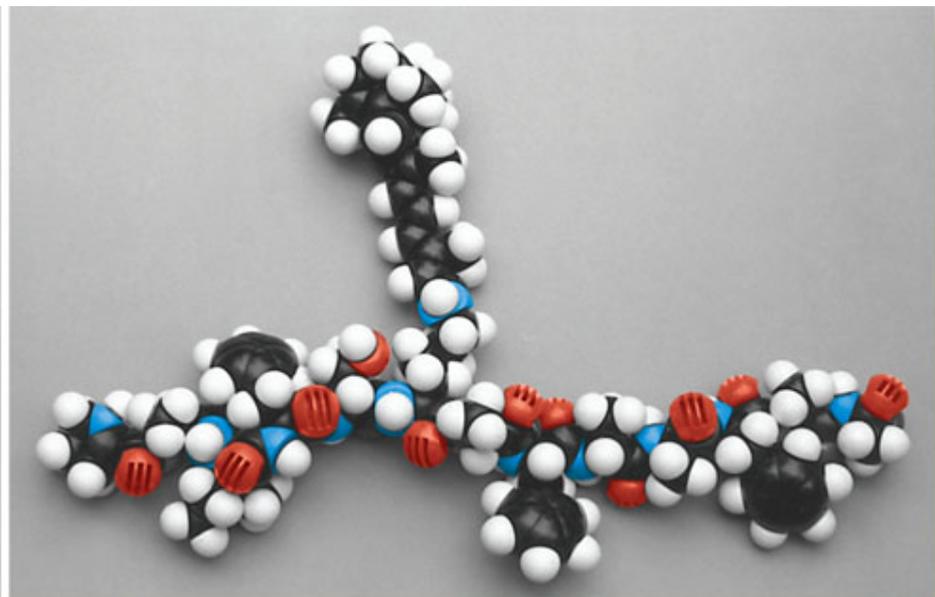
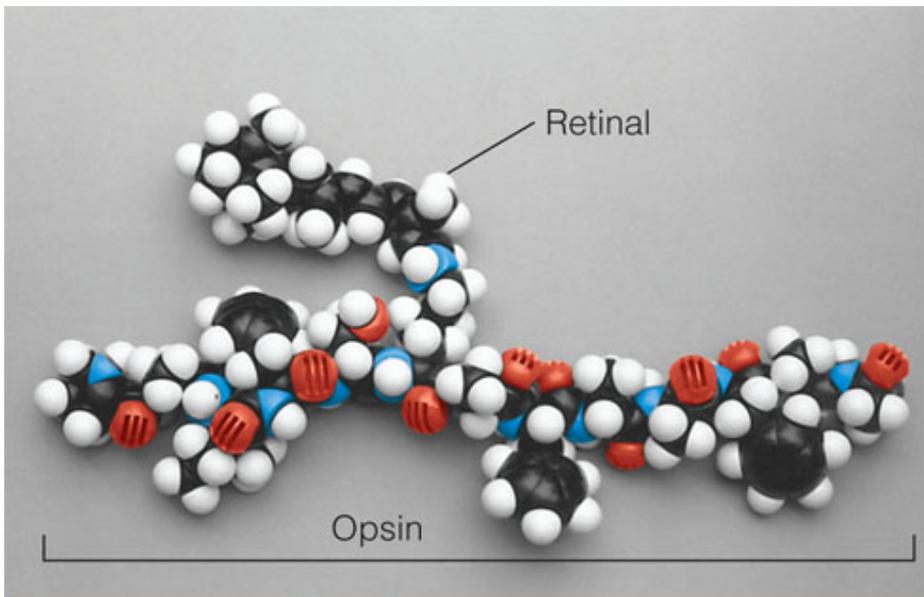
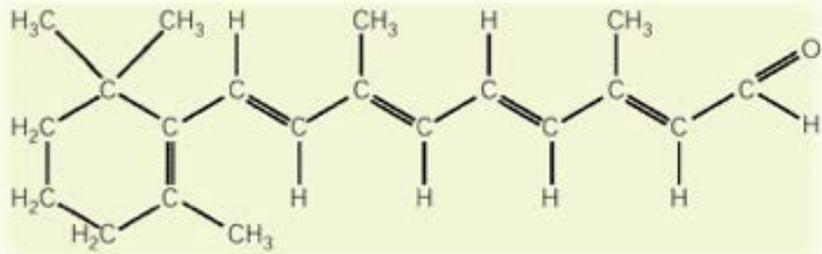
11-*cis* retinal
($M_r = 268$)

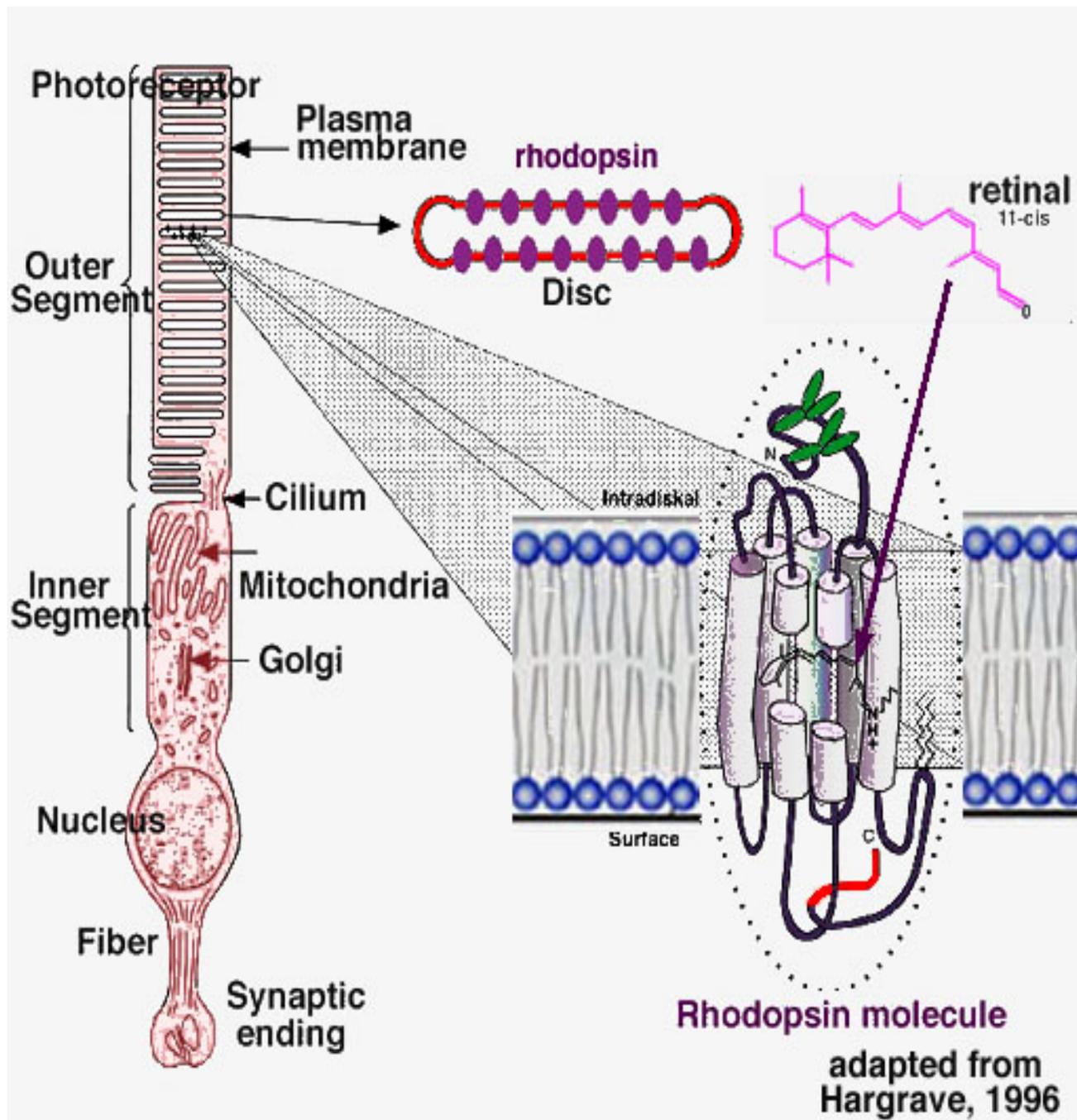


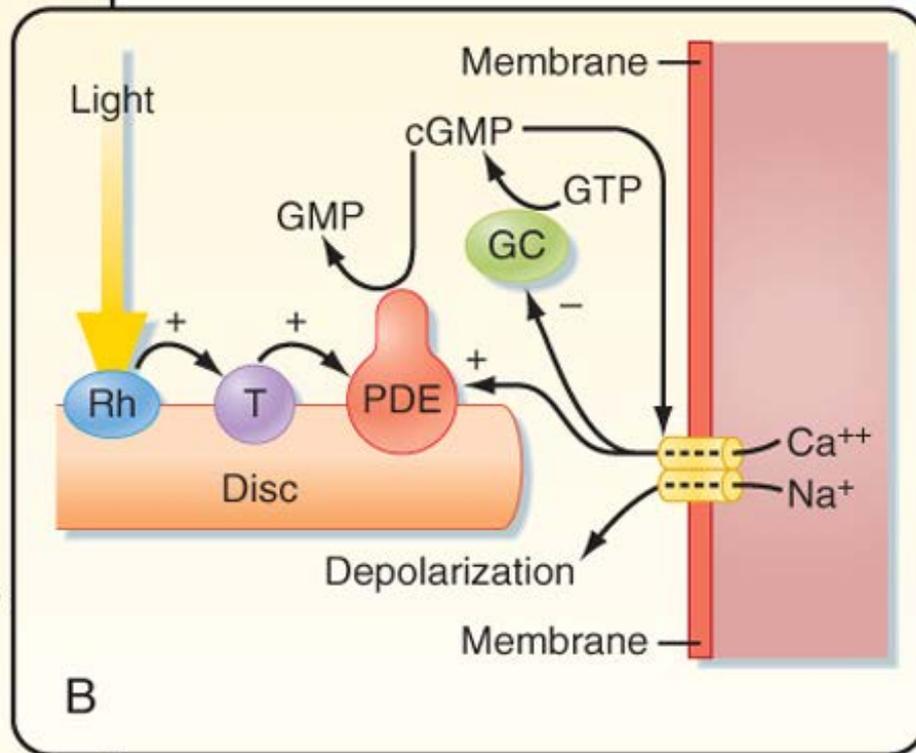
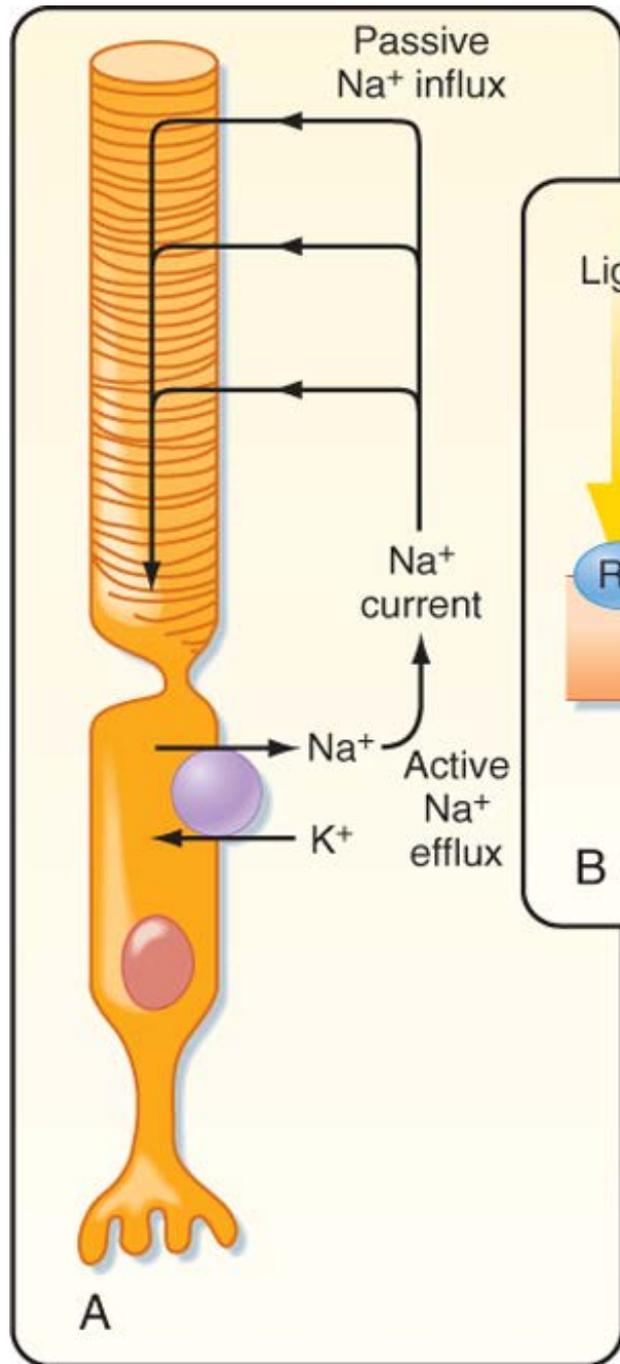
Light



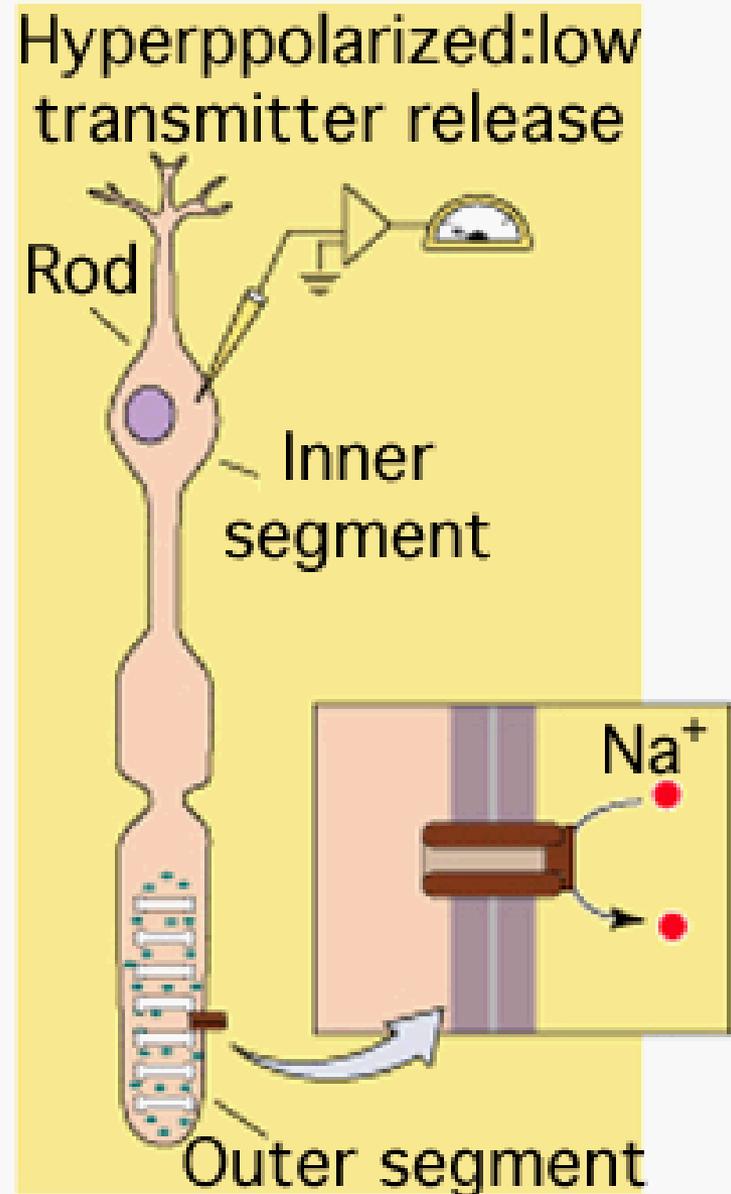
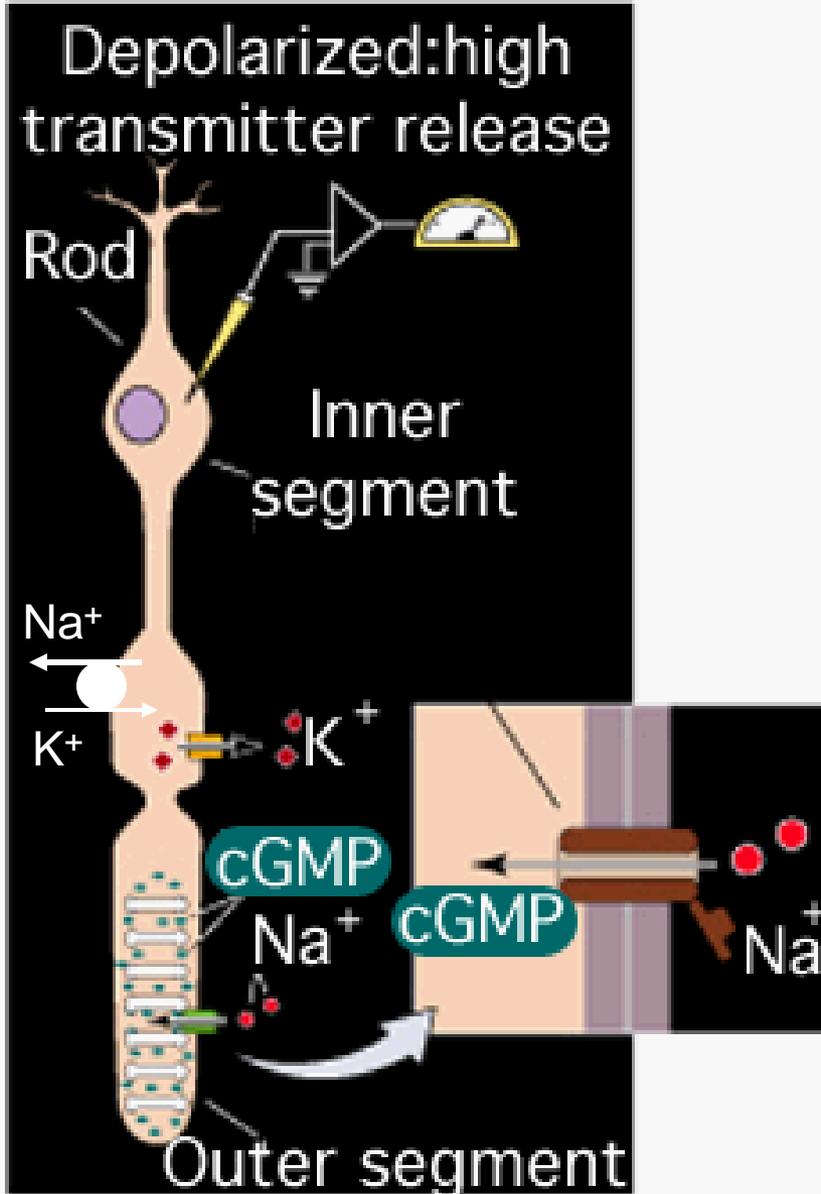
All-*trans* retinal

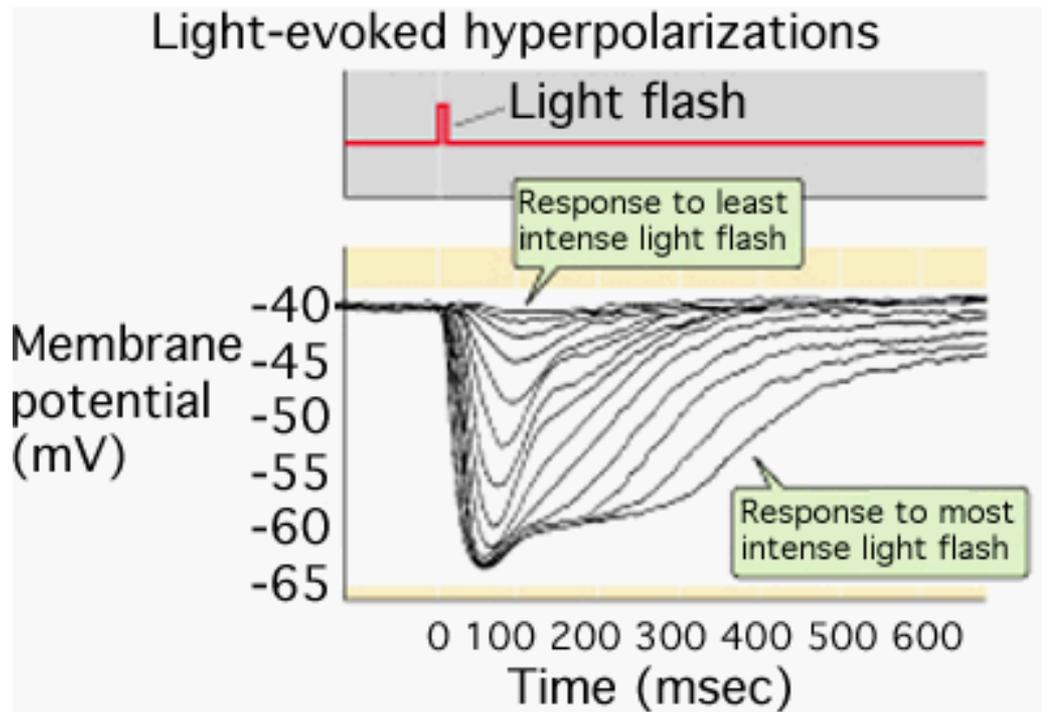






Phototransduction

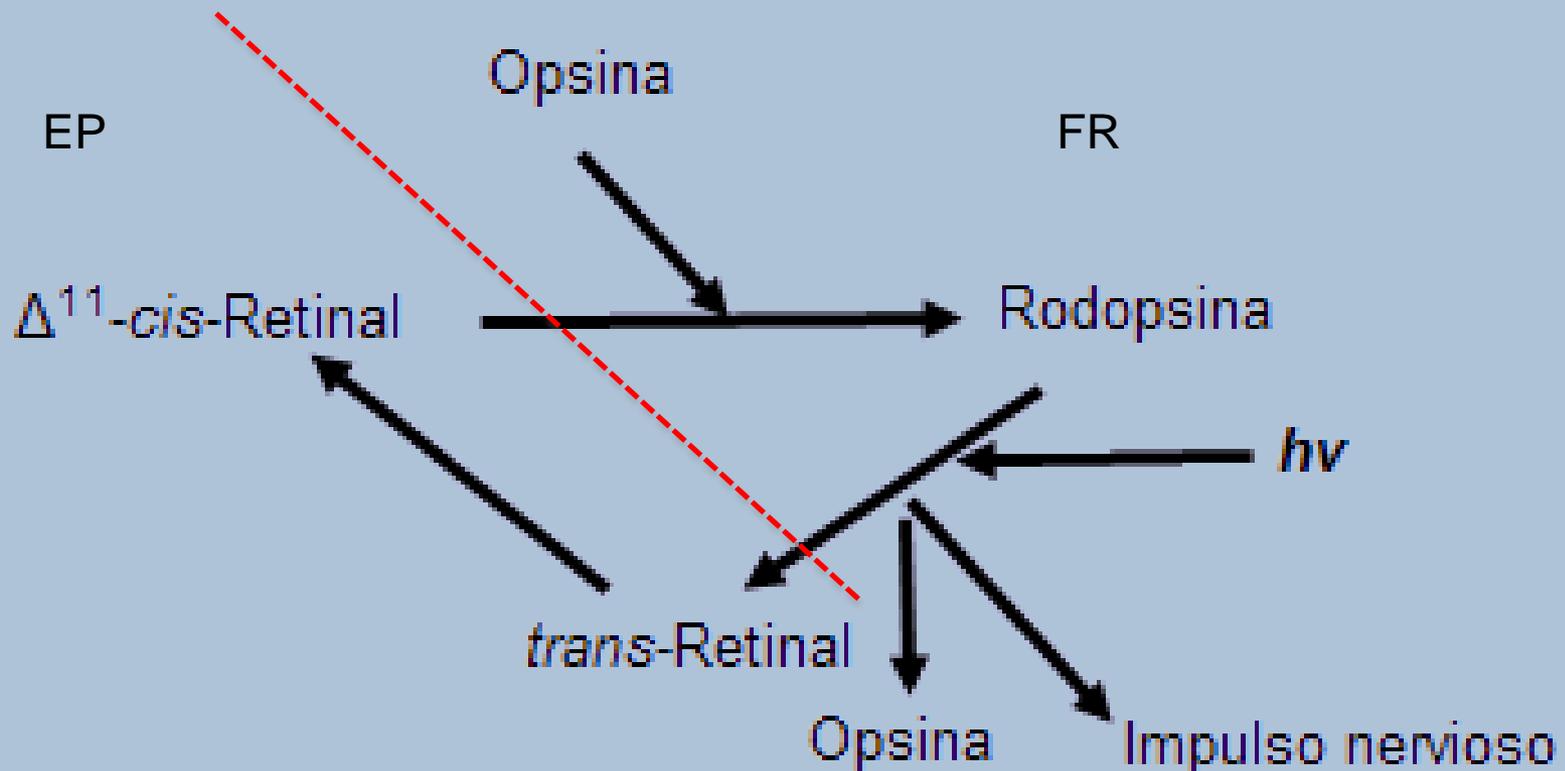




Proceso de foto-transducción

- En el epitelio pigmentario, el trans-retinal vuelve a convertirse en cis-retinal. El cis-retinal, al unirse de nuevo a la opsina permite de nuevo iniciar el proceso
- Esa reacción es lenta y puesto que la sensibilidad de los bastones esta en relación con la cantidad de cis retinal disponible, tarda tiempo en hacerse sensible a la luz
- Esto explica la **necesidad de un tiempo de adaptación a la oscuridad**
- A los 10 minutos de adaptación a la oscuridad ya se ha recuperado una cantidad considerable de rodopsina en los bastones de la retina
- Es necesario al menos 1 hora para recuperar toda la rodopsina de los bastones de la retina

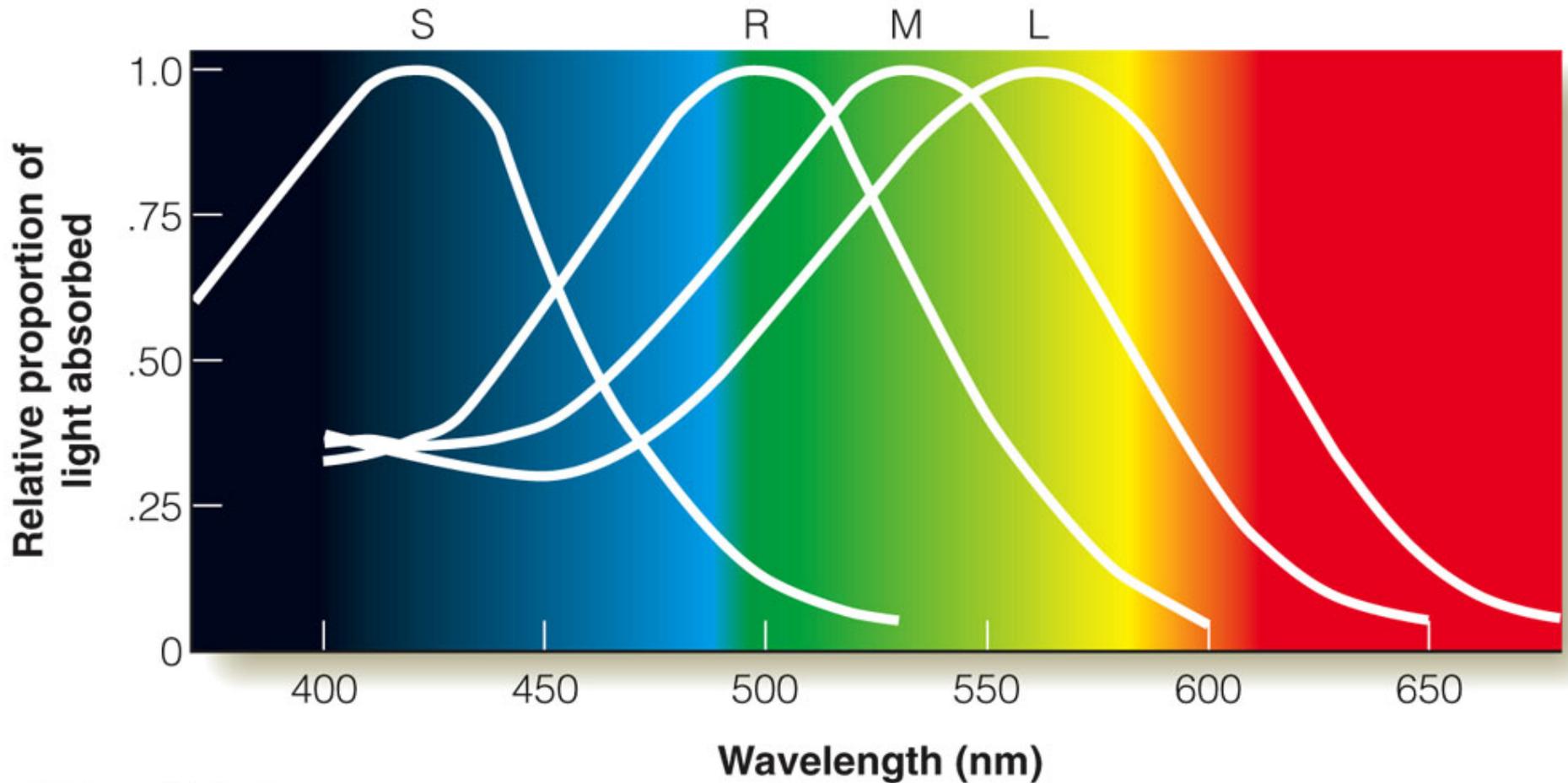
Ciclo Visual



Proceso de foto-transducción

- Los conos contienen también pigmentos, pero la sucesión de reacciones no es tan bien conocida como en los bastones
- Diferencias importantes con los bastones: los fotorpigmentos de los conos son MENOS sensibles a la luz que los de los bastones.
- Los conos tienen 3 tipos de pigmentos, cada uno de ellos sensibles a una determinada longitud de onda

Short=Blue; Medium=Green; Long=Red

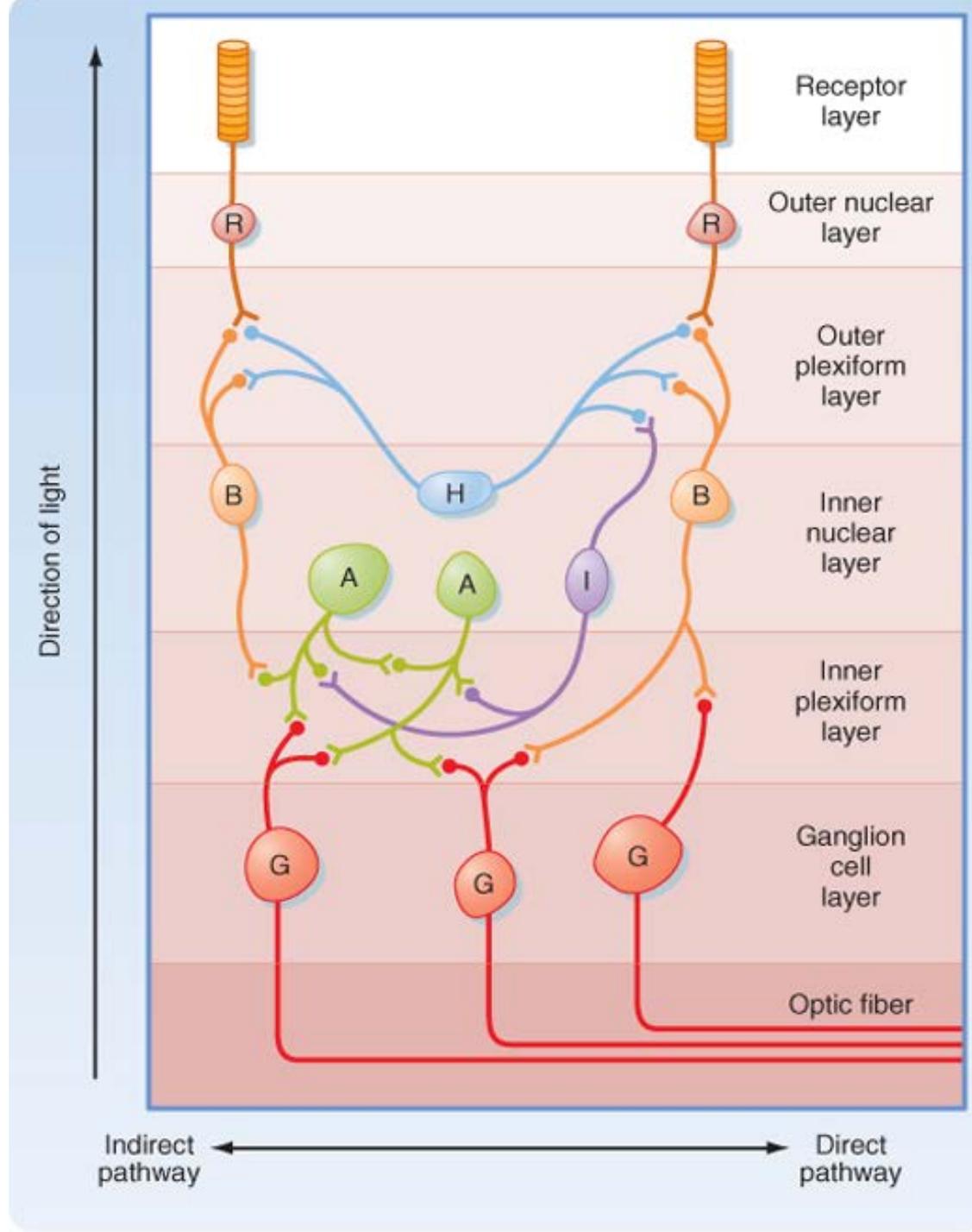


© 2007 Thomson Higher Education

Absorption spectra of the rod pigment (R), and the short- (S), medium- (M), and long wavelength (L) cone pigments. (From J. K. Bowmaker and H. J. A. Dartnall, "Visual Pigments of Rods and Cones in a Human Retina," *Journal of Physiology*, 298, 1980, 501-511. Copyright © 1980. Reprinted with permission of the author.)

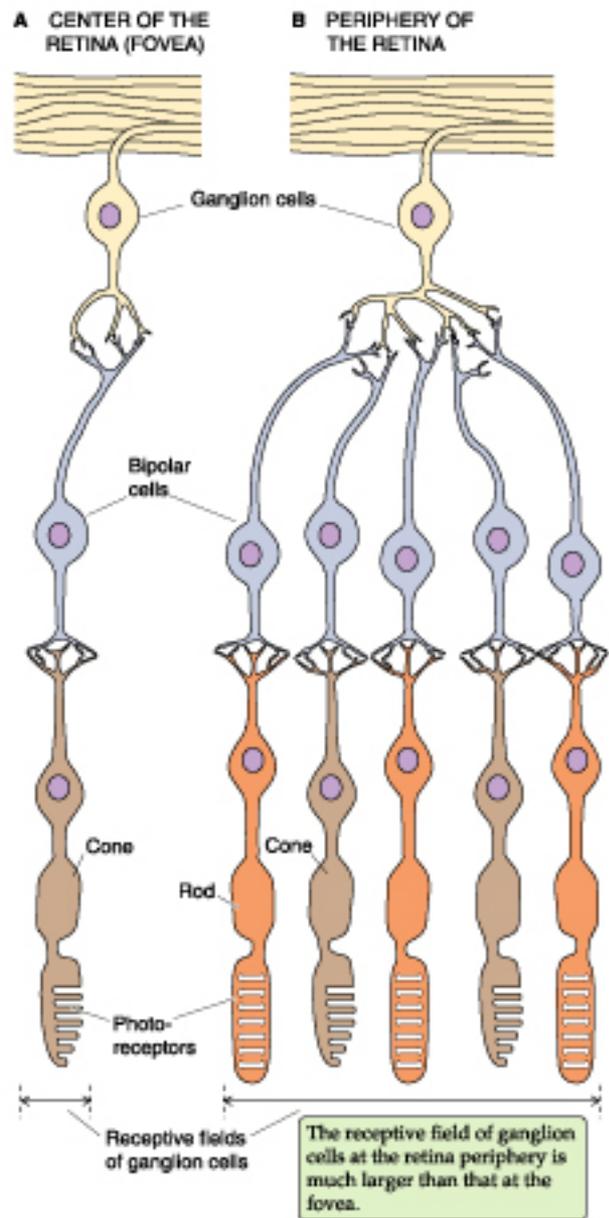
Transmisión de información a través de la retina

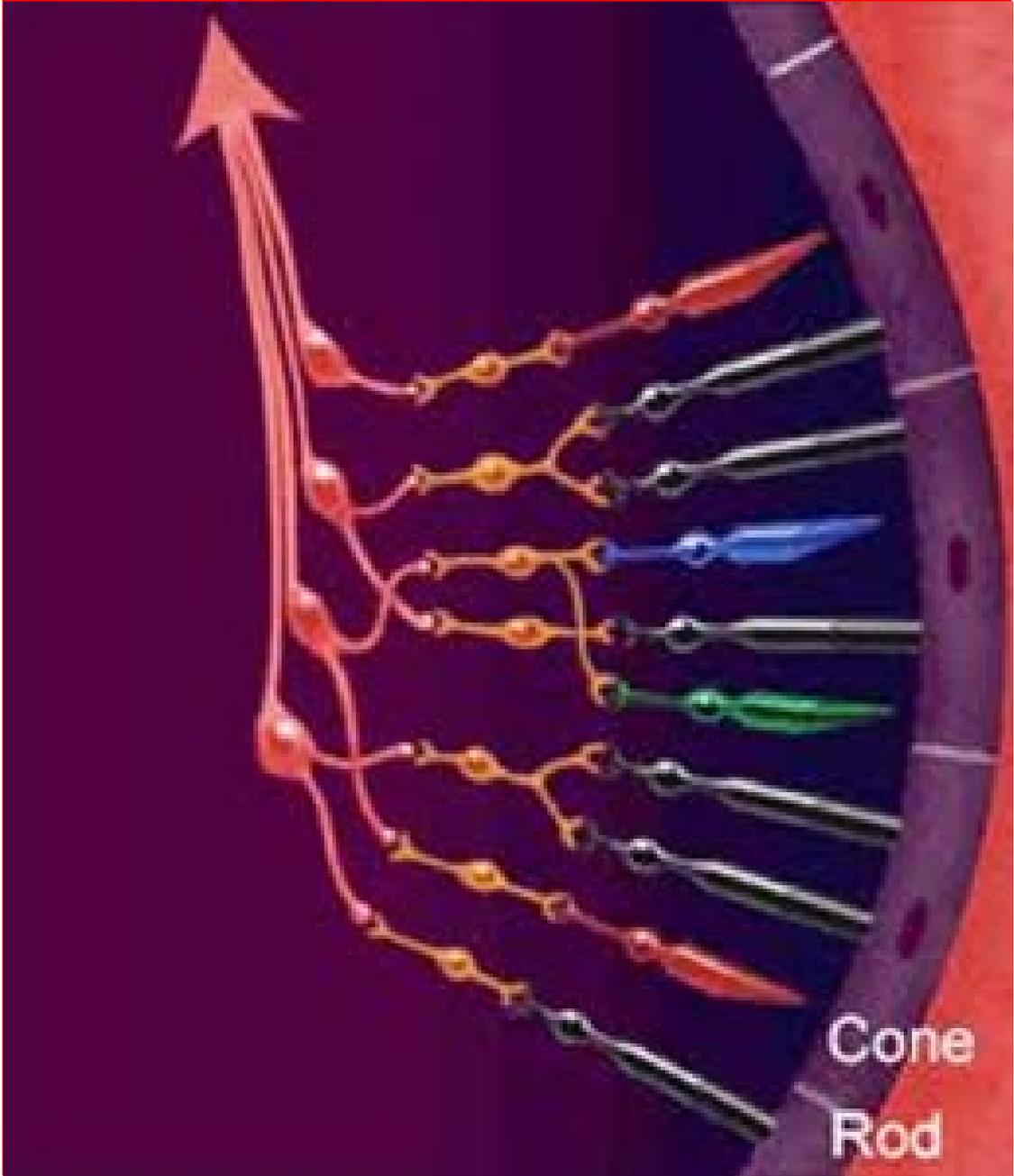
- Conos y bastones establecen sinapsis con las células bipolares, que a su vez conectan con las ganglionares
- Las células horizontales establecen sinapsis conectando fotorreceptores y células bipolares
- Las amacrinas conectan ganglionares y bipolares
- El flujo vertical de la información esta mediado por las células bipolares
- El flujo horizontal por las células horizontales y amacrinas
- El proceso de transmisión de información esta basado en mecanismos de hiper y despolarización celular



Transmisión de información a través de la retina

- Las conexiones horizontales y verticales de la retina hacen que las células bipolares y ganglionares se vean afectadas no sólo por los FR directamente conectados a ellas, sino por los FR más alejados
- En la retina hay muchas más células ganglionares que FR, por lo que se produce un **efecto de convergencia de varios FR sobre una misma célula ganglionar**
- **En retina periférica cada célula ganglionar esta conectada a un nº elevado de FR, mientras que en la fovea la relación es de 1 a 1**





Células ganglionares de la retina

- En la fóvea hay alrededor de 35.000 células ganglionares por mm^2 y su densidad va disminuyendo hacia la periferia de la retina
- Los axones de las células ganglionares viajan por el nervio óptico hasta sinaptar en la corteza cerebral
- Todas las células del sistema visual tienen un campo receptor, que es el área del campo visual en el que el estímulo visual afecta la actividad de esa célula

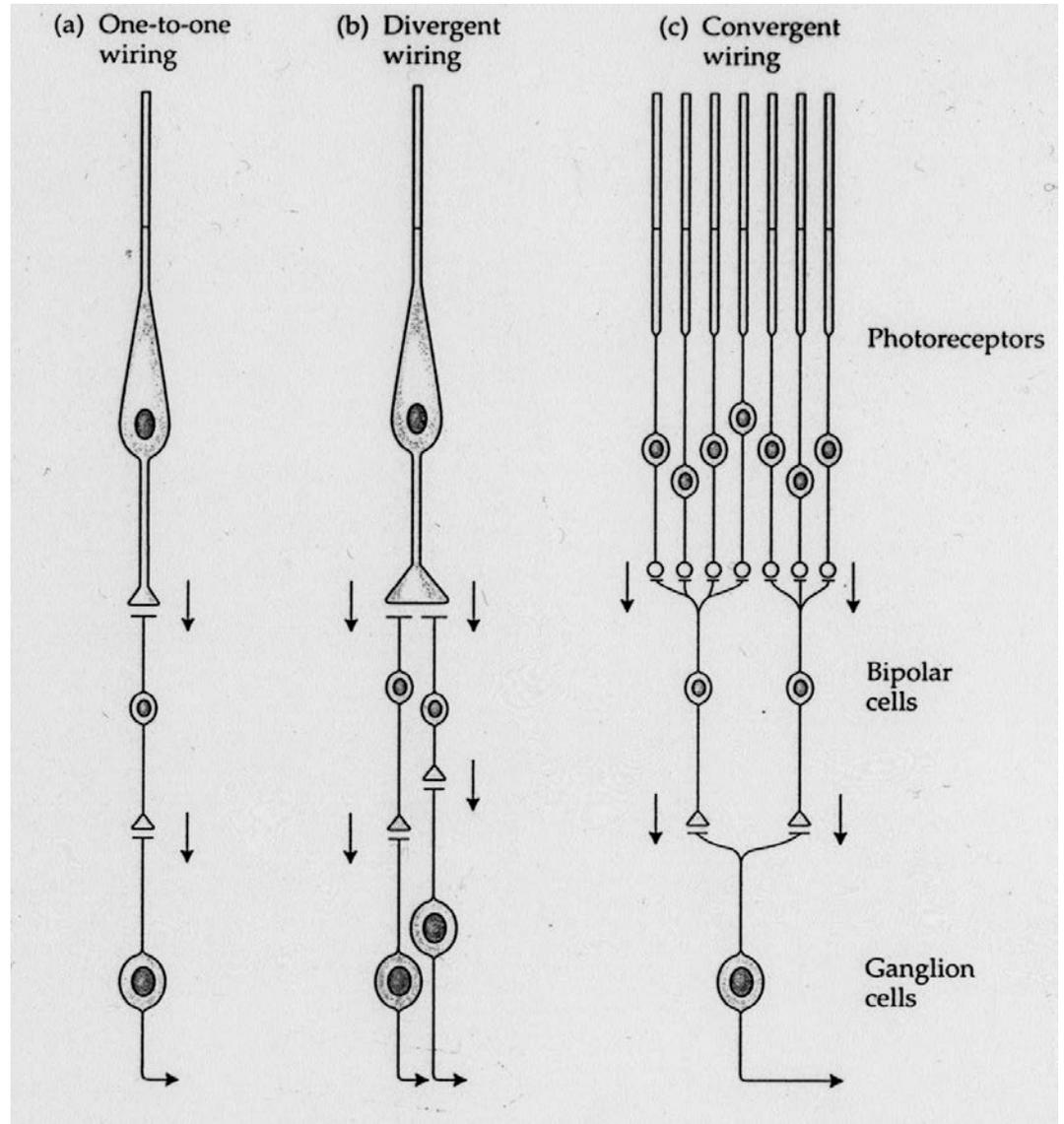
Células ganglionares de la retina

- Los **campos receptores** de las **células ganglionares** de la retina son **circulares**. La estimulación de su parte central produce el efecto contrario que la estimulación de su parte periférica
- Según este comportamiento se dividen en células **centro-ON** y **centro-OFF**
- La iluminación completa del campo receptor de las células centro ON y OFF producen cambios mínimos en la actividad de la célula debido a que se neutralizan los efectos del centro y la periferia
- Esta estructura de campo receptor recibe el nombre de **antagonismo centro-periferia**

Themes of retinal circuitry (RECEPTIVE FIELDS)

- ◆ Highest visual acuity and fidelity of signals carrying that message requires a private line (Midget system).
- ◆ SPLITTING (push-pull or on-off systems) Divergent wiring also Midget.
- ◆ Highest sensitivity (Greatest summation) Convergent wiring.

- ◆ Private Line
- ◆ Divergence
- ◆ Convergence

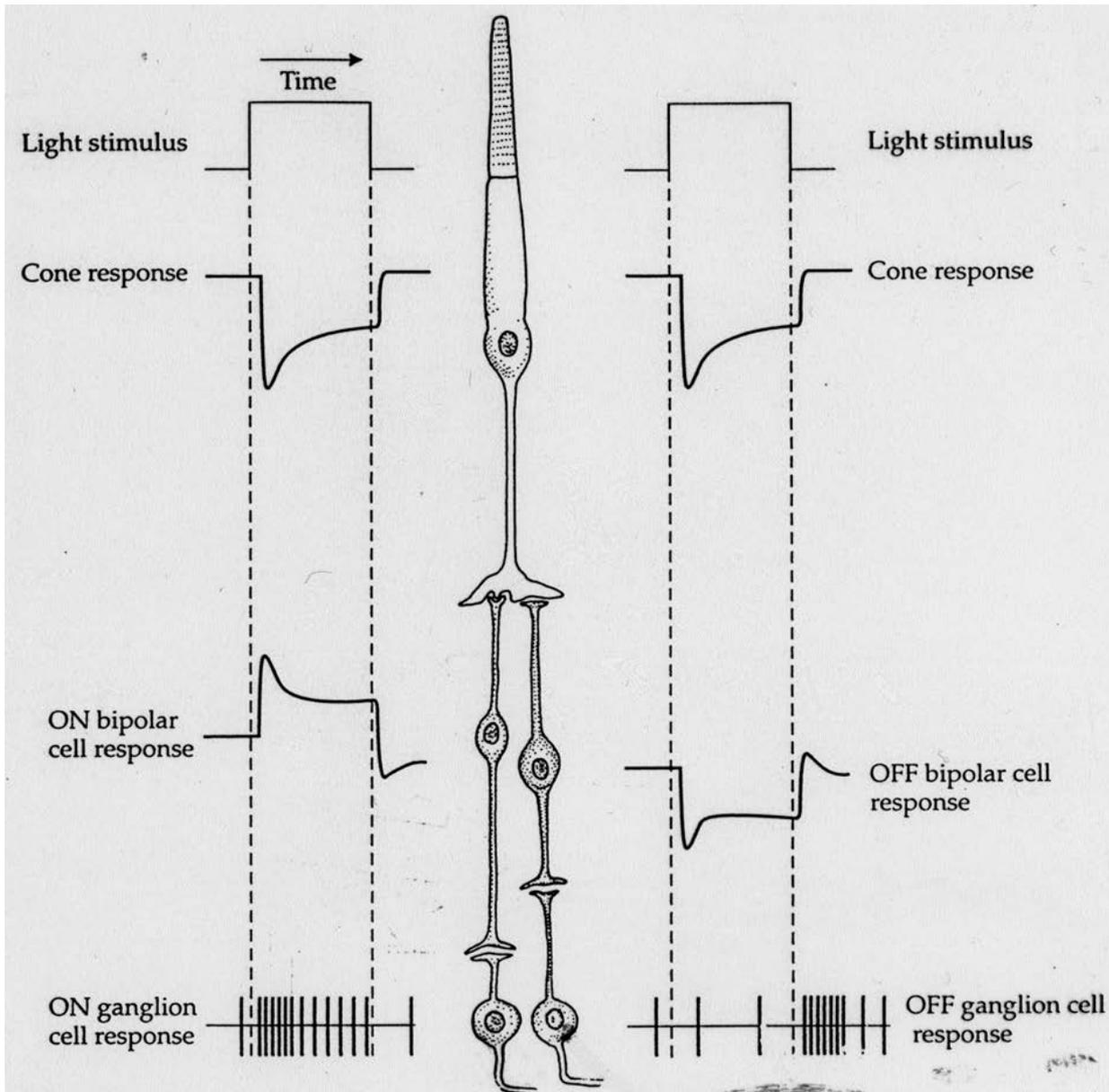


Themes of retinal circuitry

- ◆ Horizontal Cells and Amacrine cells provide lateral pathways in the retina.
- ◆ Feedback and feed forward synaptic interactions add flexibility and complexity
- ◆ Spatial filters (Lateral inhibition)
- ◆ Temporal filters (Directional selectivity)
- ◆ Network gain control (light/dark adaptation)

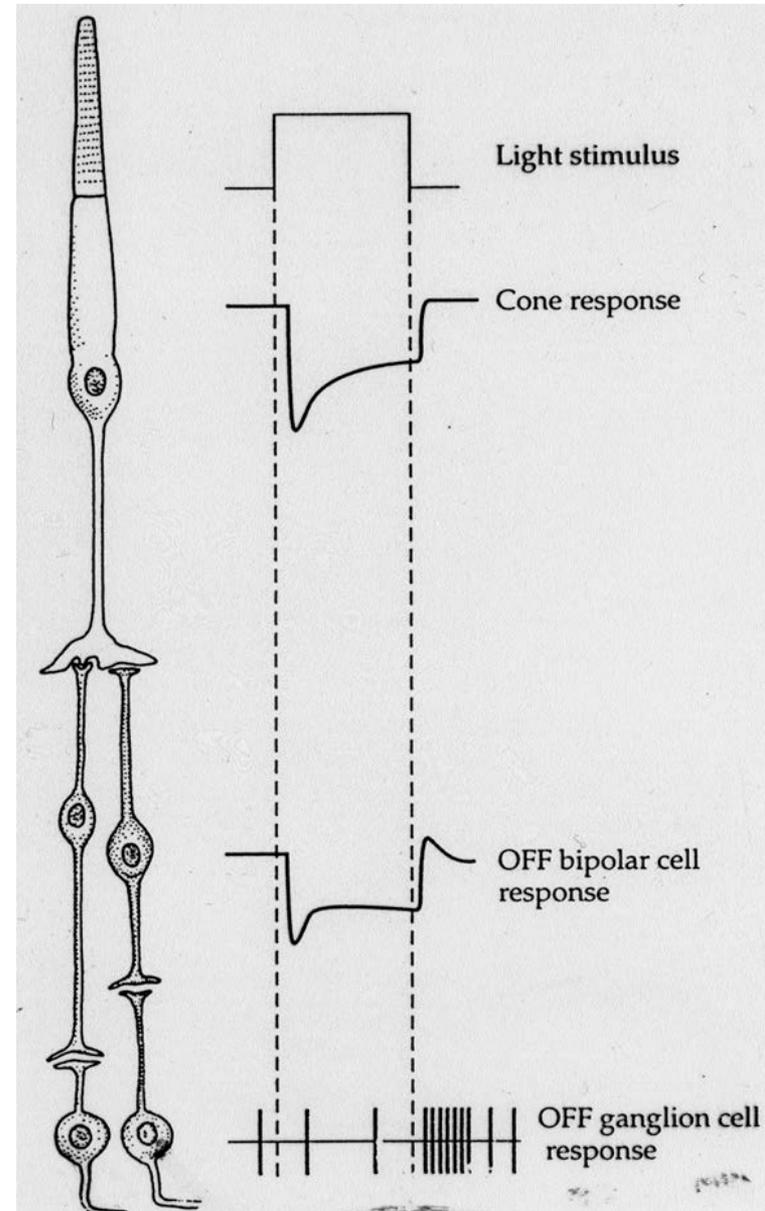
On and Off pathways

- ◆ Divergent wiring
- ◆ Same neurotransmitter different responses.(receptor biochemistry)
- ◆ On bipolar :sign inverting feeds onto ON ganglion cells (SPIKING INCREASES)
- ◆ Off bipolar :sign conserving feeds onto Off ganglion cells (SPIKING Diminishes)



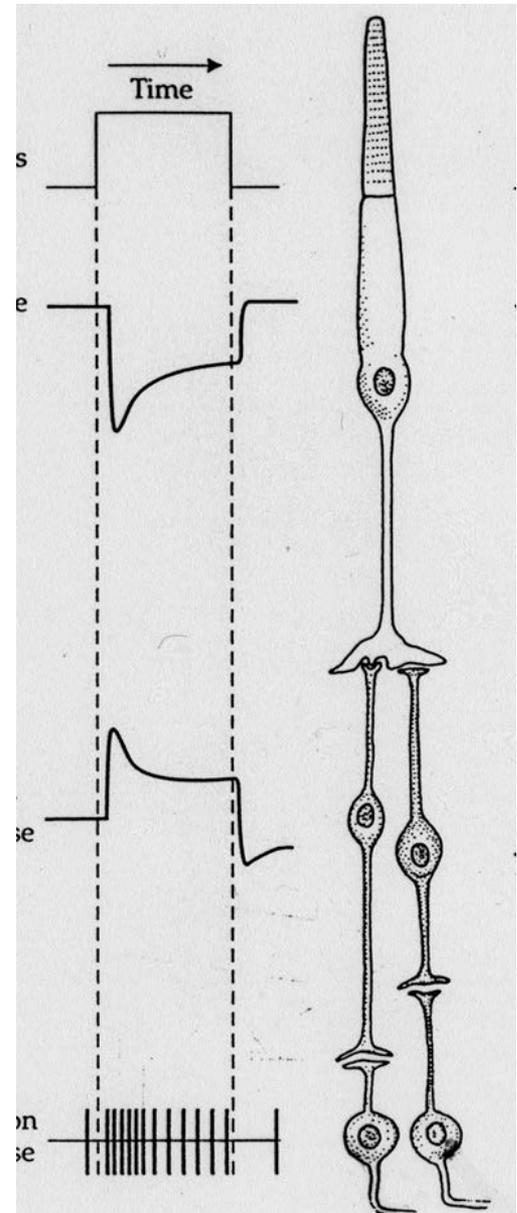
The Off pathway

- ◆ Light hyperpolarizes photoreceptors.
- ◆ Transmitter release goes down.
- ◆ Off bipolar cells hyperpolarize.
- ◆ Transmitter release goes down.
- ◆ Ganglion cells hyperpolarize.
- ◆ Spike frequency (rate) goes down.



The On pathway

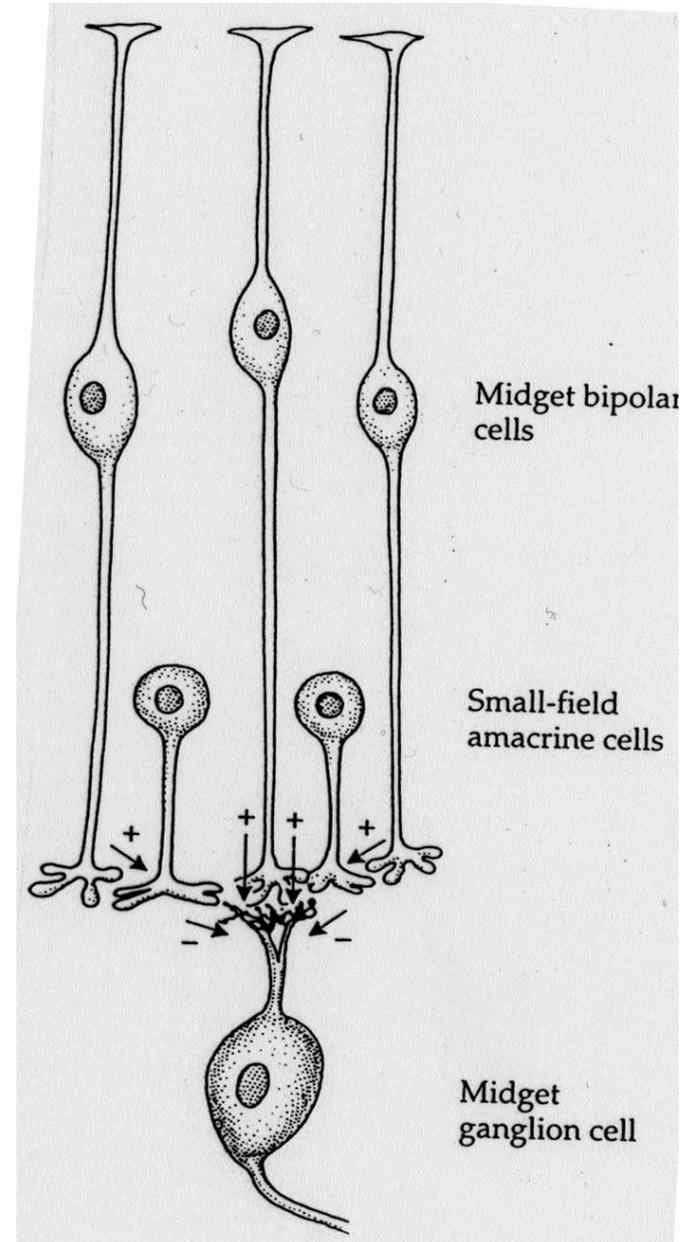
- ◆ Light hyperpolarizes photoreceptors.
- ◆ Transmitter release goes down.
- ◆ On bipolar cells depolarize.
- ◆ Transmitter release goes up.
- ◆ Ganglion cells depolarize.
- ◆ Spike frequency (rate) goes up.



Building Receptive Fields

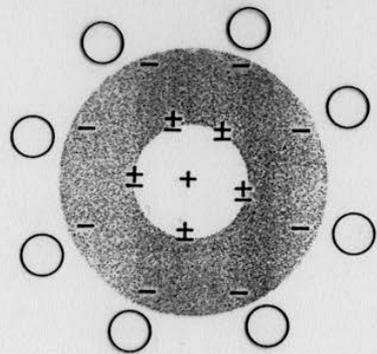
- ◆ Center and surround organizations
- ◆ On or Off responses (anatomical correlation with sublaminae of IPL)
- ◆ Transient and sustained physiology
- ◆ Color coding

- ◆ Center Surround receptive fields require lateral interactions.

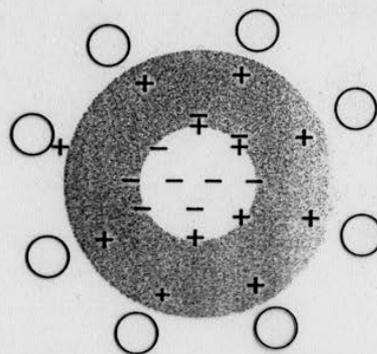


(a)

ON-center



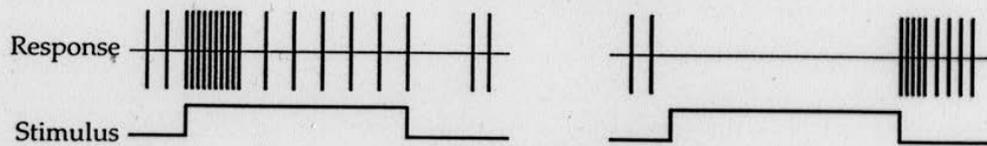
OFF-center



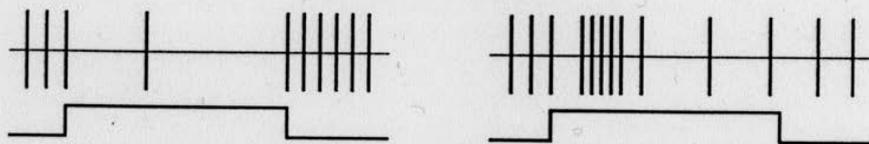
2°

(b)

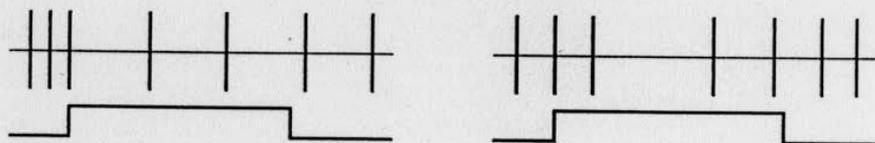
Center illuminated



Surround illuminated

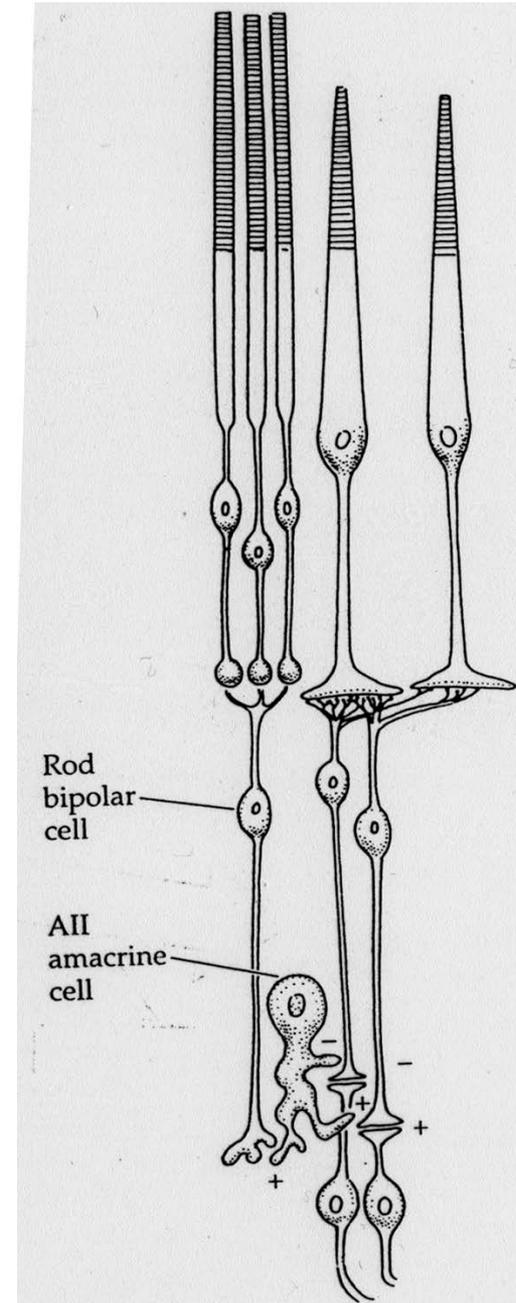


Center and surround illuminated

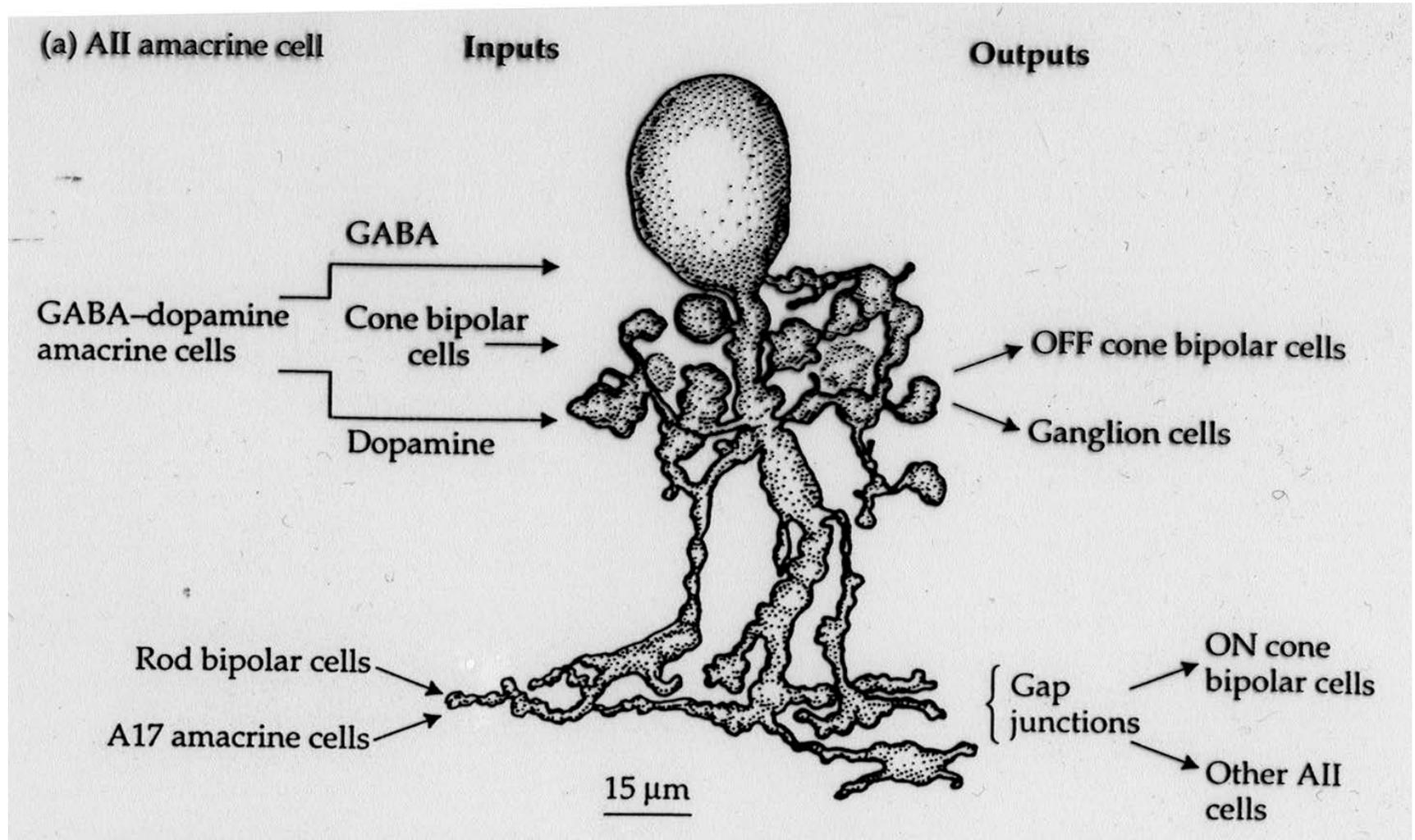


Rod Pathway

- ◆ No Direct Ganglion cell output.
- ◆ Rod bipolar to amacrine cell
- ◆ A combination of electric and chemical synapses
- ◆ Output through cone G-cells



A_{II} amacrine cell

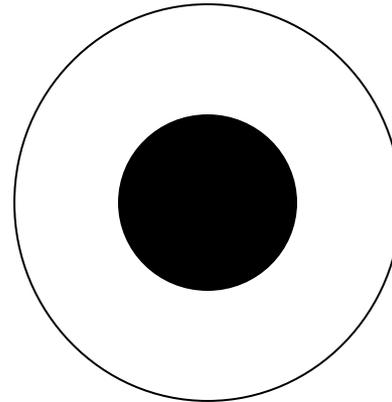
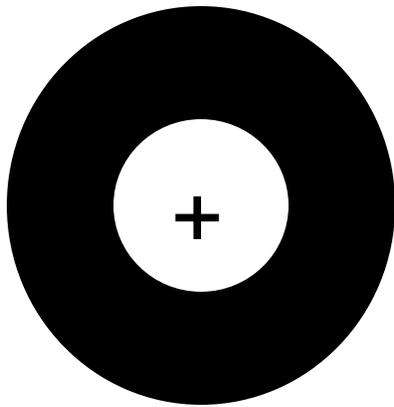


How do spikes encode information?

- ◆ Spatial information (by anatomical mapping to topographic cortex)
- ◆ Temporal codes
- ◆ Functional mapping (color signals to color cortex, motion signals to motion cortex etc.)
- ◆ Cross correlation between neighboring cells or groups of cells (new horizons).

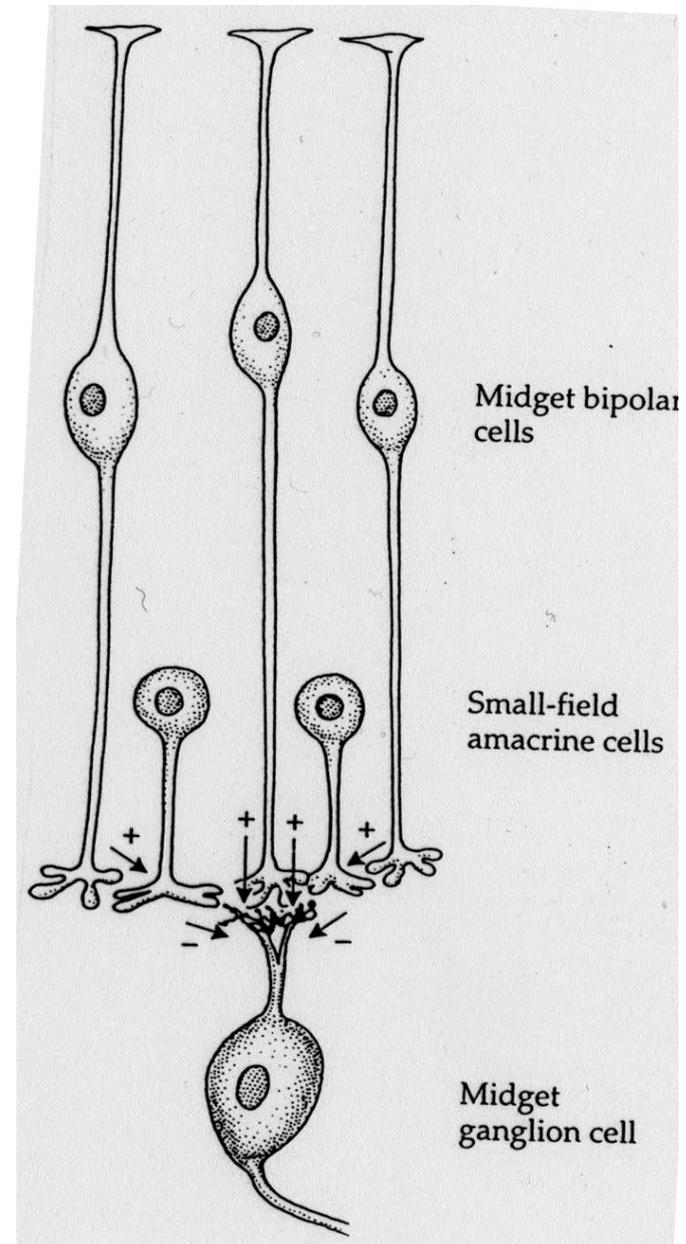
Ganglion cell Receptive Fields

- ◆ Center from on (+) bipolar
 - ◆ Surround from off (-) bipolars



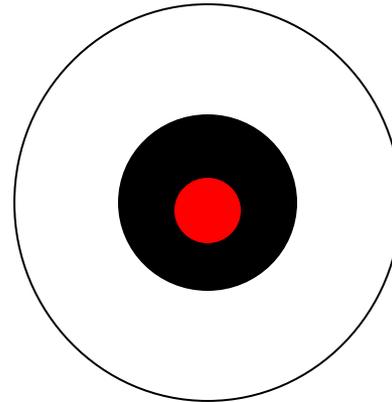
Antagonistic Center Vs. Surround

- ◆ Center Surround receptive fields require lateral interactions.



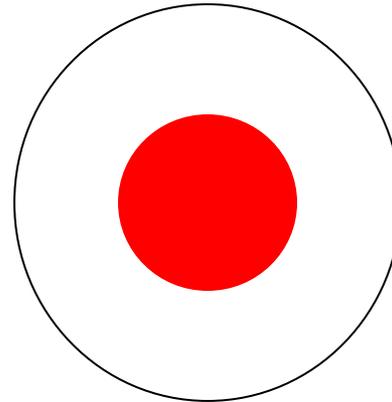
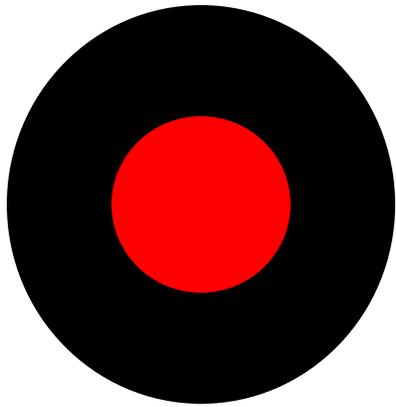
Ganglion cell Receptive Fields

- ◆ What if the small spot of light illuminates the center of the cells' receptive field ?



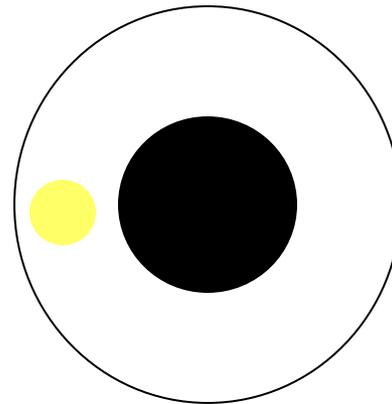
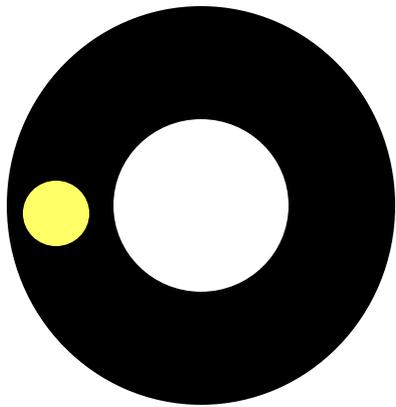
Ganglion cell Receptive Fields

- ◆ What if a large spot of light illuminates the center of the cells' receptive field ?



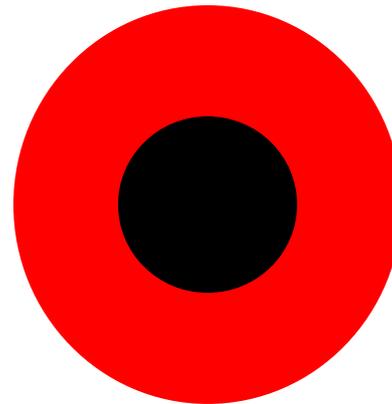
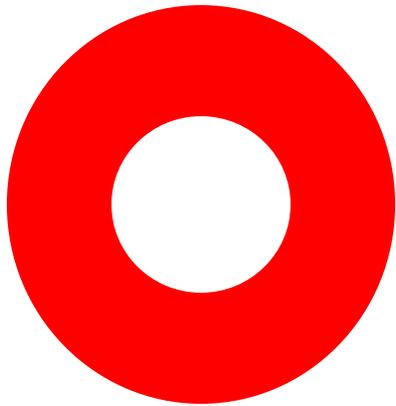
Ganglion cell Receptive Fields

- ◆ What if the spot of light hits the surround?



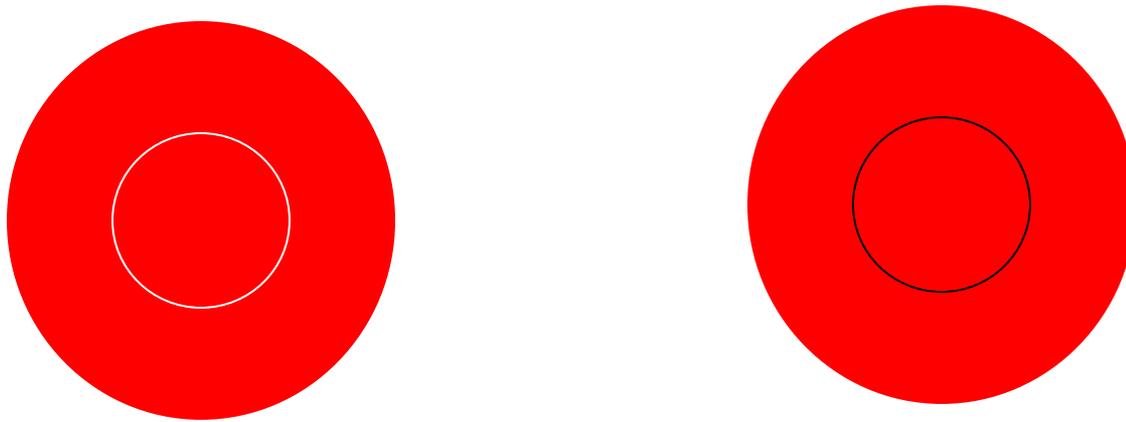
Ganglion cell Receptive Fields

- ◆ What if the surround is optimally stimulated?



Ganglion cell Receptive Fields

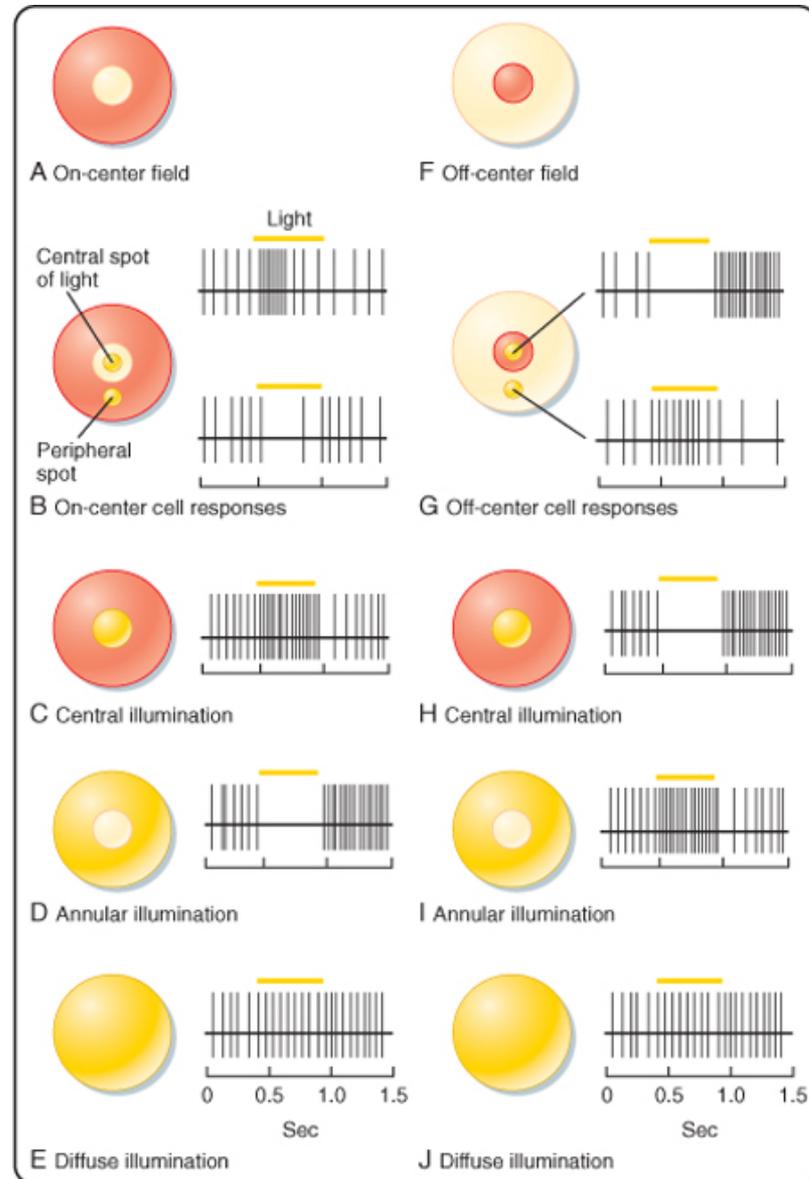
- ◆ What uniform illumination?



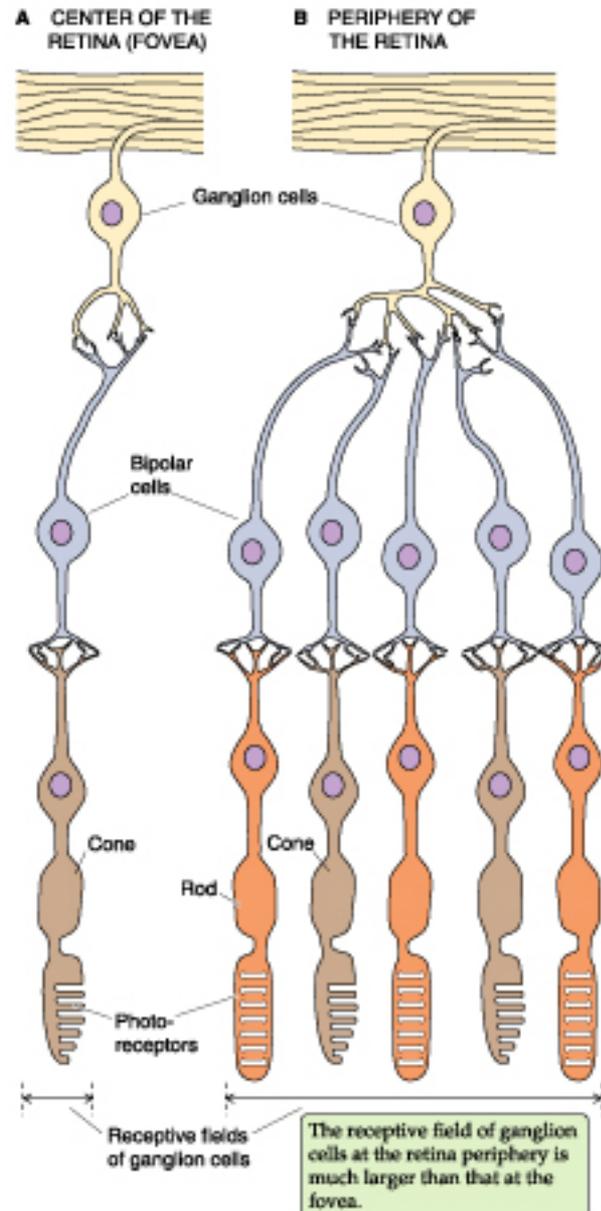
THE VISUAL SYSTEM CARES ABOUT CHANGE, CONTRAST, Not about uniform retinal illumination.

Ganglion cell Receptive Fields

Summary of ganglion cell receptive fields, showing the spike trains generated by the stimulus.

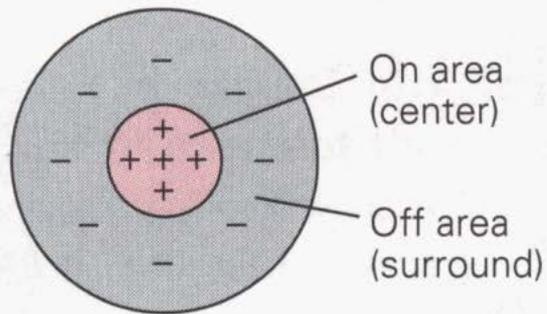


RECEPTIVE FIELDS FOR GANGLION CELLS

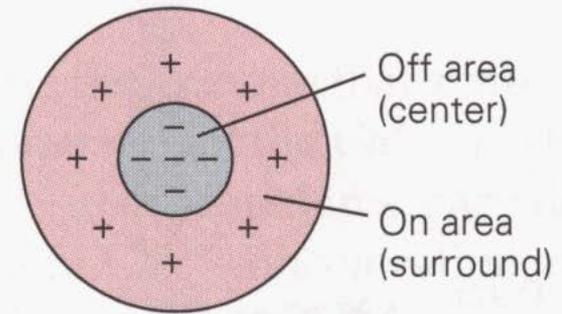


Receptive fields for on-center and off-center ganglion cells

A On-center ganglion cells

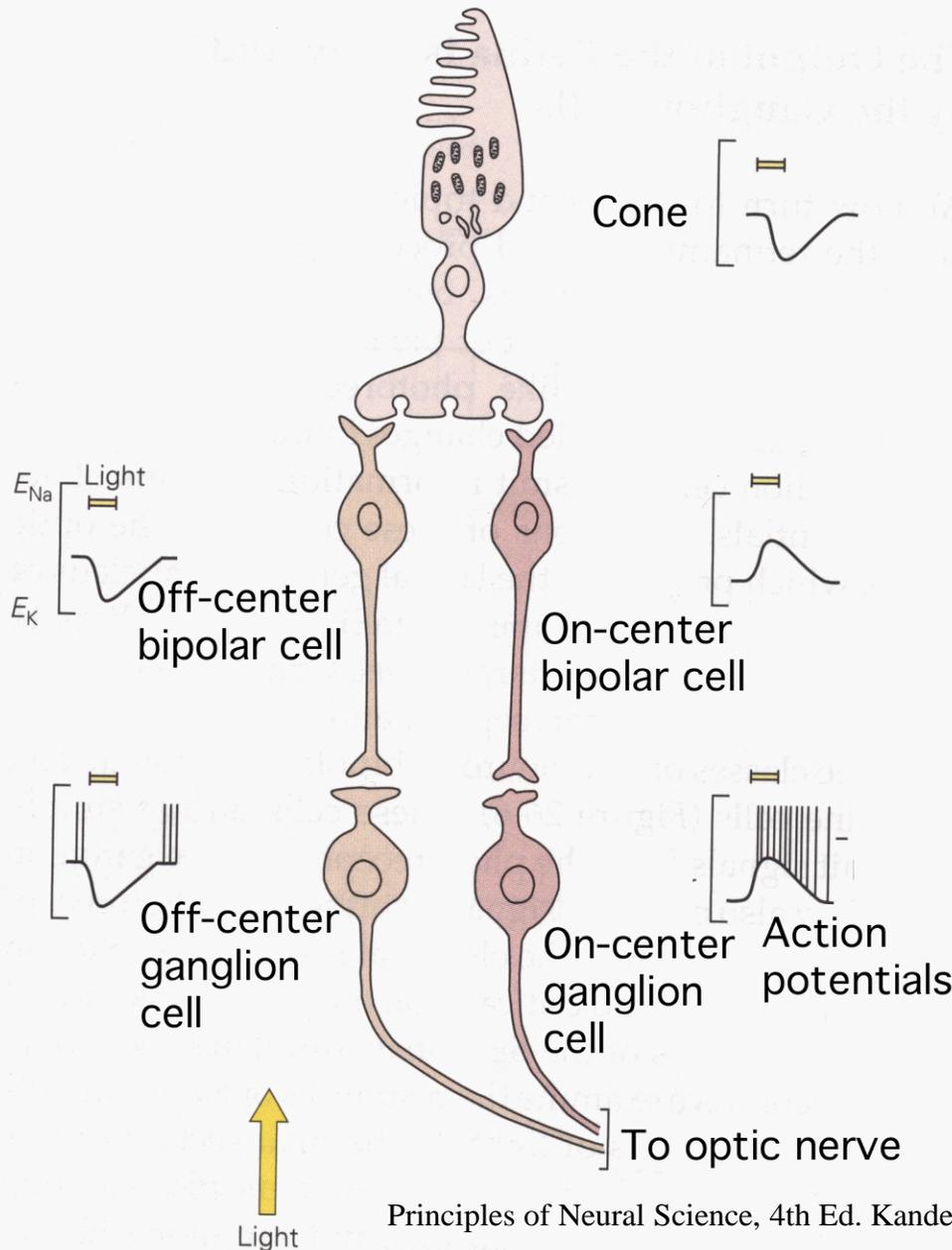


B Off-center ganglion cells



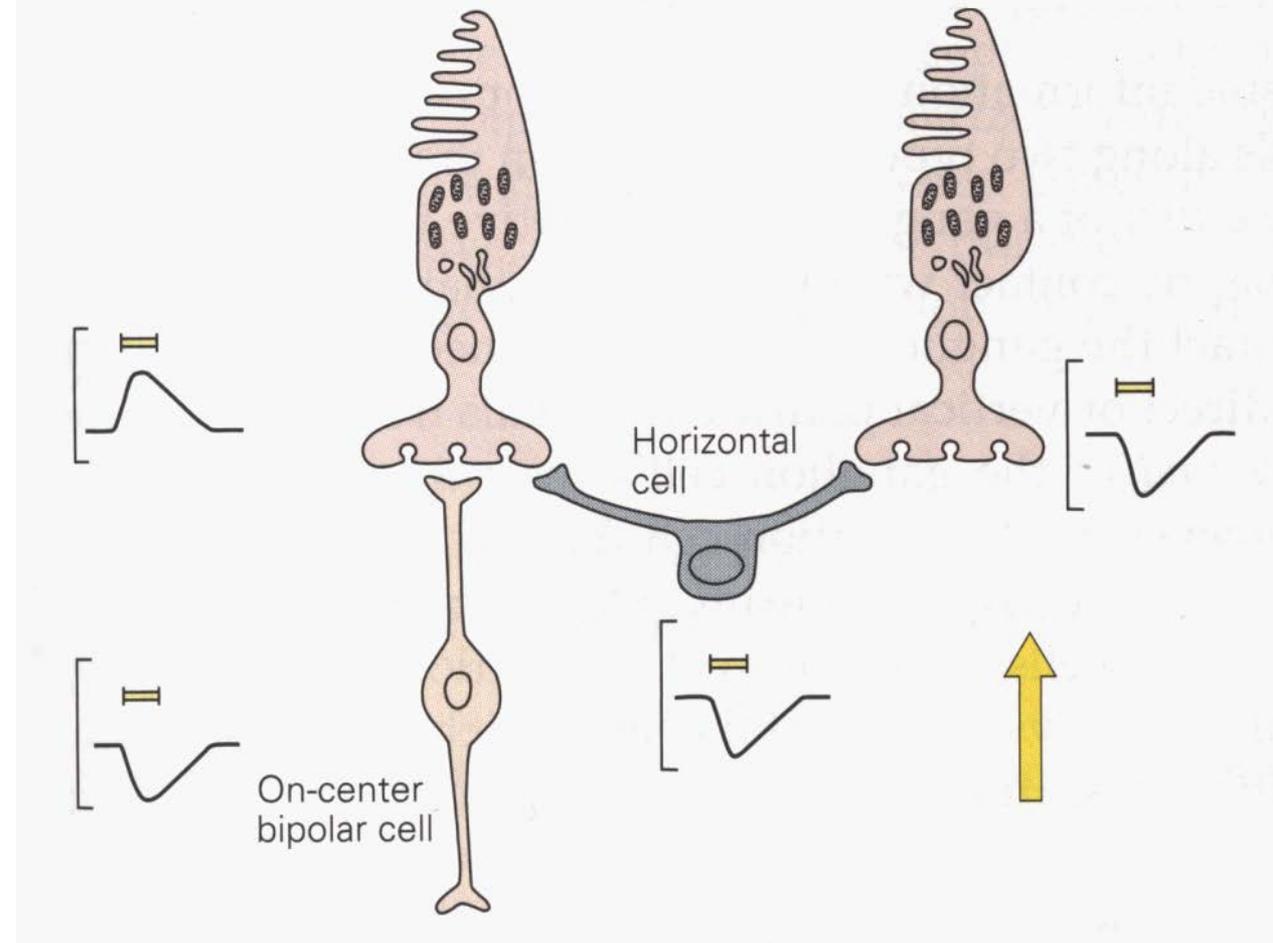
- Ganglion cells receptive field is that area of the retina that the ganglion cell monitors
- On-center ganglion cells are excited when stimulated by light in the center and inhibited when stimulated by light in the surround
- Off-center ganglion cells are inhibited when stimulated by light in the center and excited when stimulated by light in the surround

On-center and Off-center signaling from photoreceptor cell



- Glutamate is the neurotransmitter of cone cells
- Glutamate is released during dark
- Light reduces glutamate release
- Glutamate hyperpolarizes (inhibits) on-center bipolar cells during dark period
- On-center bipolar cells depolarize in response to light
- Glutamate depolarizes (excites) off-center bipolar cells during dark period
- Off-center bipolar cells hyperpolarize in response to light

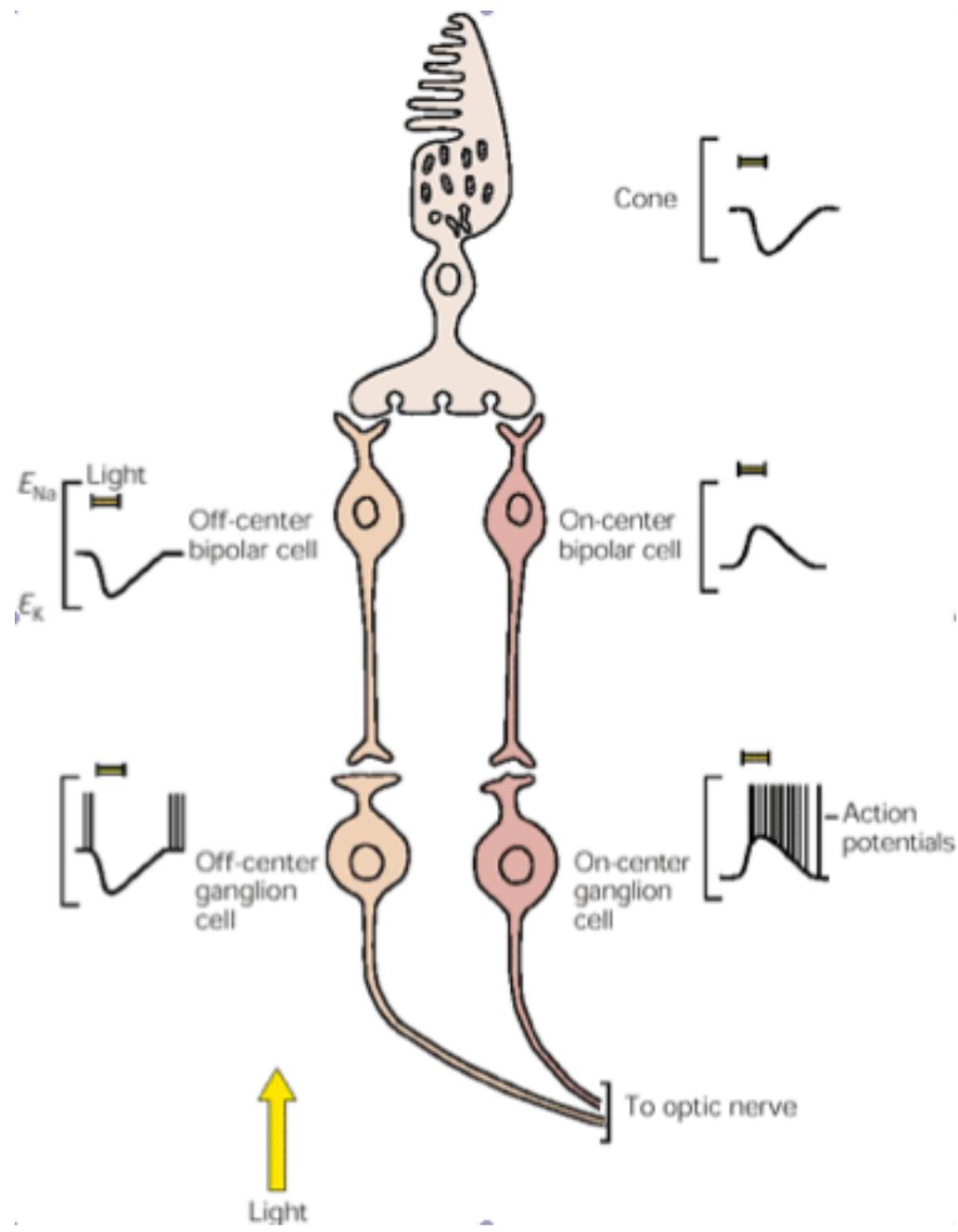
Horizontal cell mediate lateral modulation of signal



- Glutamate from cone stimulates horizontal cells to release inhibitory neurotransmitter during dark
- Light decreases glutamate release from cone leading to hyperpolarization of horizontal cell. Inhibitory influence on adjacent cone cells is abolished, allowing it to depolarize

Células ganglionares de la retina

- El tamaño del campo receptor de las células ganglionares es variable
- Las que se localizan en la fovea tienen un campo receptor más pequeño que las que se localizan en la periferia
- Cuanto más pequeño es el campo receptor, mayor es la frecuencia espacial de contraste que puede discriminar la célula
- Por ello la AV es mayor en la fovea que en la periferia de la retina

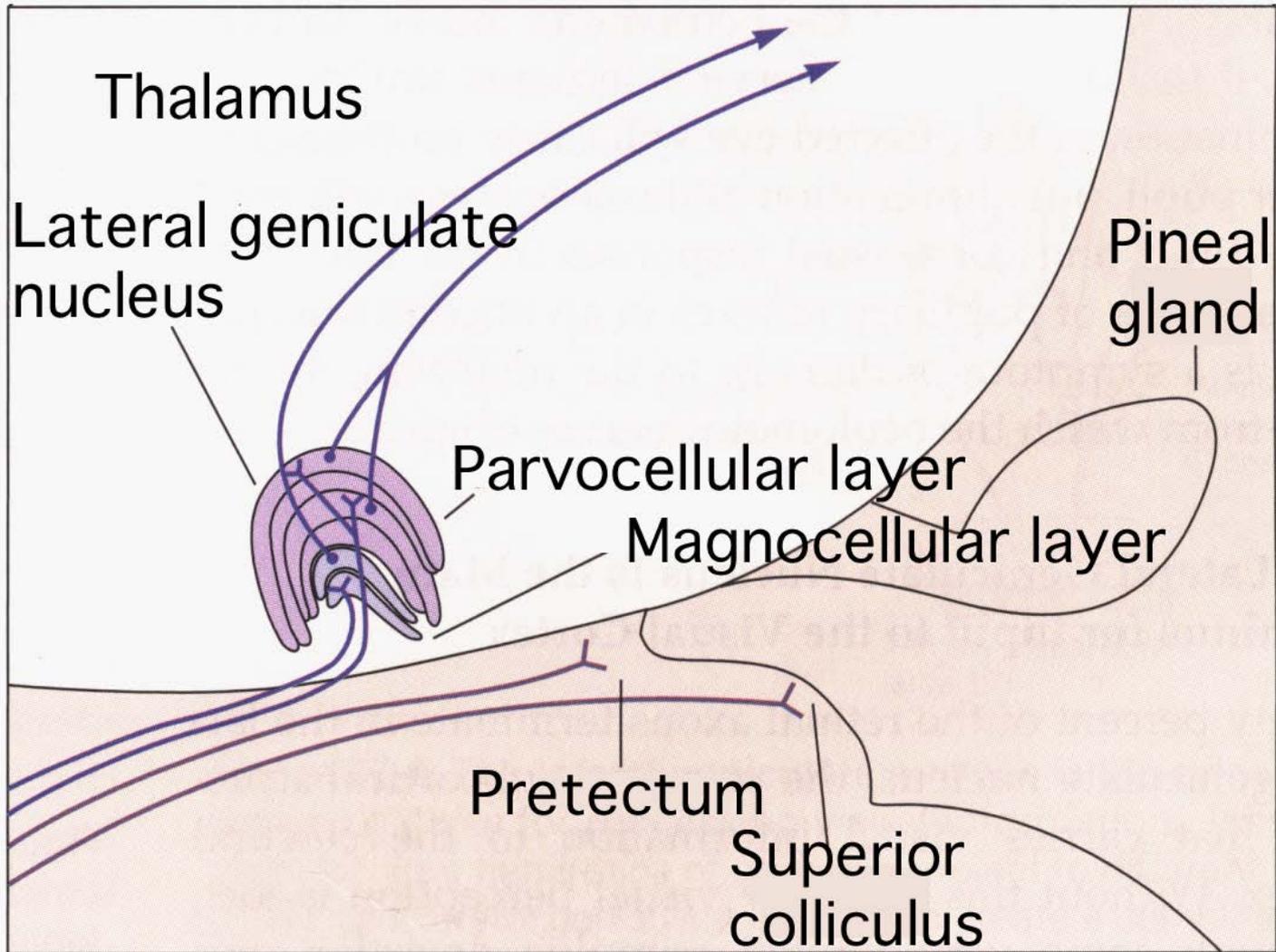


Vía Geniculo-Cortical

- Los axones de las células ganglionares de la retina llegan al **cuerpo geniculado lateral** (CGL)(localizado en el **tálamo**)
- De allí las células, envían sus axones a la corteza occipital (corteza estriada, área 17). Vía genículo-cortical
- **CGL**, estructura donde las células se agrupan en capas o láminas. Las capas más anteriores 1 y 2 contienen células de soma más grande o **magnocelulares**. Las capas posteriores 3, 4, 5 y 6 contienen células de menor tamaño y se llaman **parvocelulares**
- **Koniocelular**
- Los **campos receptores de las células del CGL** tienen propiedades **similares** a las de las **células ganglionares de la retina**. Campos circulares con antagonismo centro-periferia ON-OFF

Sistema parvo y magnocelular

- El sistema magnocelular (capas 1-2) está relacionado con la visión en profundidad y el movimiento de los objetos. Se inicia en las células ganglionares P-alfa
- El sistema parvocelular (capas 3-6) está relacionado con la percepción de la forma y el color de los objetos. Se inicia en las células ganglionares P-beta
- El sistema koniocelular se sitúa entre las diferentes capas del magno y el parvo.



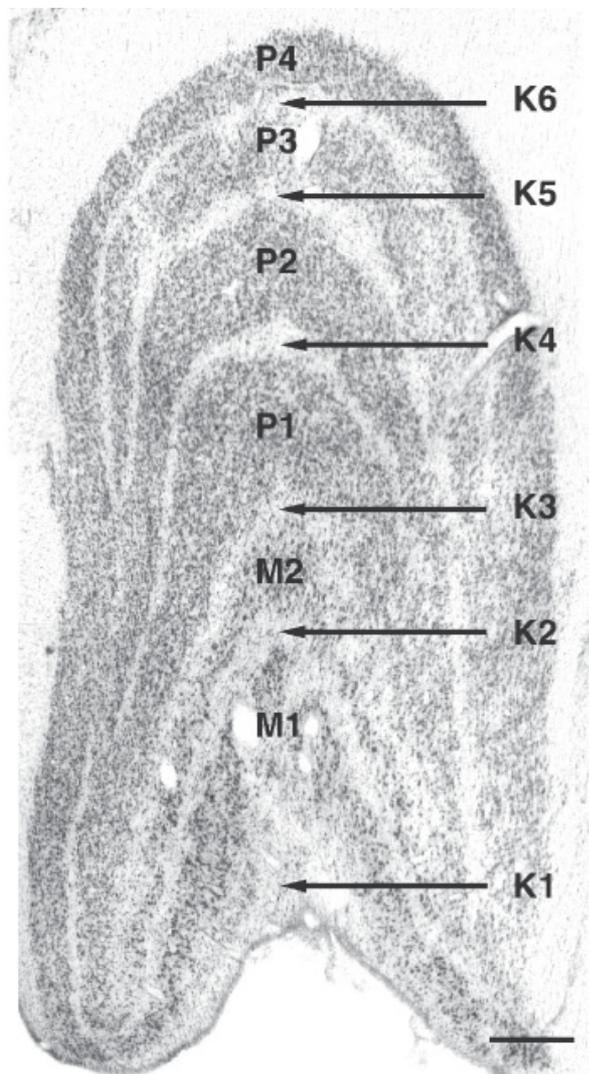


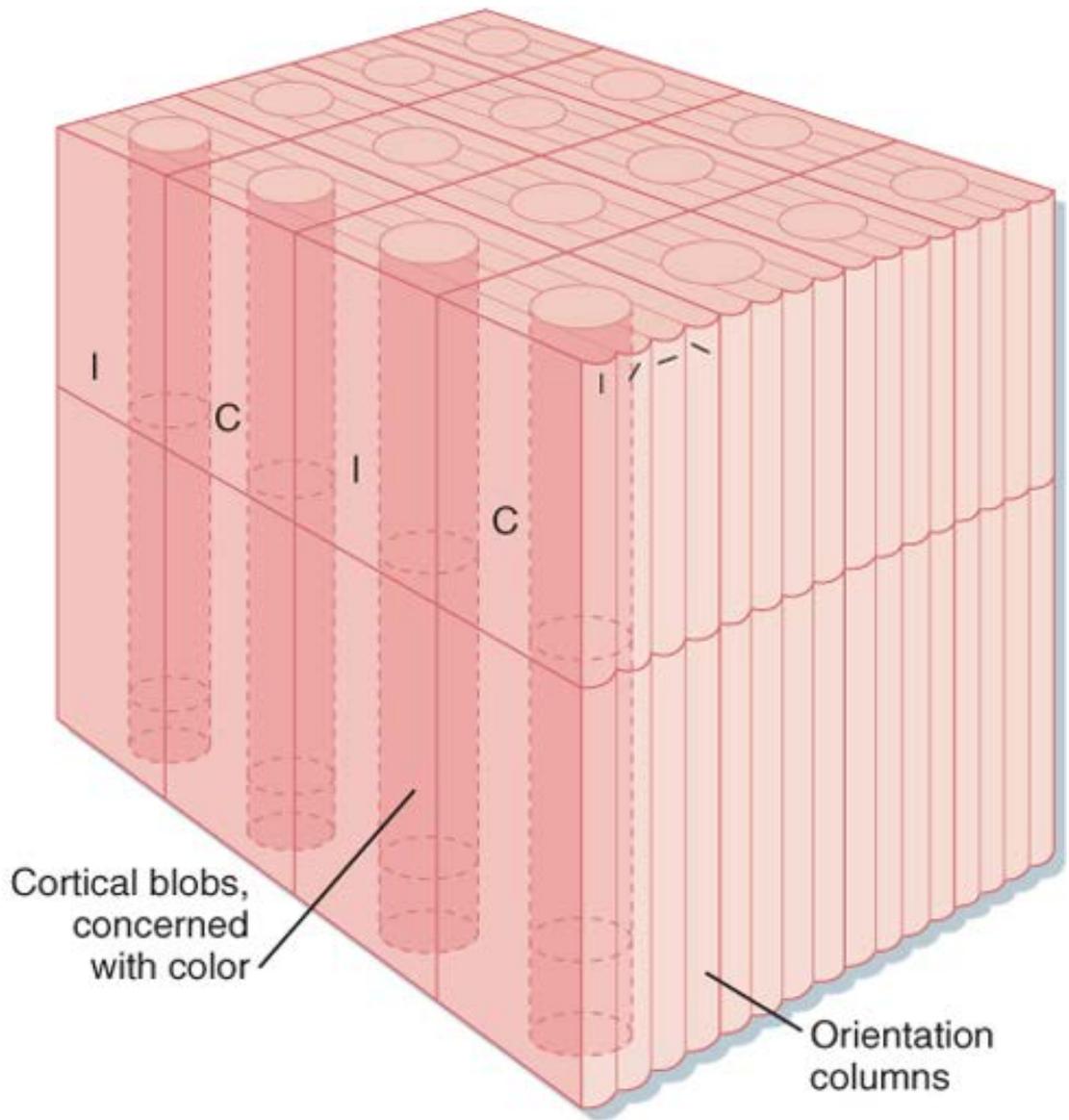
Figure 29.3 A coronal Nissl (cell) stained section through the LGN of a macaque monkey showing the parvocellular (P), magnocellular (M), and koniocellular (K) layers. At this cross-sectional level of the nucleus there are four P layers, two M layers, and six K layers. Scale bar = 500 μm .

Corteza visual

- Los axones de las células del CGL llegan a la corteza estriada o V1 que está subdividida en capas de la I a la VI desde la superficie a la sustancia blanca
- Las fibras del CGLE establecen sinapsis principalmente con células de la capa IV, que a su vez emiten axones hacia capas superiores e inferiores
- La información fluye a través de la corteza verticalmente conformando lo que se conoce como **organización funcional columnar cortical**



A



B

Corteza visual

Características

- Los **campos receptores de las células corticales** tienen **diferencias** importantes con los de las células ganglionares y las del CGL:
- Los campos corticales son **rectangulares**, de tamaños variables pero siempre menores en el centro que en la periferia del campo visual
- Desde punto vista funcional hay 3 tipos de células: simples, complejas e hipercomplejas

Tipos celulares corteza visual

- **Células simples:** dentro de su campo receptor tienen áreas ON y OFF separadas
- **Células complejas:** dentro de su campo receptor tienen áreas ON y OFF mezcladas
- **Células hipercomplejas:** presentan respuestas más elaboradas que las anteriores

Tipos celulares corteza visual

- El estímulo óptimo para las células corticales son las barras luminosas rectangulares
- La orientación y la dirección del movimiento de estos estímulos es crítica para producir respuestas celulares
- Las células que son sensibles a una misma orientación se agrupan en columnas en la corteza, conformando estructuras funcionales llamadas **columnas de orientación**
- Hay células binoculares, es decir responden a la estimulación de los dos ojos

Tipos celulares corteza visual

- Hay **células binoculares**, es decir **responden** a la **estimulación de los dos ojos**
- Hay diferentes grados de dominancia ocular en función del efecto que la estimulación de cada ojo tiene sobre la respuesta celular. Desde las **células** puramente **monoculares** hasta las puramente binoculares, en las que la estimulación de un ojo produce el mismo efecto que la del otro ojo
- Las células corticales se agrupan en función de su sensibilidad a la orientación y también en función de la dominancia ocular

Corteza extraestriada

- Las células de la corteza visual primaria proyectan radiaciones hacia otras áreas corticales denominadas áreas visuales extra-estriadas
- Áreas de organización muy compleja
- En todas estas áreas está representado parte o todo el hemicampo visual contralateral de ambos ojos

Campos receptores corticales

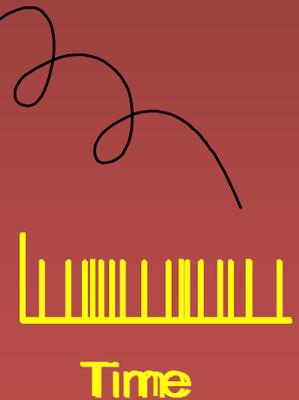
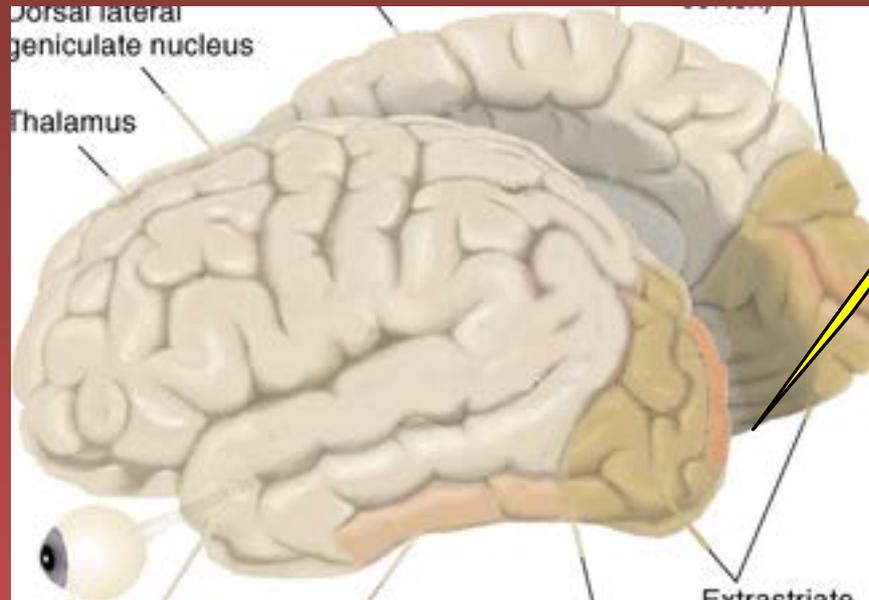
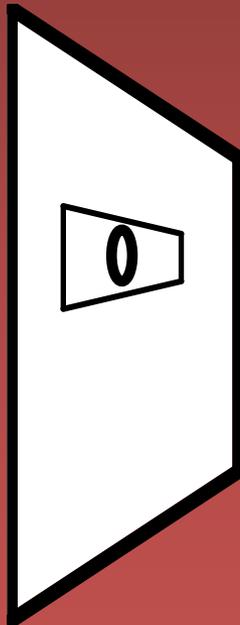
Single-cell recording from visual cortex



David Hubel & Thorsten Wiesel

Cortical Receptive Fields

Single-cell recording from visual cortex



Campos receptores corticales

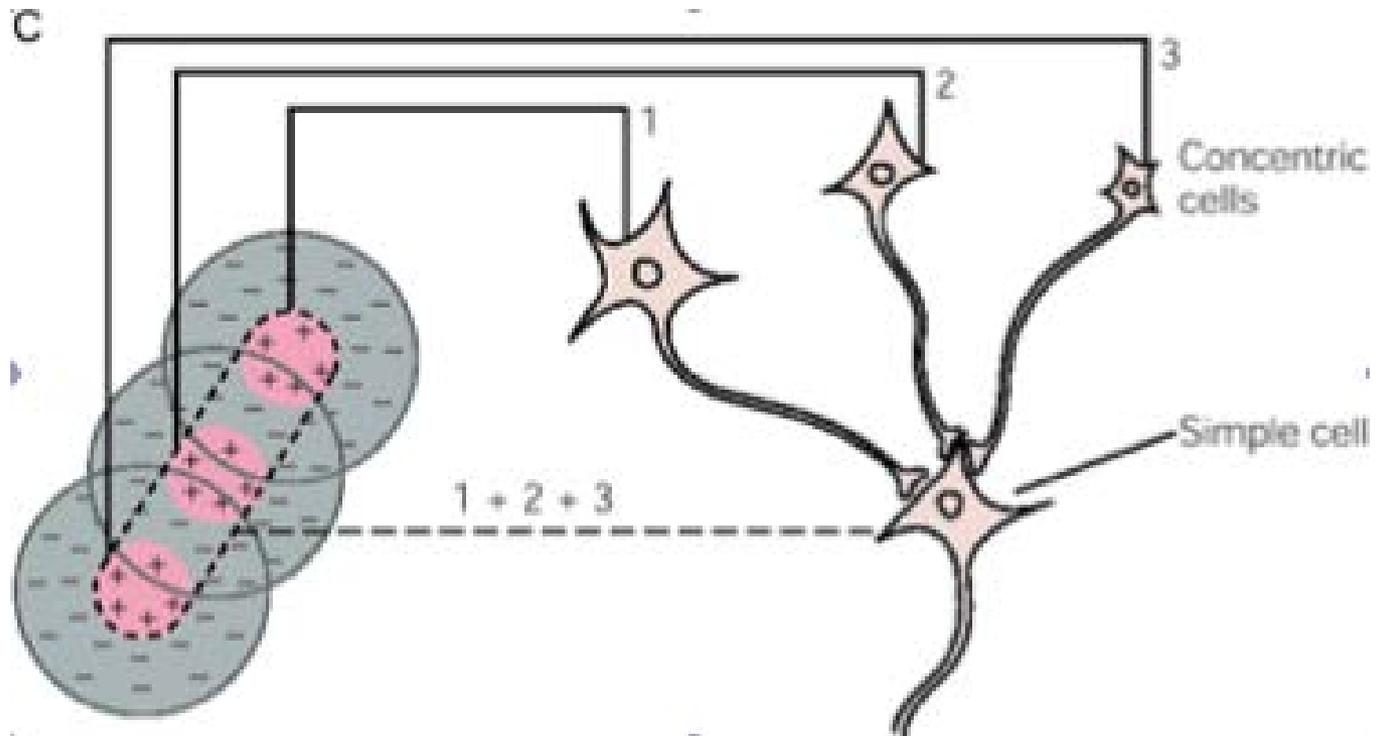
Tres clases de células en V1

Simplex

Complejas

Hipercomplejas

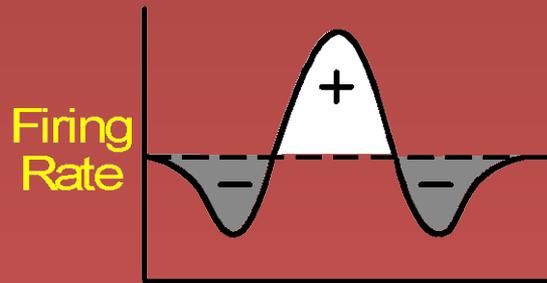
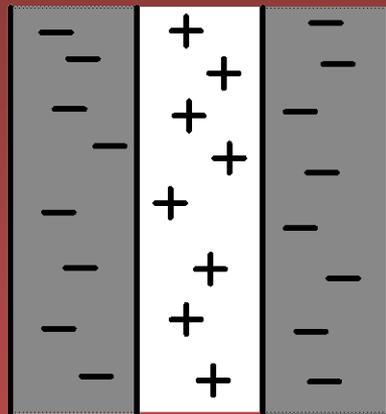
Campo receptor de una célula simple de V1



Cortical Receptive Fields

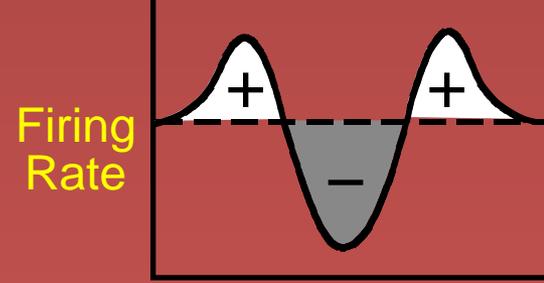
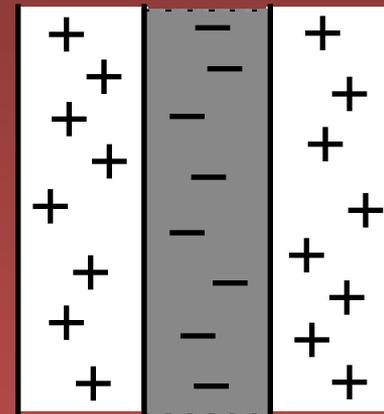
Simple Cells: "Line Detectors"

A. Light Line Detector



Horizontal Position

B. Dark Line Detector

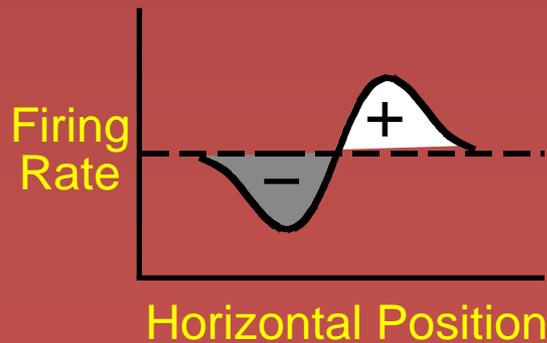
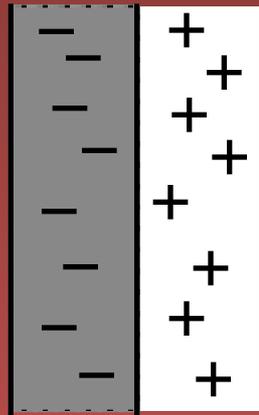


Horizontal Position

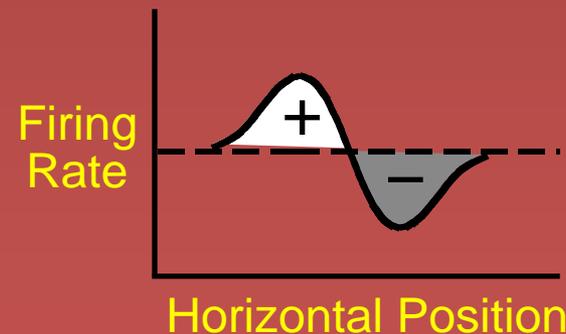
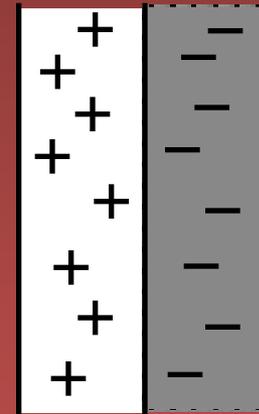
Cortical Receptive Fields

Simple Cells: "Edge Detectors"

C. Dark-to-light Edge Detector

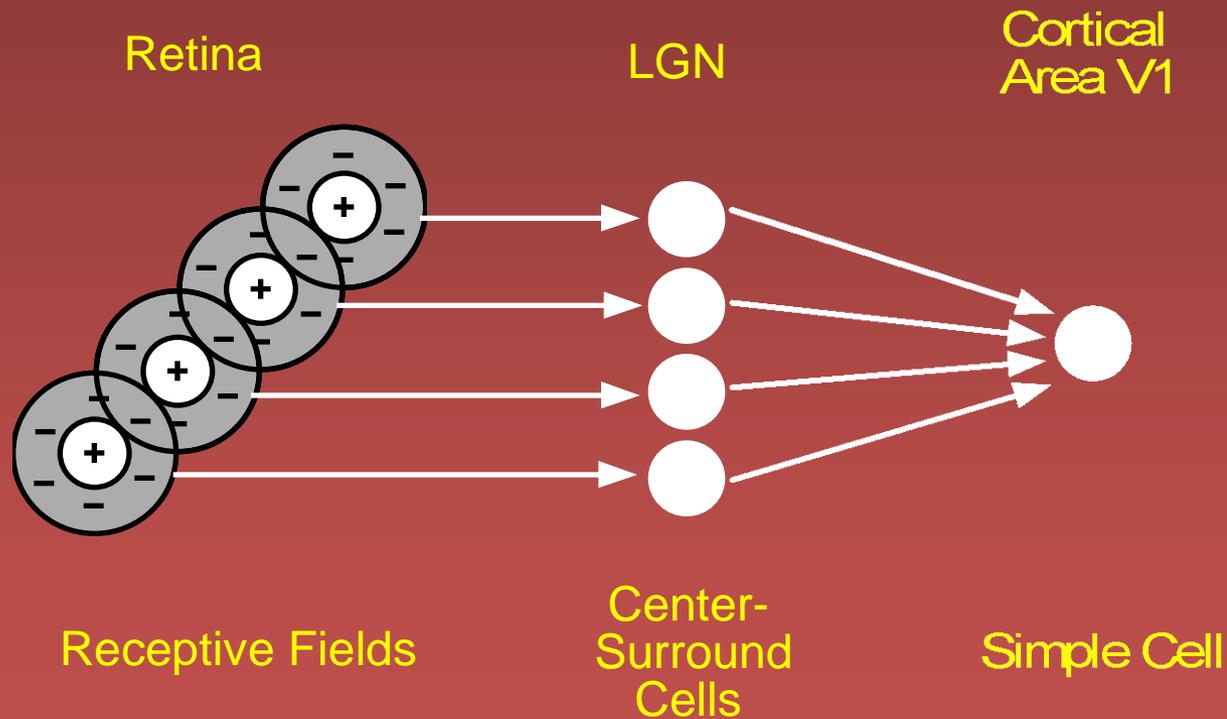


D. Light-to-dark Edge Detector



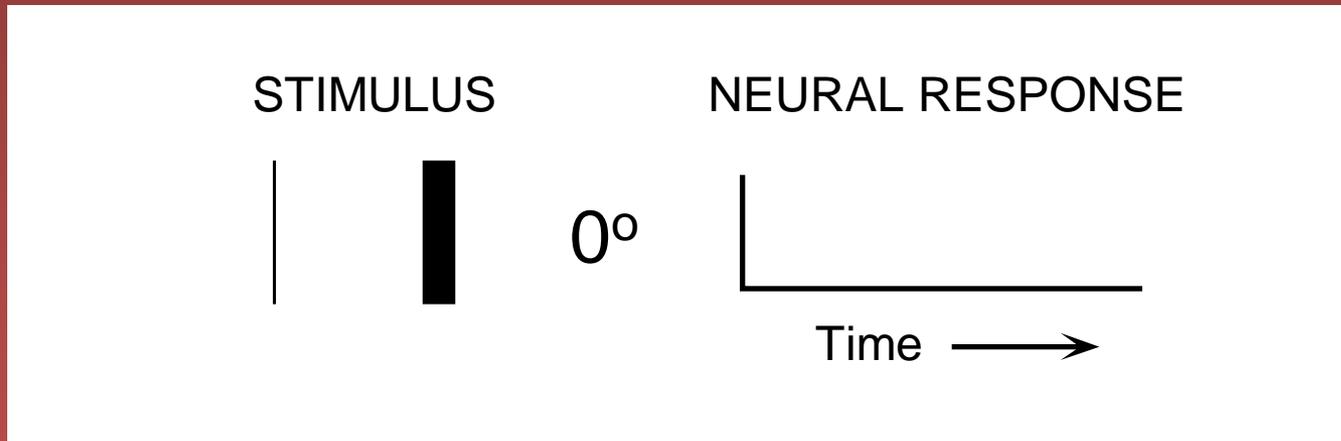
Cortical Receptive Fields

Constructing a line detector



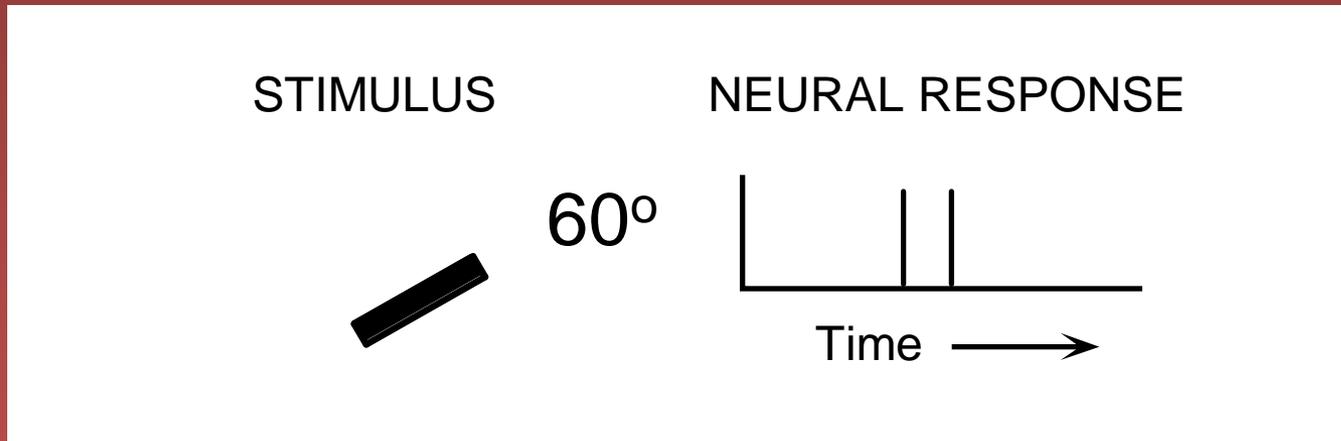
Cortical Receptive Fields

Complex Cells



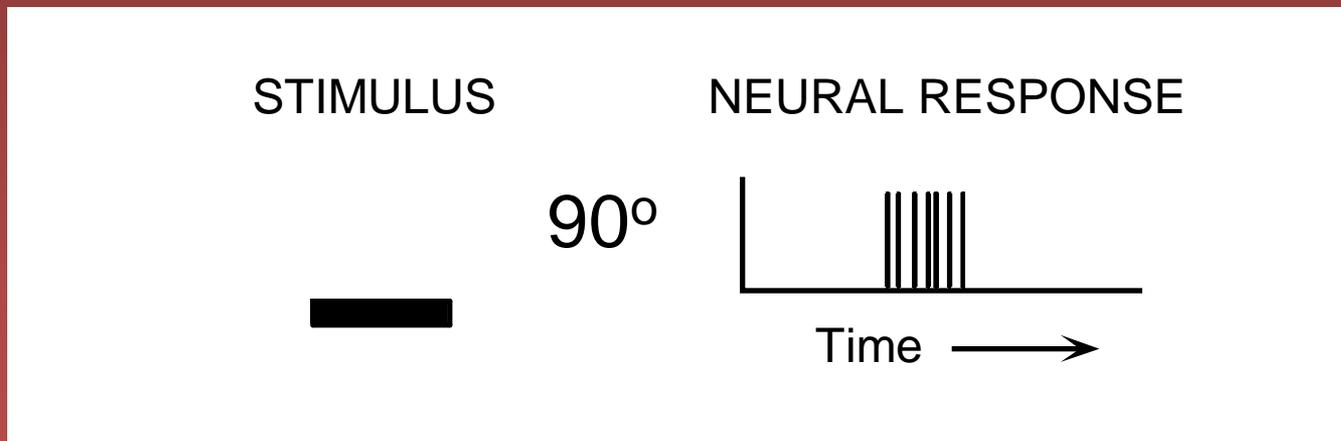
Cortical Receptive Fields

Complex Cells



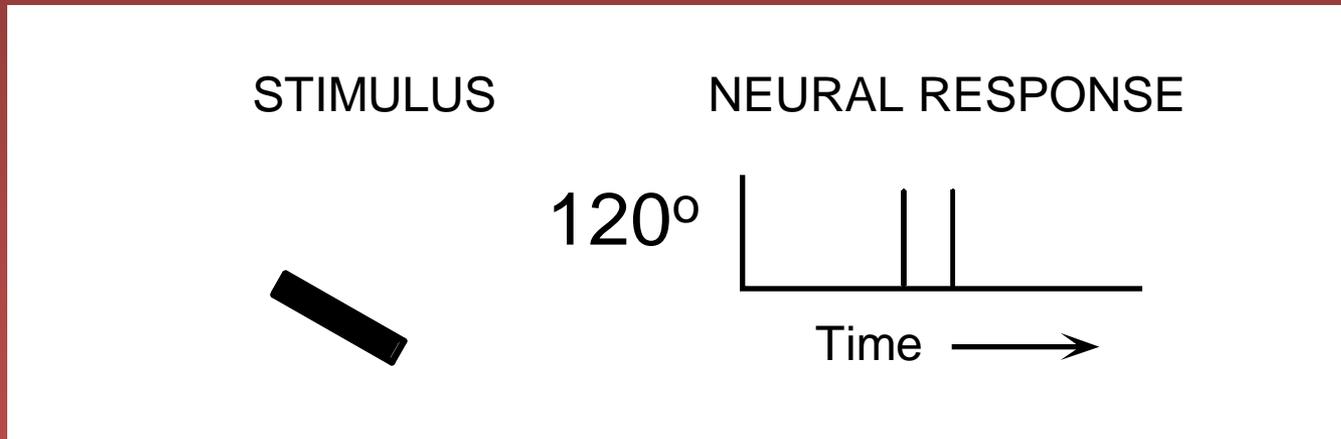
Cortical Receptive Fields

Complex Cells



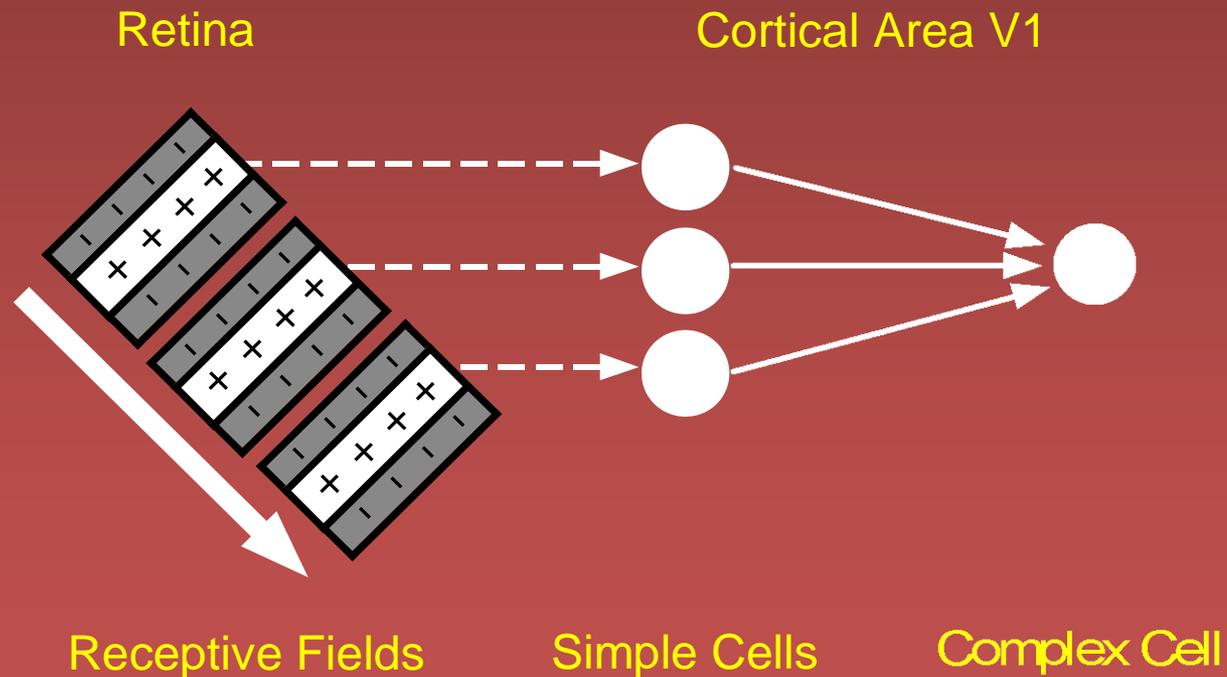
Cortical Receptive Fields

Complex Cells



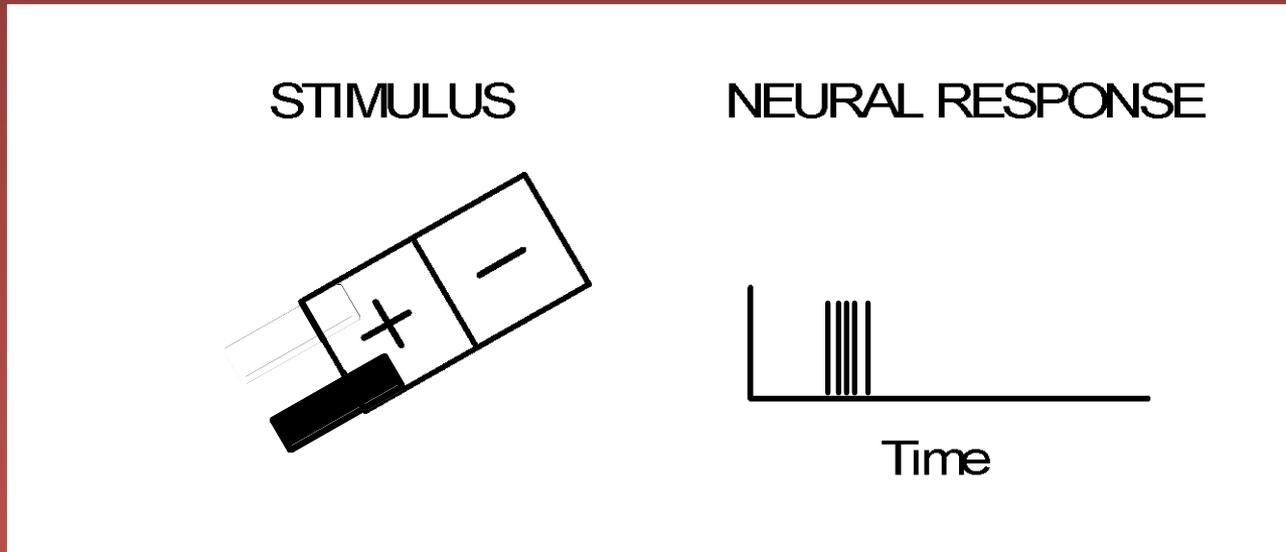
Cortical Receptive Fields

Constructing a Complex Cell



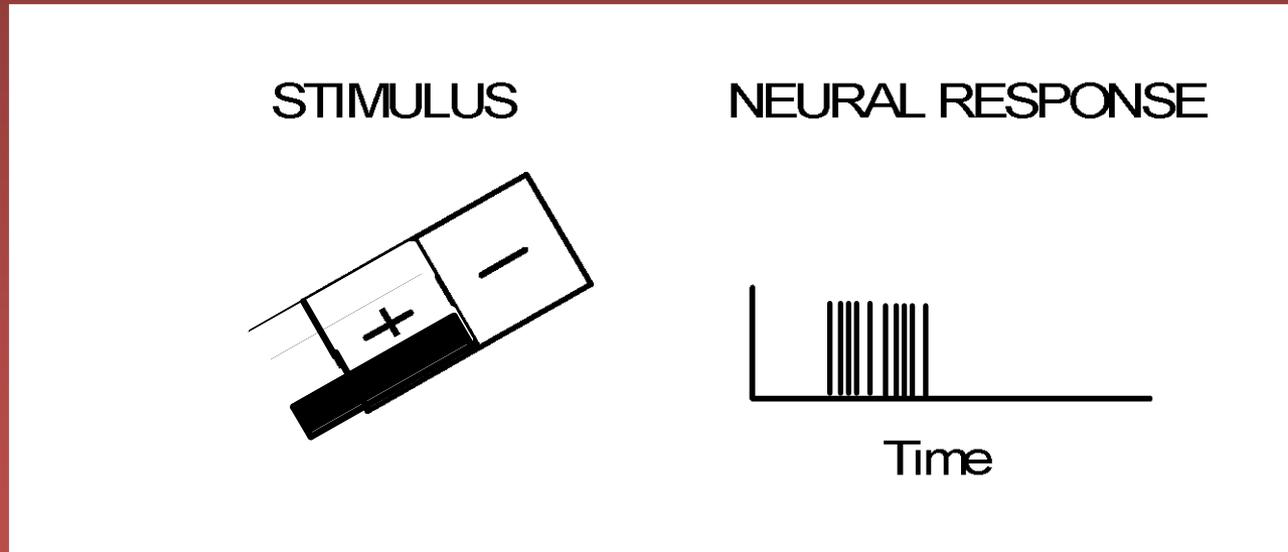
Cortical Receptive Fields

Hypercomplex Cells



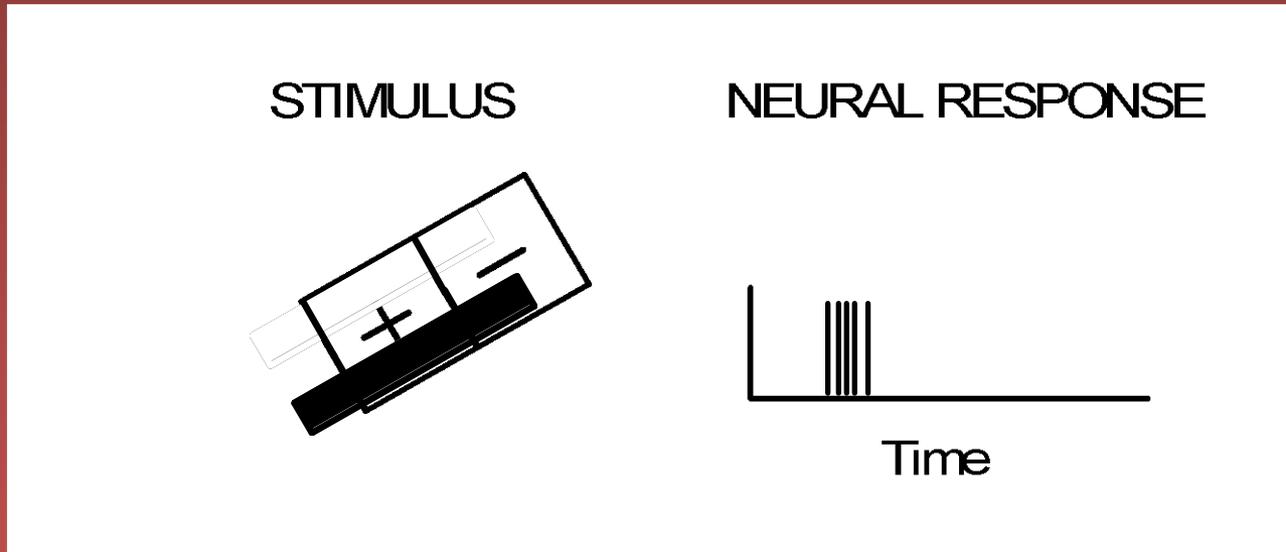
Cortical Receptive Fields

Hypercomplex Cells



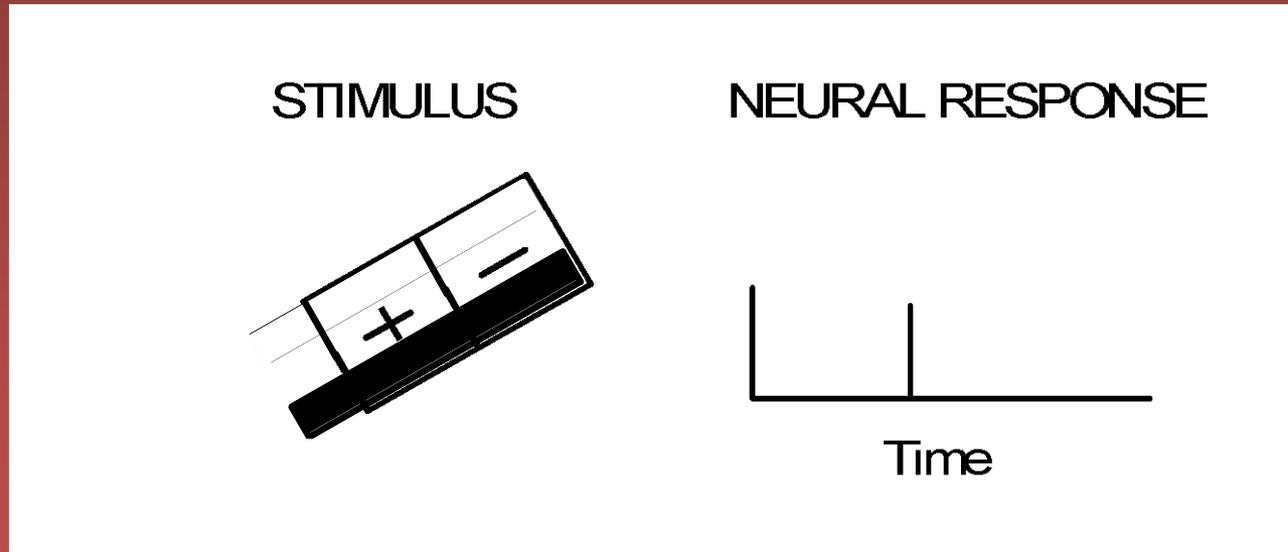
Cortical Receptive Fields

Hypercomplex Cells



Cortical Receptive Fields

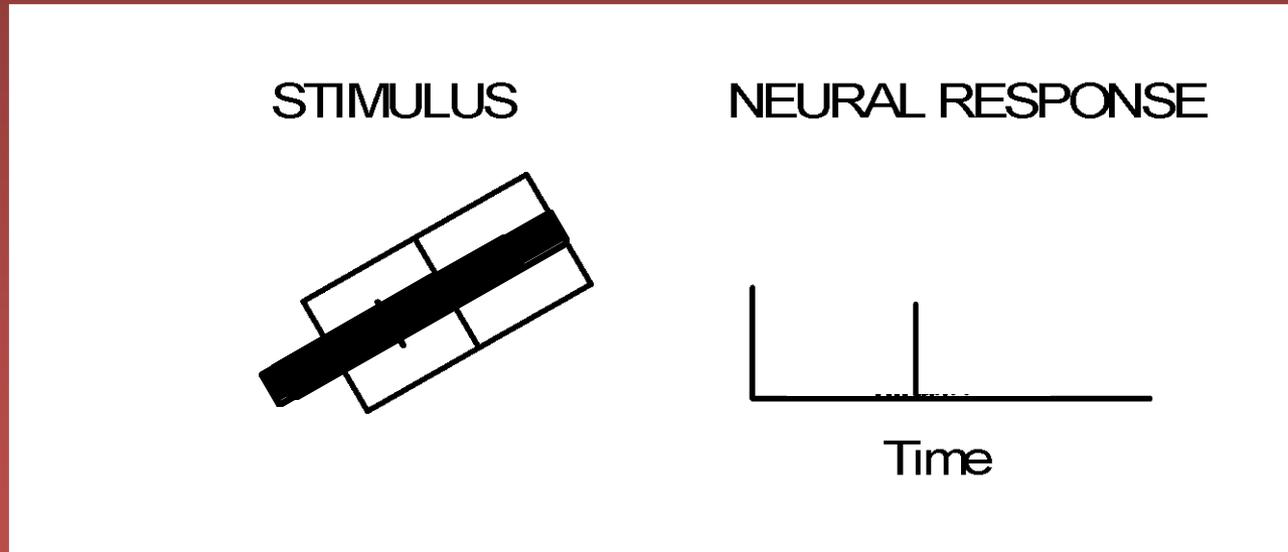
Hypercomplex Cells



“End-stopped” Cells

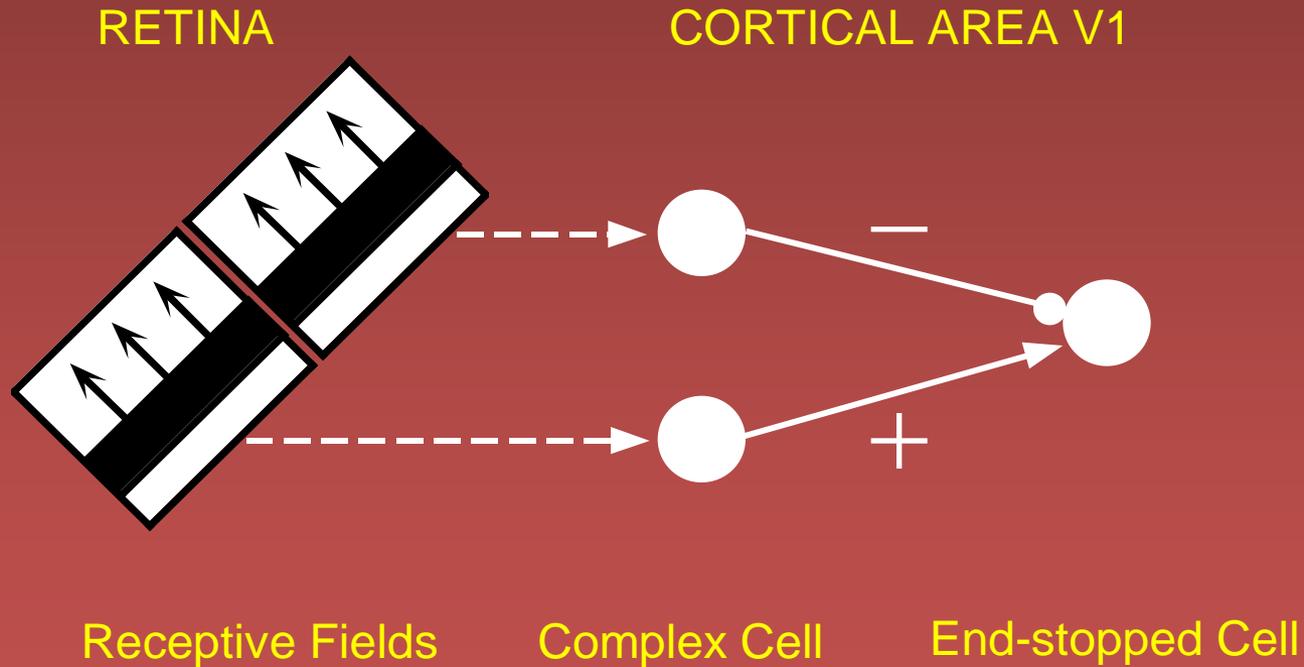
Cortical Receptive Fields

“End-stopped” Simple Cells



Cortical Receptive Fields

Constructing a Hypercomplex Cell



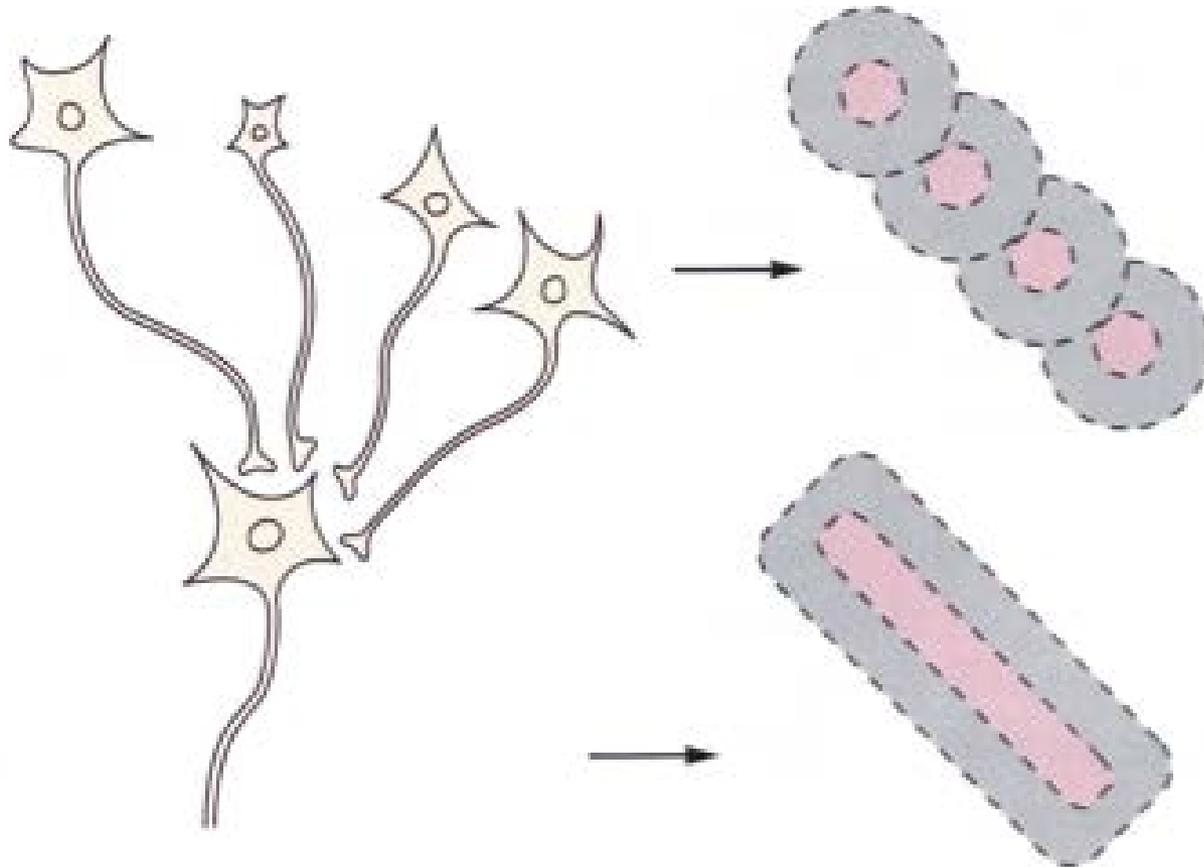
Cortical layer

Neurons

Receptive fields

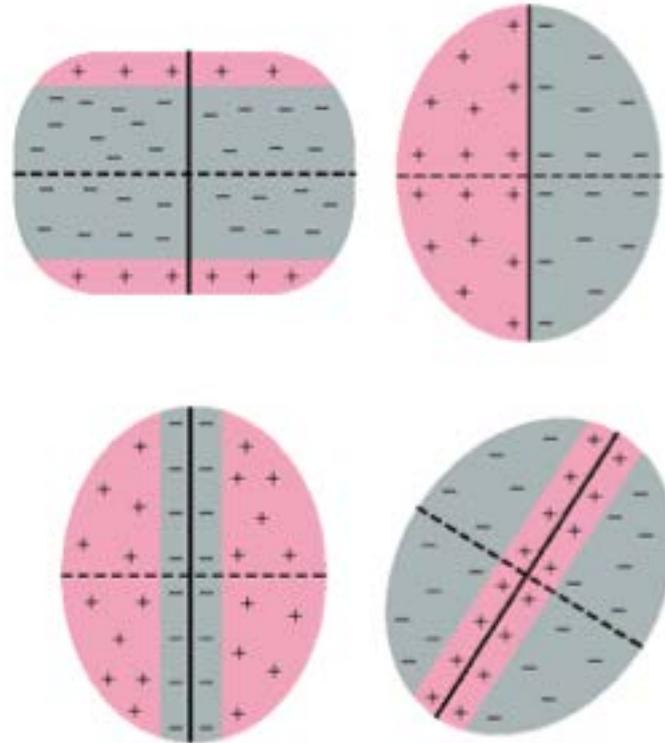
IVC β

IIIB

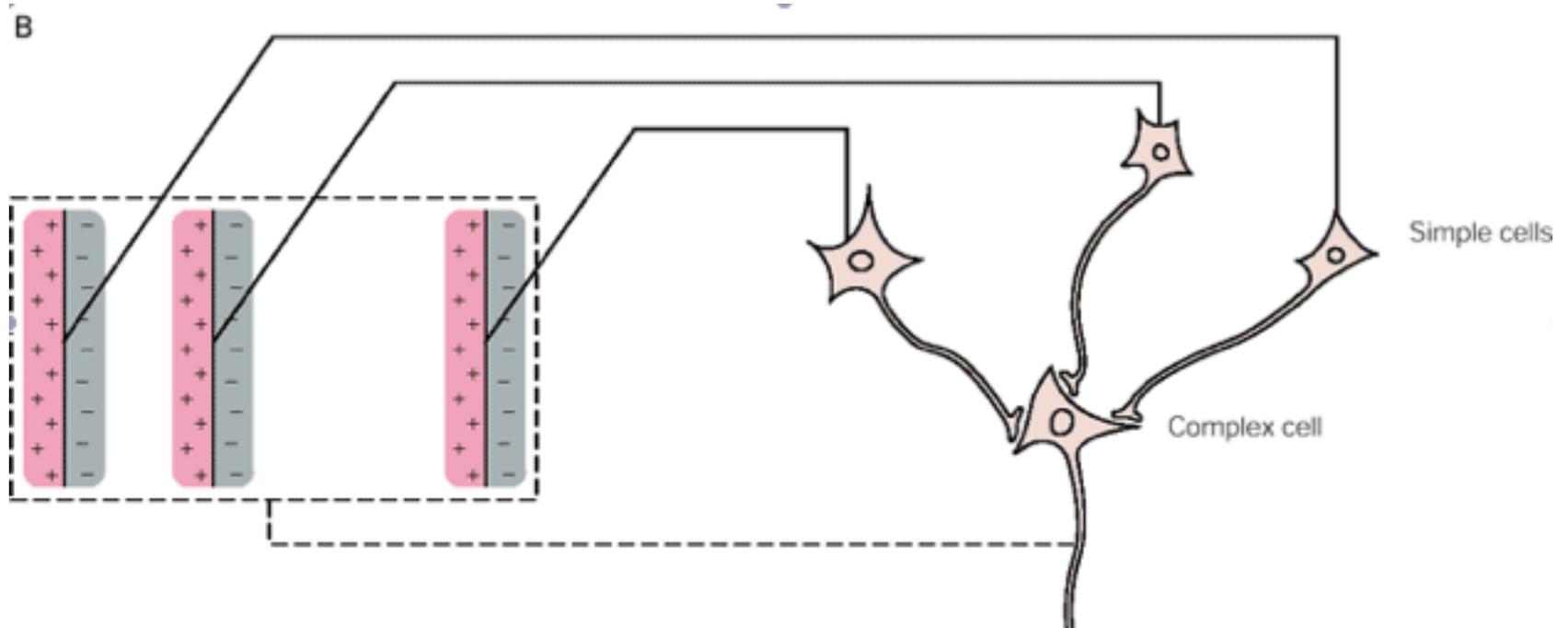


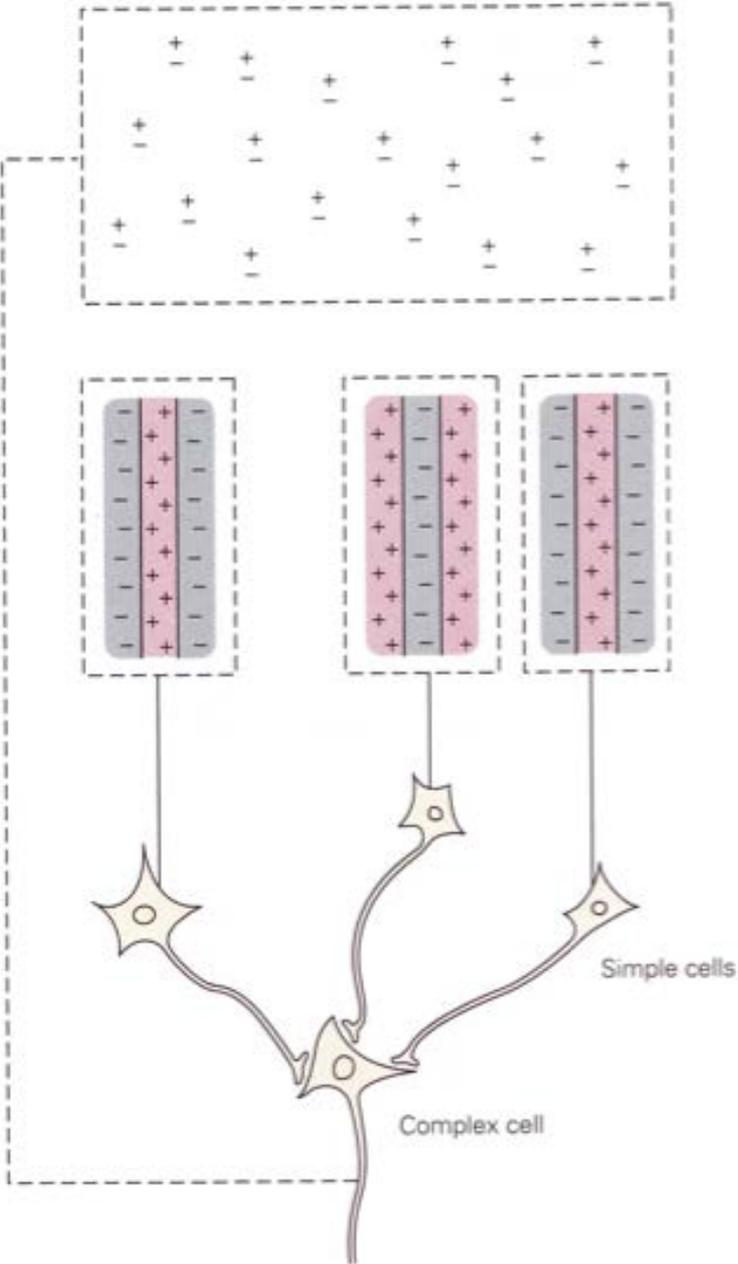
Otras opciones de campos receptores de células simples de V1

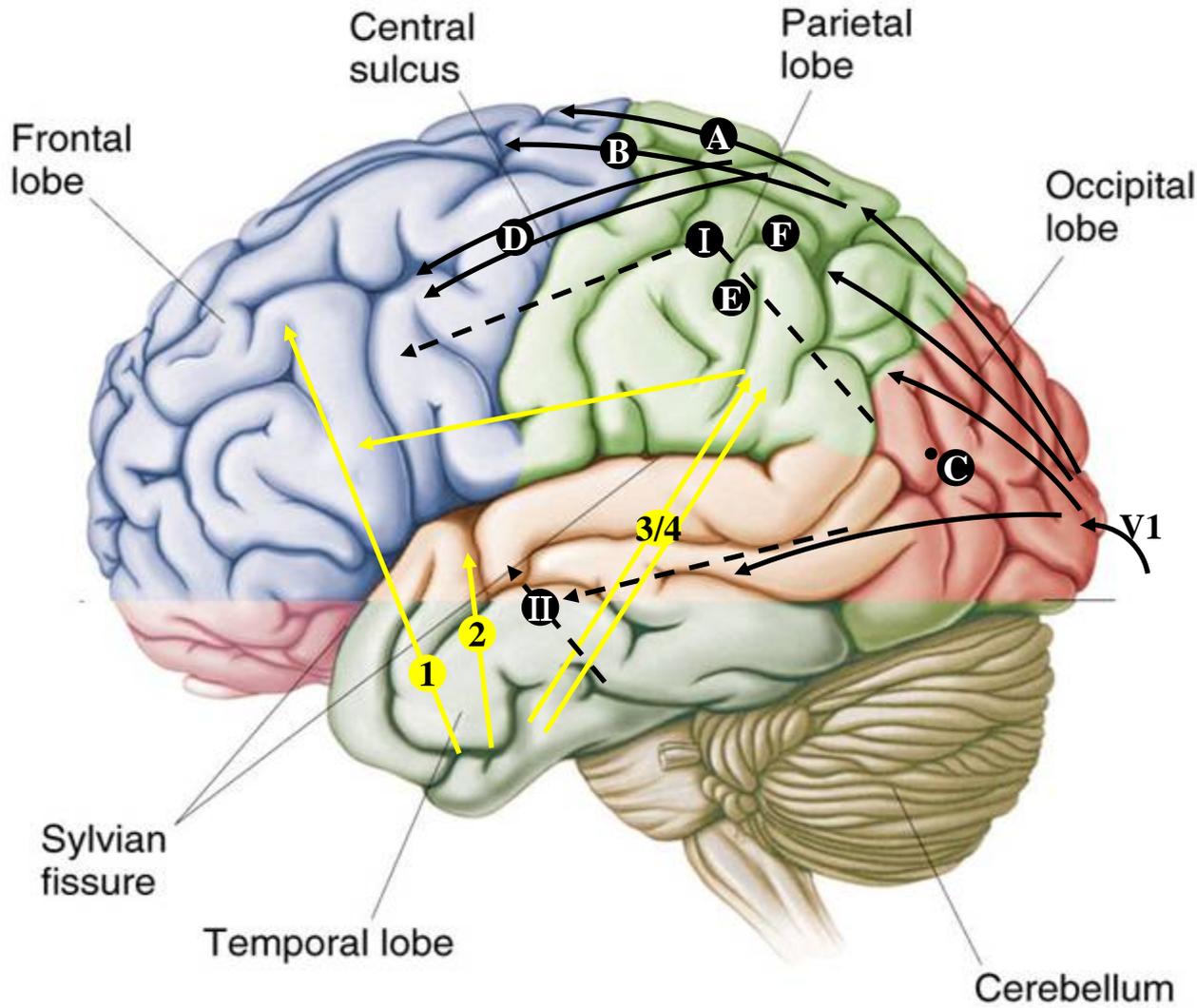
B Receptive fields of simple cells of primary visual cortex



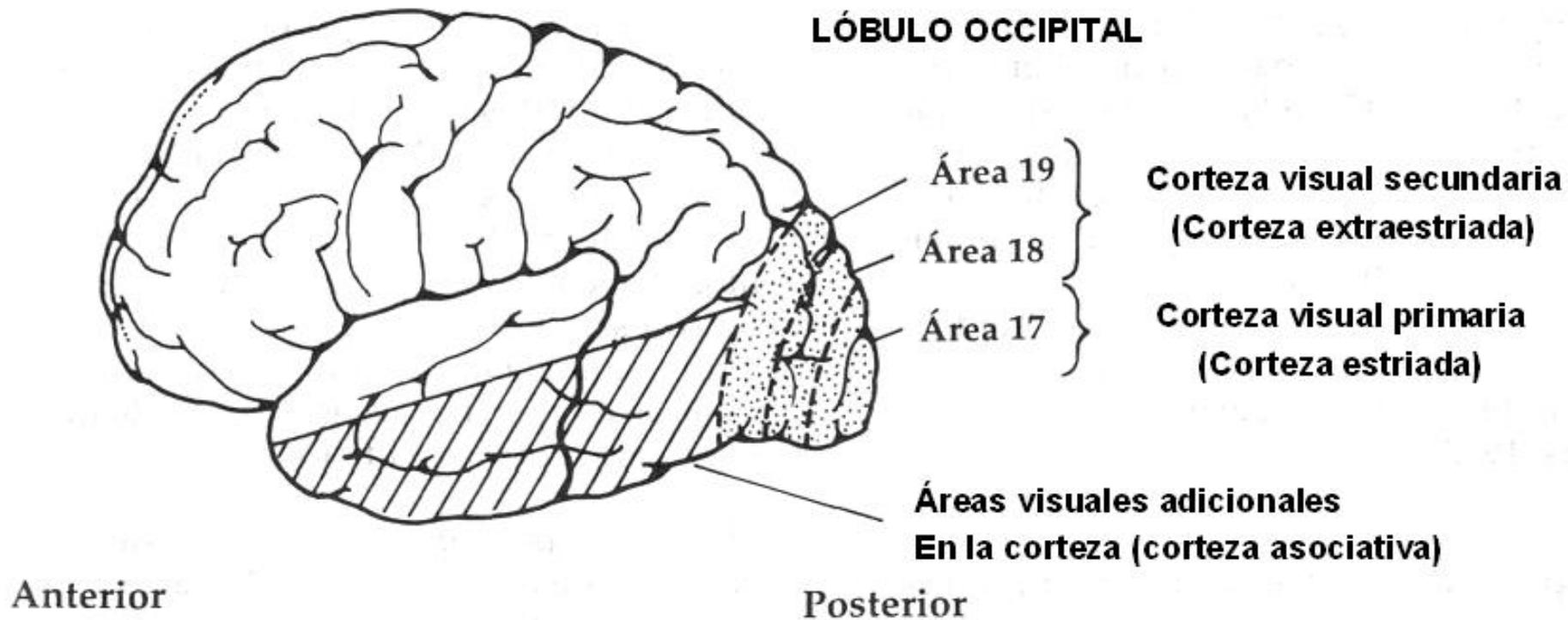
Campo receptor de una célula compleja (Hubel & Wiesel)







- A** Navigation, direction, obstacles
- B** Saccade control
- C** Pursuit control
- D** Understanding, focus, manipulation control
- E** Drawing, writing
- F** Calculation
- 1** Categorization
- 2** Recognition, objects in context
- 3** Calculation
- 4** Reading
- I** Recognition of actions
- II** Emotions

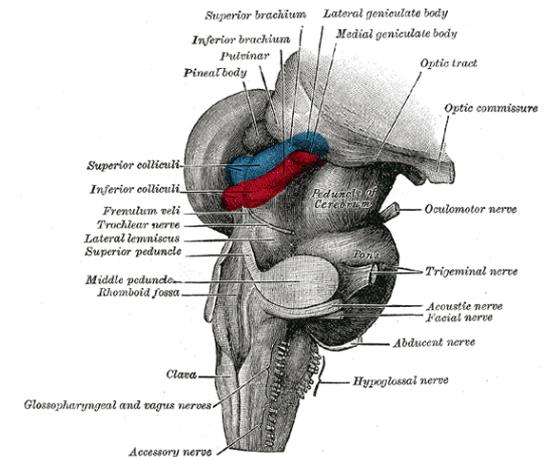


Vía extrageniculada

- A medida que se asciende en la escala filogenética, el porcentaje de fibras dedicadas a la vía geniculo-estriada se incrementa con respecto a las dedicadas a la vía extrageniculada
- La mayor parte de las fibras retinianas pertenecientes a la vía extrageniculada va al colículo superior

Colículo Superior

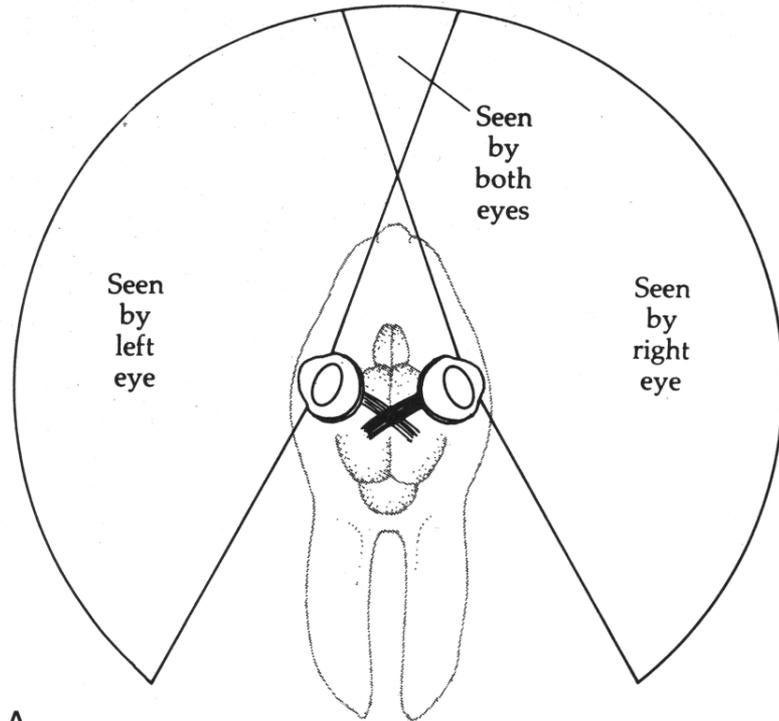
- Se localiza en el mesencéfalo
- Esta organizado en capas
- Las capas superficiales reciben fibras de la retina, pero las medias y profundas no solo de la retina sino de otros sistemas sensoriales como el auditivo, somatosensorial,...
- Su función es la coordinación visuomotora
- Interviene en la integración de varias modalidades sensoriales y su misión es coordinar los movimientos de los ojos, la cabeza y el cuerpo.



Campo visual

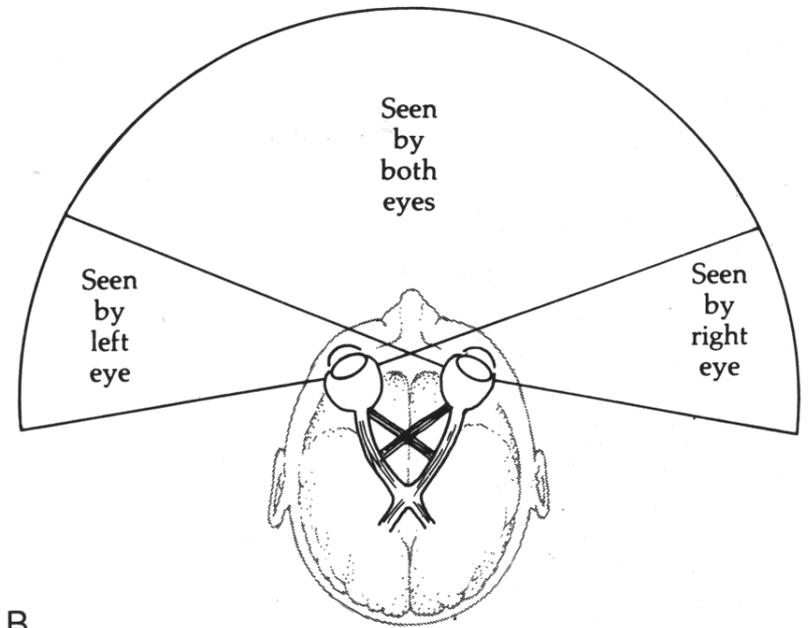
- El campo visual es la **porción del espacio que el ojo es capaz de ver**. Diferentes enfermedades oftalmológicas o cerebrales pueden ocasionar disminución de su amplitud
- El campo visual humano «normal» se extiende 60º nasal, 90º temporal, 60º superior y 70º inferior
- Las fibras procedentes de la retina guardan siempre una clara relación anatómica determinando una representación organizada del campo visual
- Mancha ciega (parte del campo visual correspondiente al disco óptico o papila). Es fisiológico
- Puntos ciegos del campo visual distintos a la mancha ciega, son patológicos y se llaman **ESCOTOMAS**

Visual Fields



A

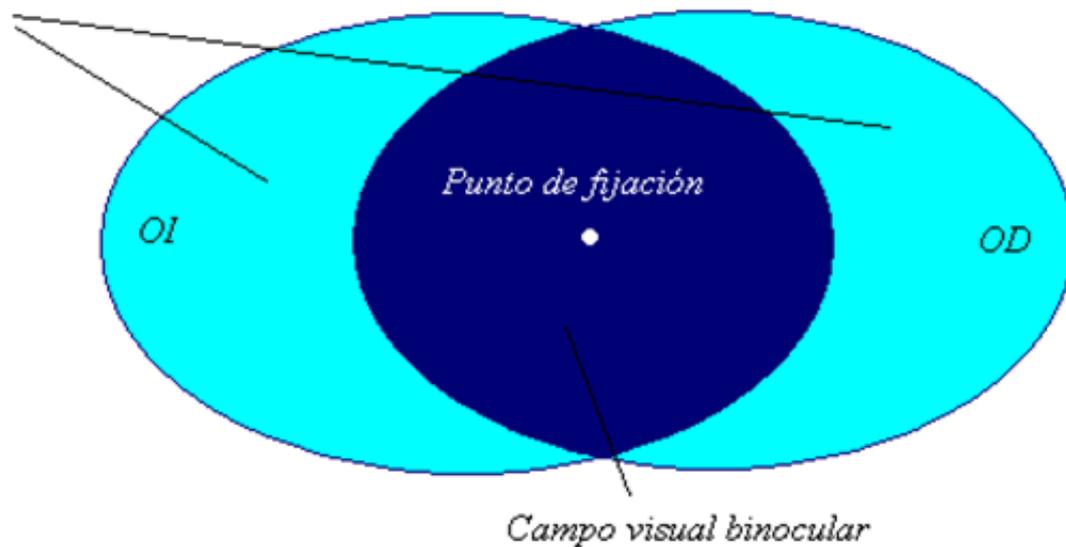
Rabbit



B

Human

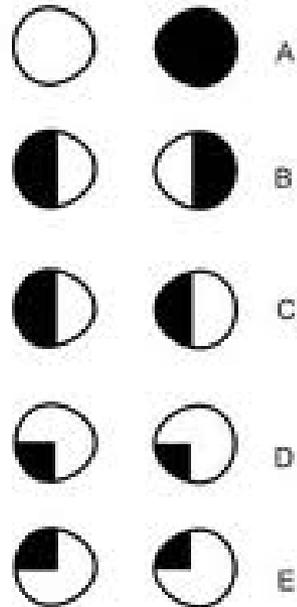
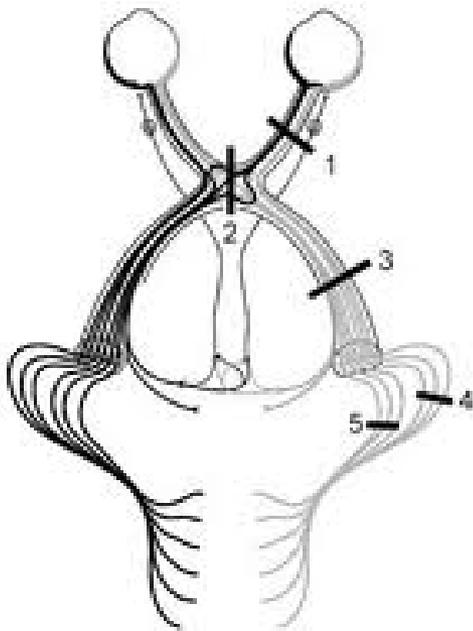
Campo visual monocular



Una persona mirando de frente y sin apartar la vista de un punto podría tener el siguiente campo visual, alcanzando los 90° lateralmente, los 60° hacia arriba y los 75° hacia abajo.

Campo visual

- Las fibras de las hemirretinas nasales se decusan en el quiasma
- El área visual de un hemisferio aparece representado el hemicampo visual contralateral
- Esta preservación topográfica del campo visual permite determinar con exactitud la localización de lesiones cerebrales que afectan a la vía óptica



A Ceguera ojo afecto (n óptico)

B Hemianopsia bitemporal (quiasma)

C Hemianopsia homónima (tracto óptico)

D

E





(a) Simulated macular degeneration and (b) retinitis pigmentosa

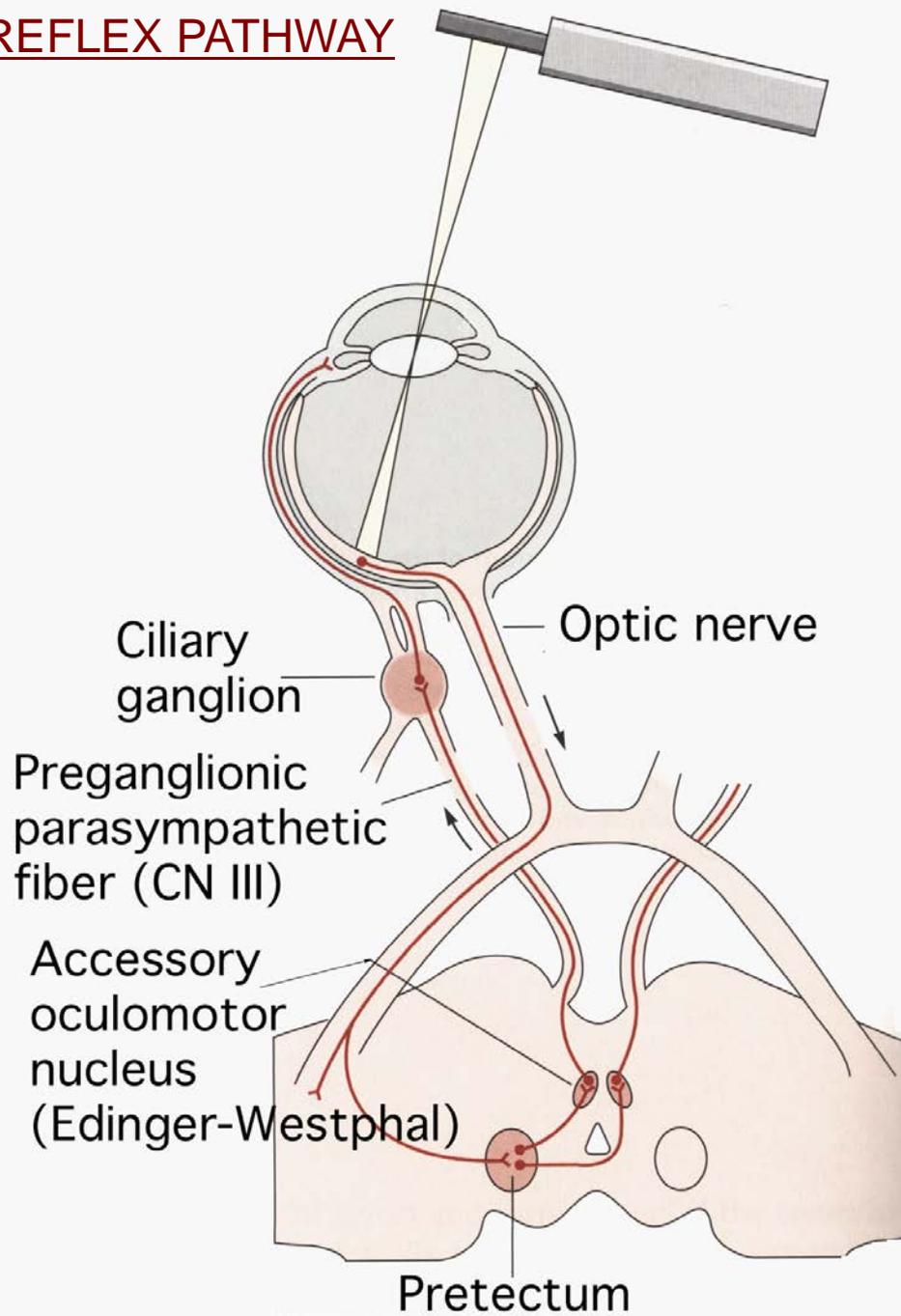


(a)



(b)

PUPILLARY REFLEX PATHWAY



Resumen

4 neuronas relacionadas con la conducción de los impulsos visuales hacia la corteza visual:

1. **Conos y bastones:**

Son las neuronas receptoras especializadas de la retina, Se denominan

Fotorreceptores.

Los Conos son muy importantes en la visión diurna (o fotópica).

Los Bastones son muy importantes en las situaciones de muy escasa luz (visión nocturna o escotópica), mientras que no actúan en las de luz brillante, por lo tanto, no reconocen detalles ni colores.

2. **Neuronas bipolares:**

Conectan los conos y bastones con las células ganglionares.

3. **Células ganglionares:**

Sus axones conforman el nervio óptico.

4. **Neuronas del cuerpo geniculado lateral:**

Sus axones terminan sinaptando en las neuronas de la corteza visual primaria.

Vía Óptica

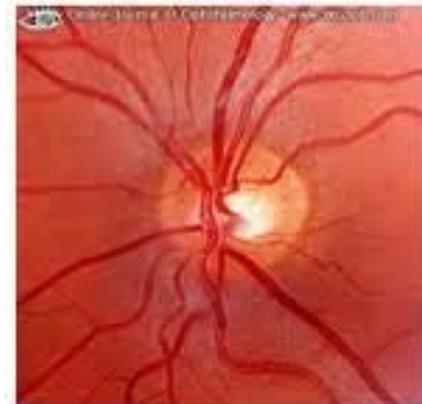
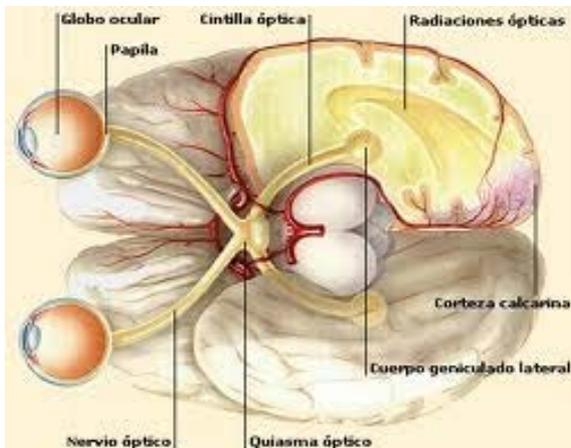
Receptor y 1ª Sinapsis	Células Fotorreceptoras de la Retina
2ª Sinapsis	Célula Bipolar
3ª Sinapsis	Célula Ganglionar
Vía	Nervio Óptico Quiasma Óptico Tracto Óptico
4ª Sinapsis	Núcleo Geniculado Lateral
	Radiaciones Ópticas o Fascículo Geniculocalcarino
Vía de proyección cortical	Área Visual Primaria. Área 17

Nervio Óptico

Los axones que conforman el nervio óptico se originan en la capa ganglionar de la retina. Desde allí, estos axones convergen en el disco óptico (papila óptica), que está a 2 - 4 mm. del centro de la retina.

Las fibras mielínicas del nervio óptico están cubiertas de oligodendrocitos, por lo que pueden compararse a un tracto dentro del sistema nervioso central.

El nervio óptico deja la cavidad orbitaria a través del canal óptico para unirse con el nervio contralateral y conformar el quiasma óptico.



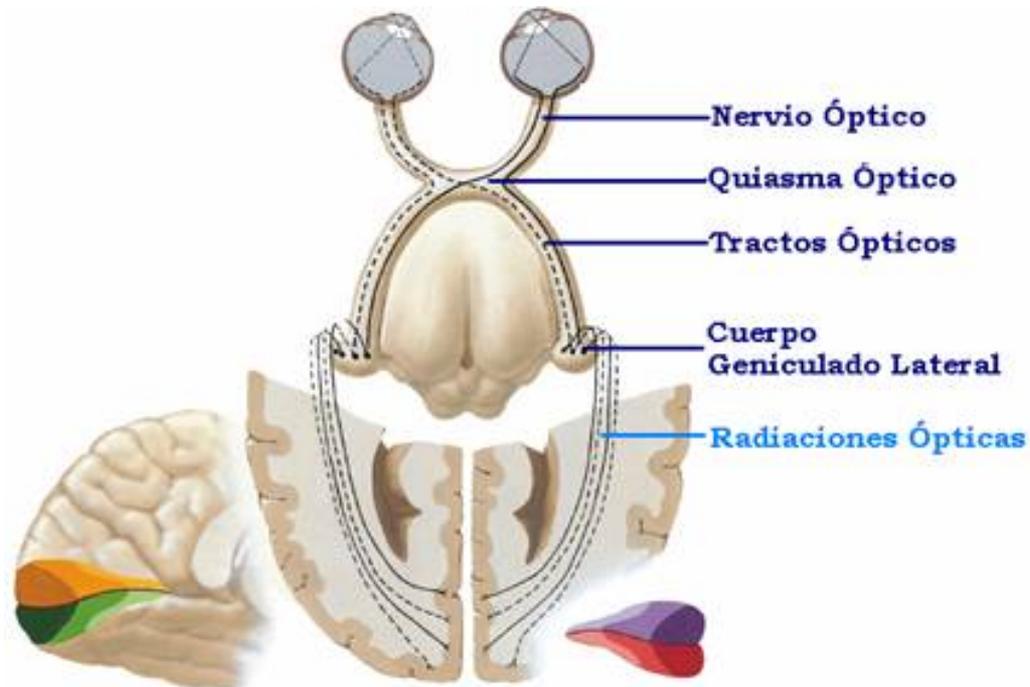
Quiasma óptico

- El quiasma óptico se encuentra junto a la unión del piso y pared anterior del tercer ventrículo.
- Sus ángulos anterolaterales se continúan con los nervios ópticos, mientras los posterolaterales se continúan con los tractos ópticos.
- El quiasma óptico **representa el punto donde las fibras de la hemirretina nasal de cada ojo** (incluyendo las fibras de la hemimácula nasal) **cruzan la línea media** para continuar su recorrido por el tracto óptico contralateral.
- Por otra parte, las fibras de la hemirretina temporal junto a las fibras de la hemimácula temporal entran al tracto óptico ipsilateral.

Cuerpo geniculado Lateral

-Cada tracto óptico, emerge del quiasma óptico y rodea los pedúnculos cerebrales para terminar en el CGL, situado el tálamo.

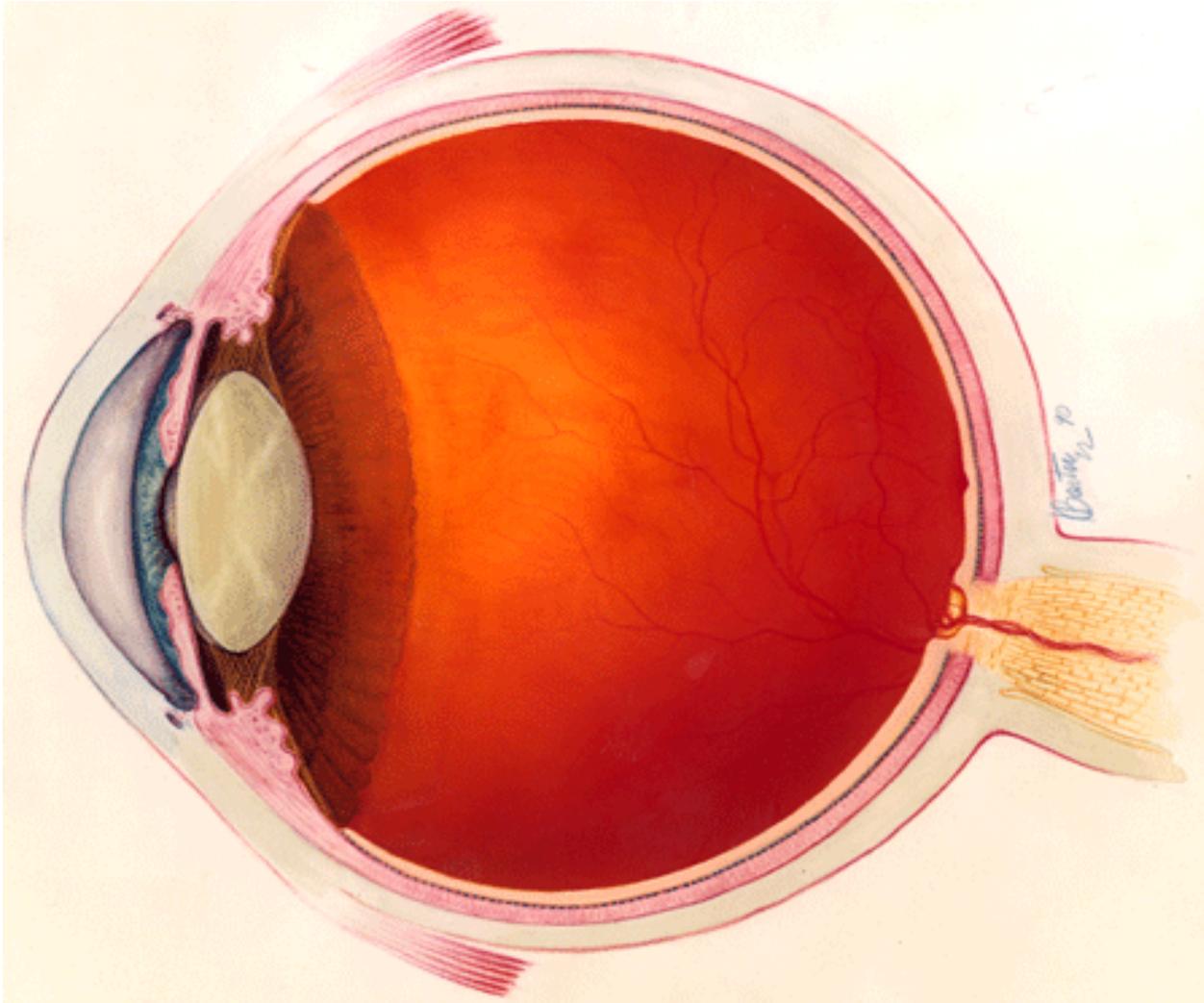
Cada cuerpo geniculado lateral consta de 6 capas neuronales, siendo la 1 y 2 ventrales (capas magnocelulares) y de la 3 a la 6, dorsales (capas parvocelulares); las fibras de cada hemirretina temporal terminan en las capas 2, 3 y 5, en tanto las de la hemirretina nasal en las capas 1, 4 y 6.



Partes del globo ocular

- **Capa externa:** **Esclerótica** (blanca y opaca con función protectora), **córnea** (transparente que permite el paso de la luz a través de ella) y **conjuntiva**
- **Capa media:** Vasos sanguíneos que aportan la irrigación y nutrición del ojo. Se le denomina **Úvea**. La úvea se compone de iris, cuerpo ciliar y **coroides**. **Cuerpo ciliar** (produce el humor acuoso); el ligamento suspensorio del cristalino (zónula)
- **Capa interna:** **Retina**, donde están los fotorreceptores que captan la información visual y la llevan al nervio óptico.

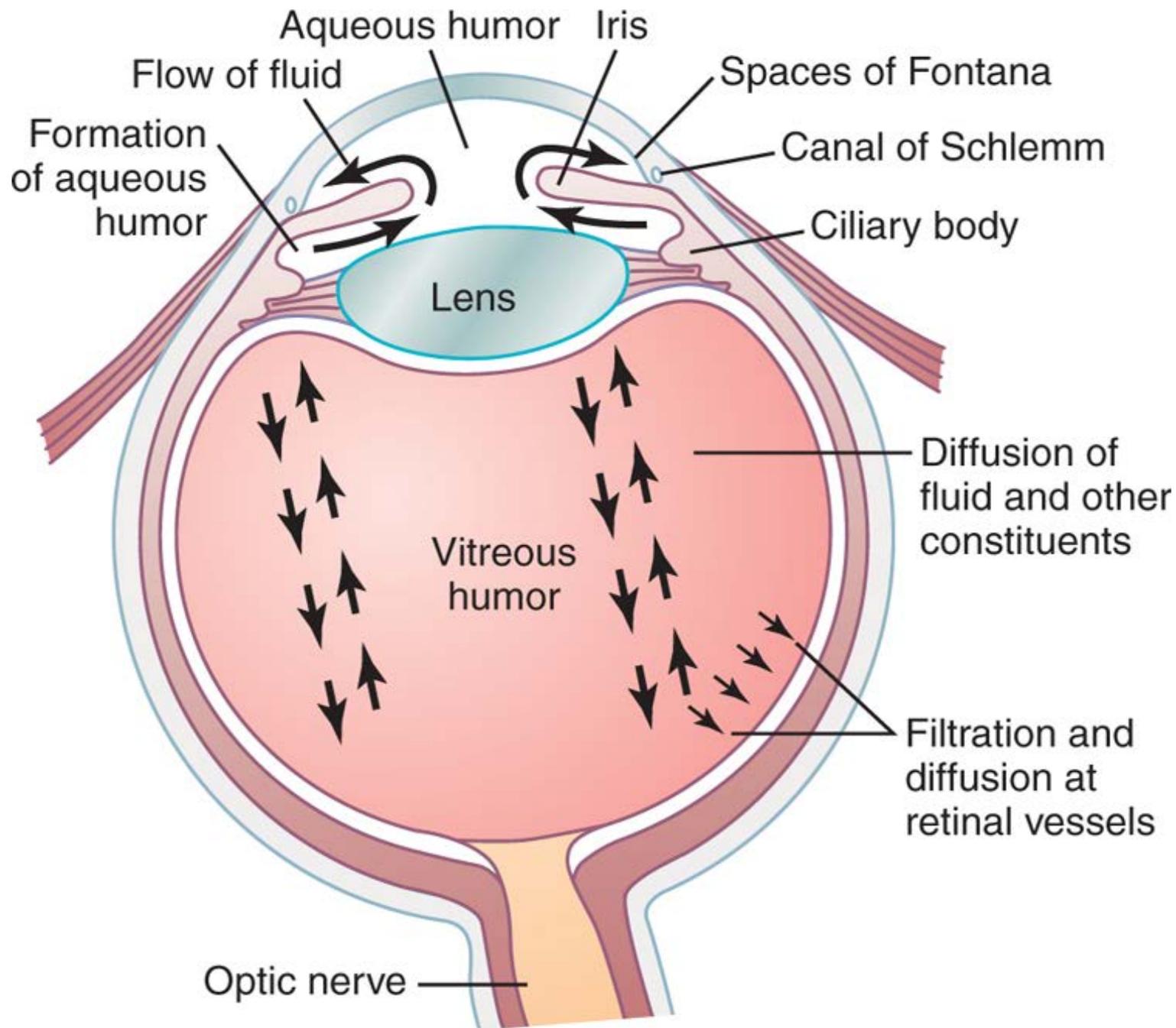
Componentes ojo humano



Líquidos intraoculares

Humor acuoso

- Líquido transparente e incoloro que llena la cámara anterior del globo ocular
- Producido por el cuerpo ciliar
- Desde este lugar pasa a la cámara anterior, a través de la pupila. Aquí, sube por delante de la cara anterior del iris y desciende por la cara posterior de la córnea.
- La mayor parte drena del ojo a través de una malla trabecular ubicada en el ángulo esclerocorneal. Una pequeña parte se filtra hacia atrás al vítreo, y luego a la coroides y la esclera posterior.
- El humor acuoso es el **responsable** de la **presión intraocular**, cuyo valor normal oscila entre **8 y 21 mm Hg**.
- Permite mantener una forma y dimensiones constantes como requiere un sistema óptico. Función nutricia de estructuras **avasculares**, como la **córnea** y el cristalino, o poco vascularizadas, como la retina.



Líquidos intraoculares

Humor vítreo

- Es un líquido gelatinoso y transparente que rellena el espacio comprendido entre la superficie interna de la retina y la cara posterior del cristalino, es más denso que el humor acuoso
- Ocupa cuatro quintas partes del volumen total del ojo
- Carece de vascularización
- Contribuye a mantener la forma del ojo y conseguir una superficie de la retina uniforme para que la recepción de imágenes sea nítida
- A diferencia del el humor acuoso, el humor vítreo no se renueva. Sólo se forma durante la vida embrionaria

Líquidos intraoculares

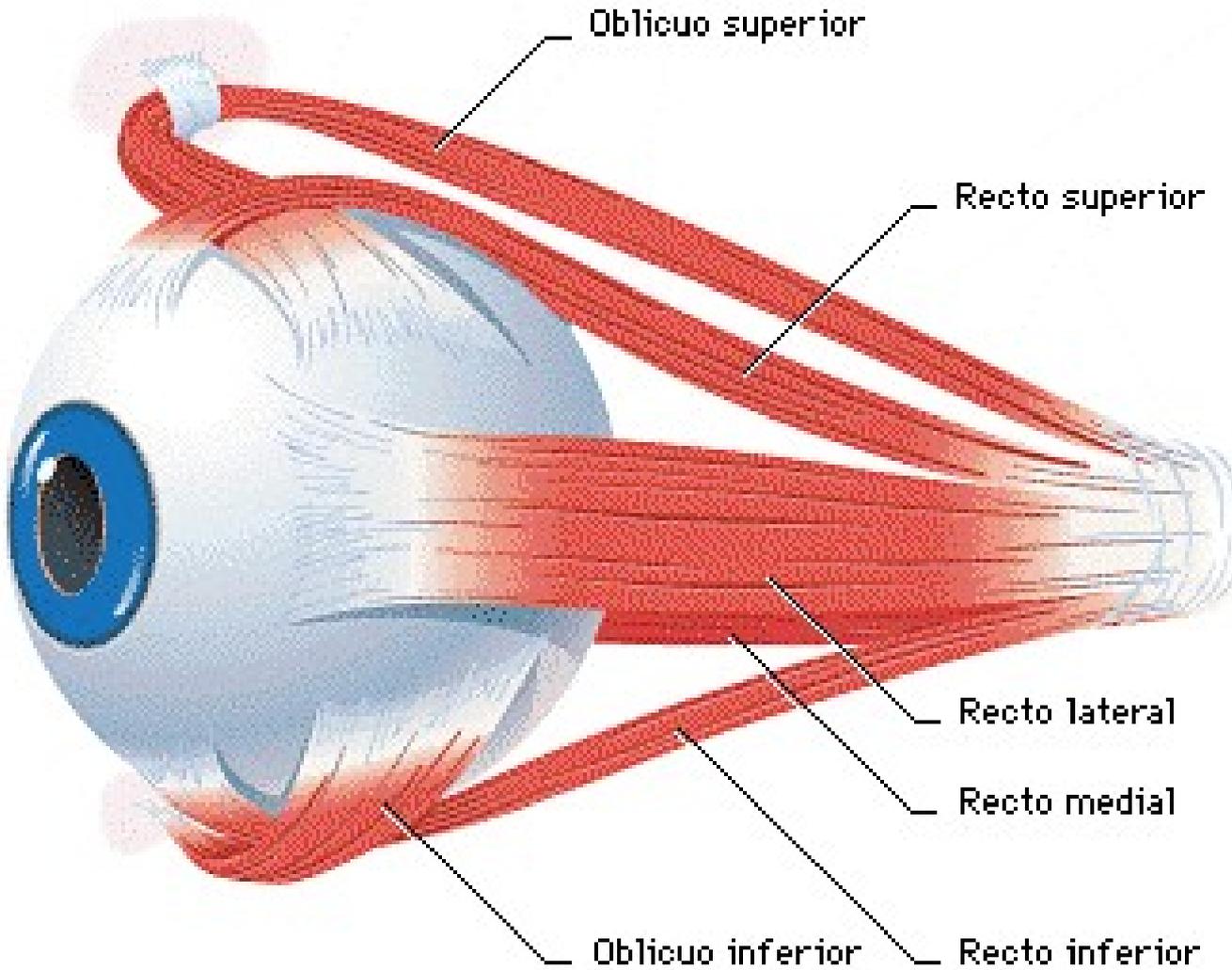
Humor vítreo

- La acumulación de estos desechos pueden crear una sombra en la retina que aparentemente se desplaza a través del campo visual. «Miodesopsia o mosca volante»
- Cuando el humor vítreo se opacifica por alguna circunstancia por ejemplo una hemorragia vítrea o hemovitreo (diabético), se puede realizar una intervención quirúrgica conocida como vitrectomía. Mediante esta técnica el cirujano elimina el humor vítreo del ojo y lo reemplaza por una solución salina.



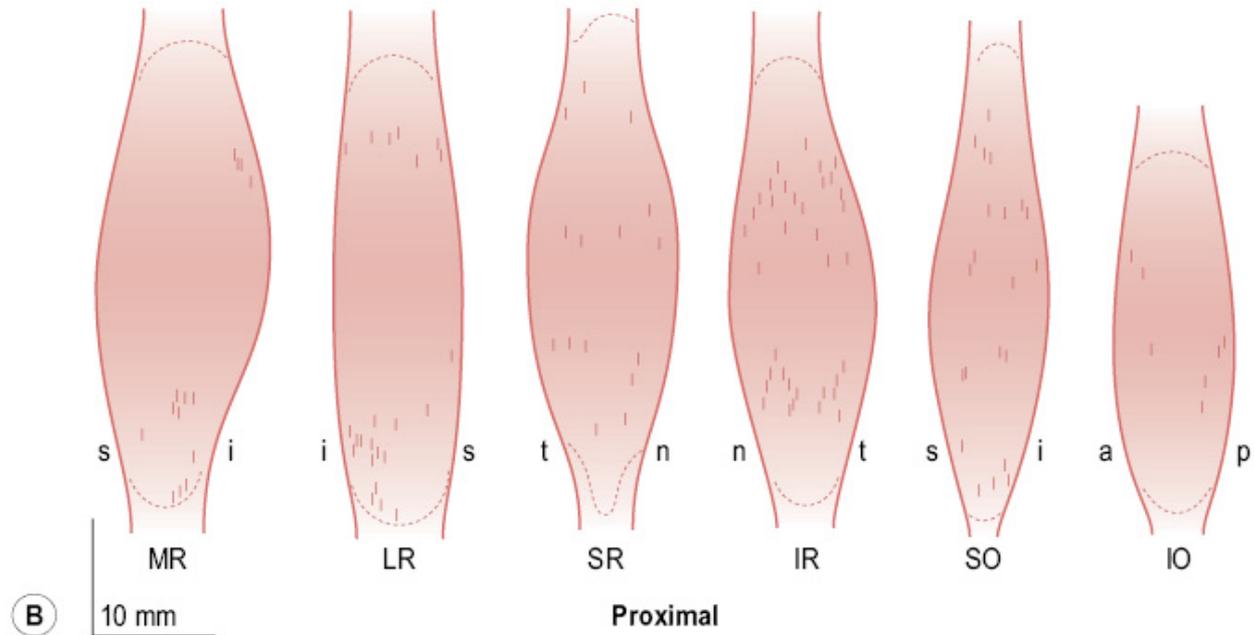
Control movimientos oculares:

-



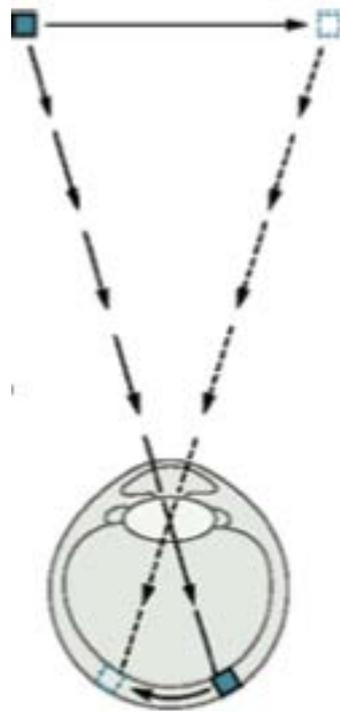
- 4 RECTOS
- 2 OBLICUOS

III, IV, VI PC

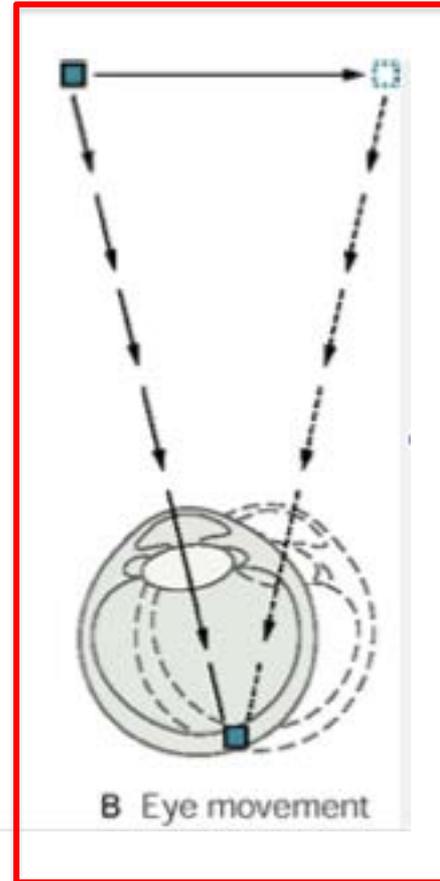


No originan reflejo de estiramiento

Percepción del movimiento por propioceptores



A Image movement



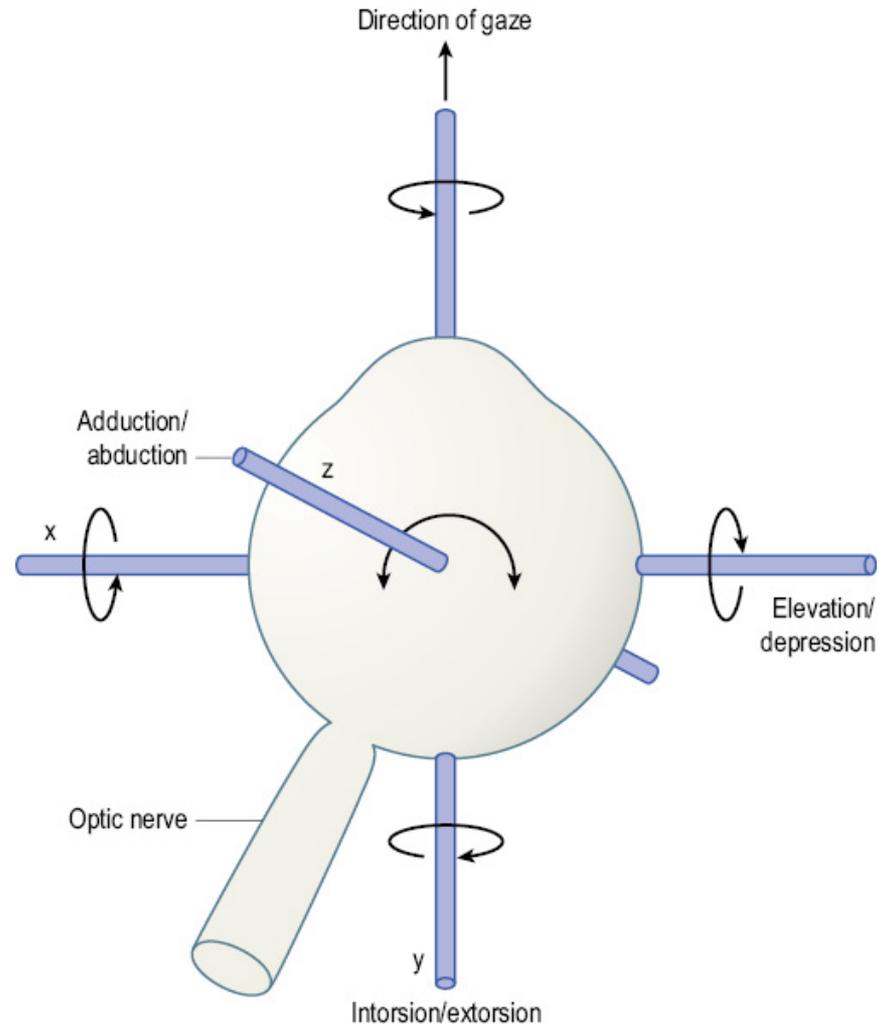
B Eye movement

Control nervioso de los movimientos oculares

- Hasta 6 sistemas neuronales mantienen a los ojos sobre la diana de interés:
 - Un sistema activo de fijación.
 - El sistema sacádico.
 - El sistema de seguimiento.
 - El sistema de vergencia.
 - El sistema vestibular.
 - El sistema optocinético.

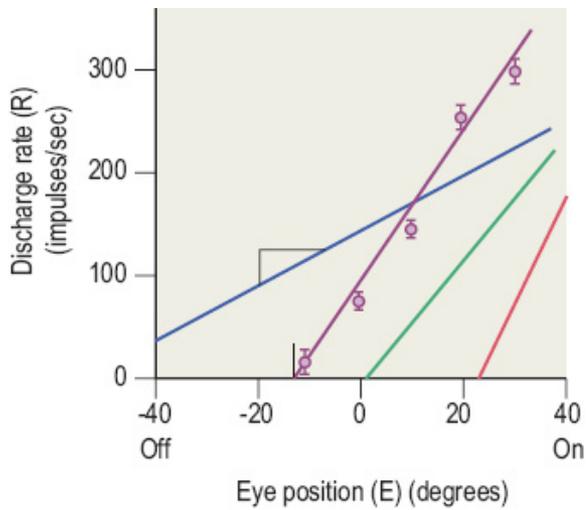
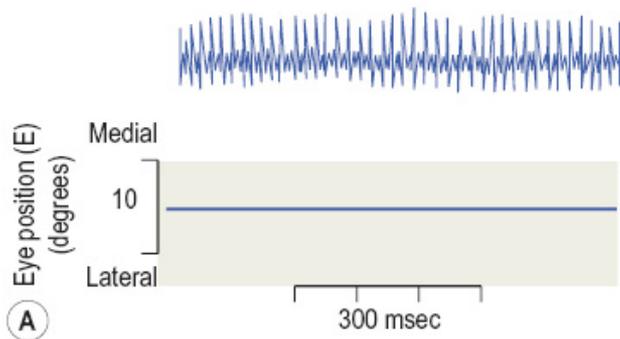
- Tres tareas sensitivo-motoras:
 - Resolver el campo visual mientras nos movemos.
 - Resolver objetos en movimiento.
 - Explorar el espacio y desplazar la atención de una diana a otra.

- Los movimientos tienen lugar en las tres direcciones del espacio.

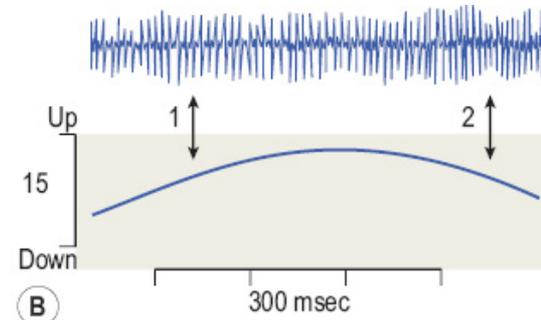


Características de las motoneuronas

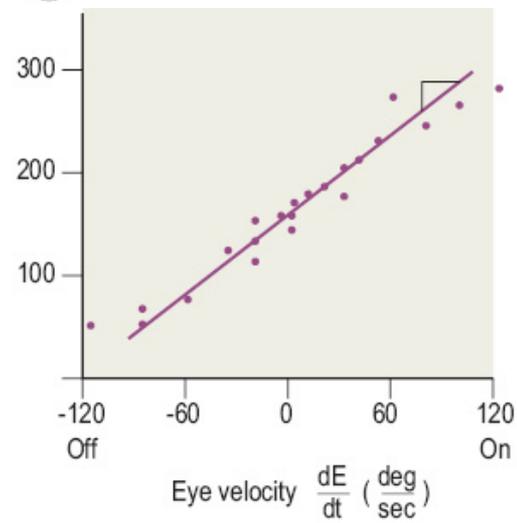
- Direcciones on-off (frecuencia de disparo aumenta en la dirección de la actividad agonista).
- Todas las células participan en todas las clases de movimientos, incluido la fijación.
- Cada célula (especialmente las tónicas) tienen una posición umbral a la que empiezan a disparar.
- Al aumentar la frecuencia de disparo, aumenta la fuerza contráctil.



(A)



(B)

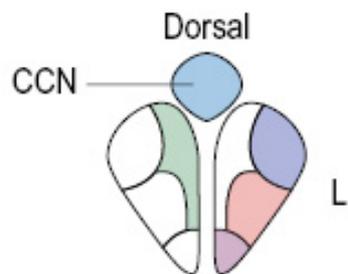


(C)

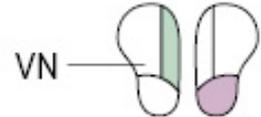
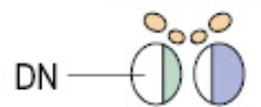
Eye velocity $\frac{dE}{dt}$ ($\frac{\text{deg}}{\text{sec}}$)

$$R = k(E - E_T) + r \frac{dE}{dt}$$

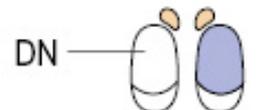
(D)



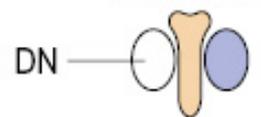
Caudal third



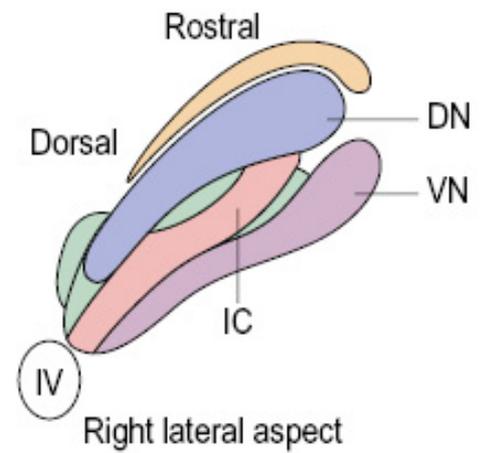
Middle third



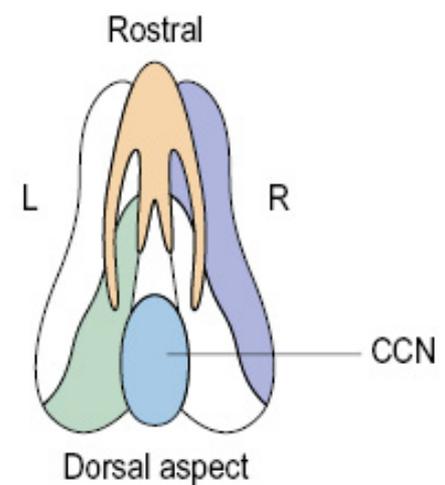
Rostral third



Rostral end



Right lateral aspect

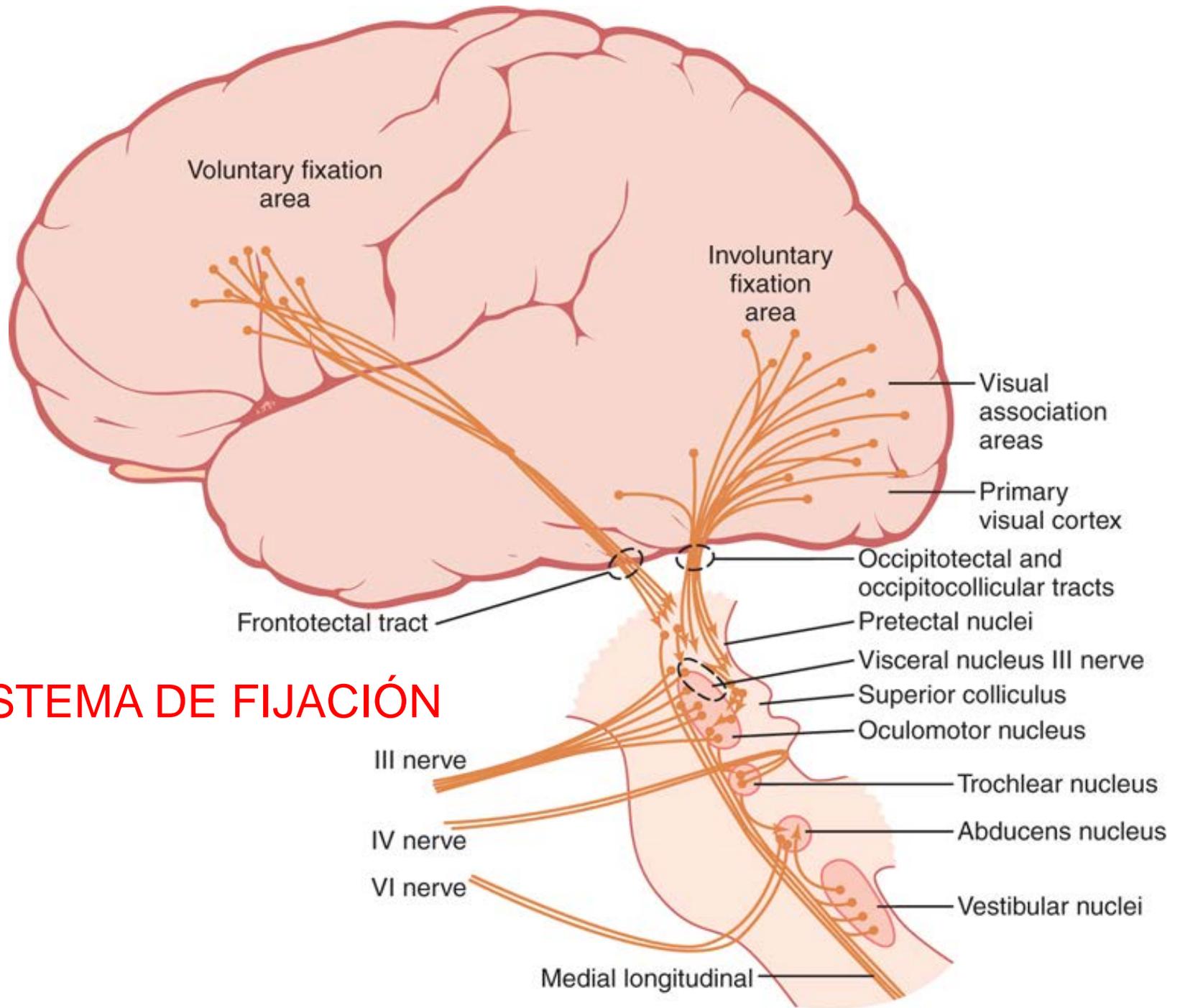


Dorsal aspect

- Rectus inferior muscle
- Rectus medialis muscle
- Rectus superior muscle

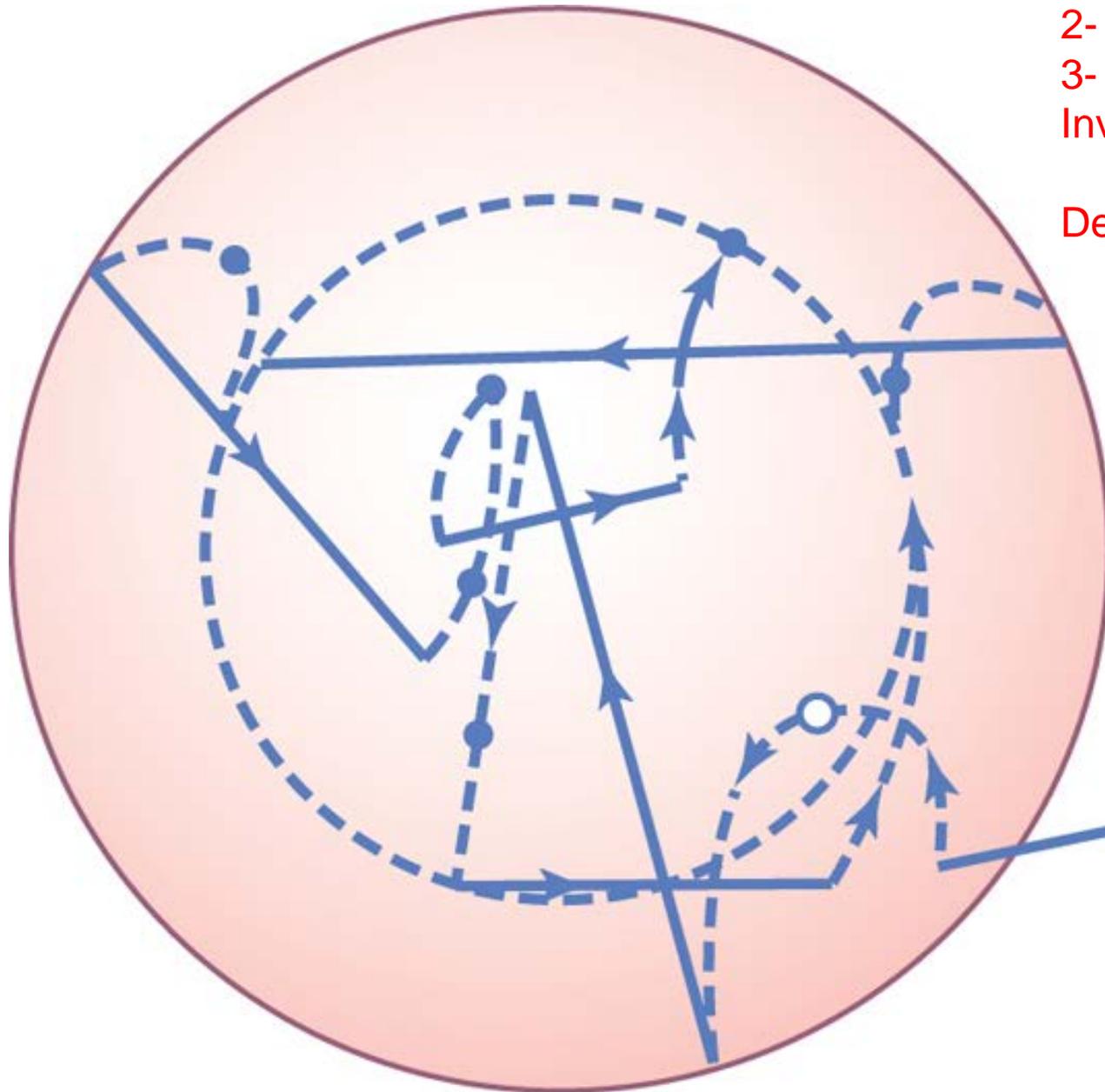
- Oblique inferior muscle
- Levator palpebrae superioris muscle
- Visceral nuclei

SISTEMA DE FIJACIÓN



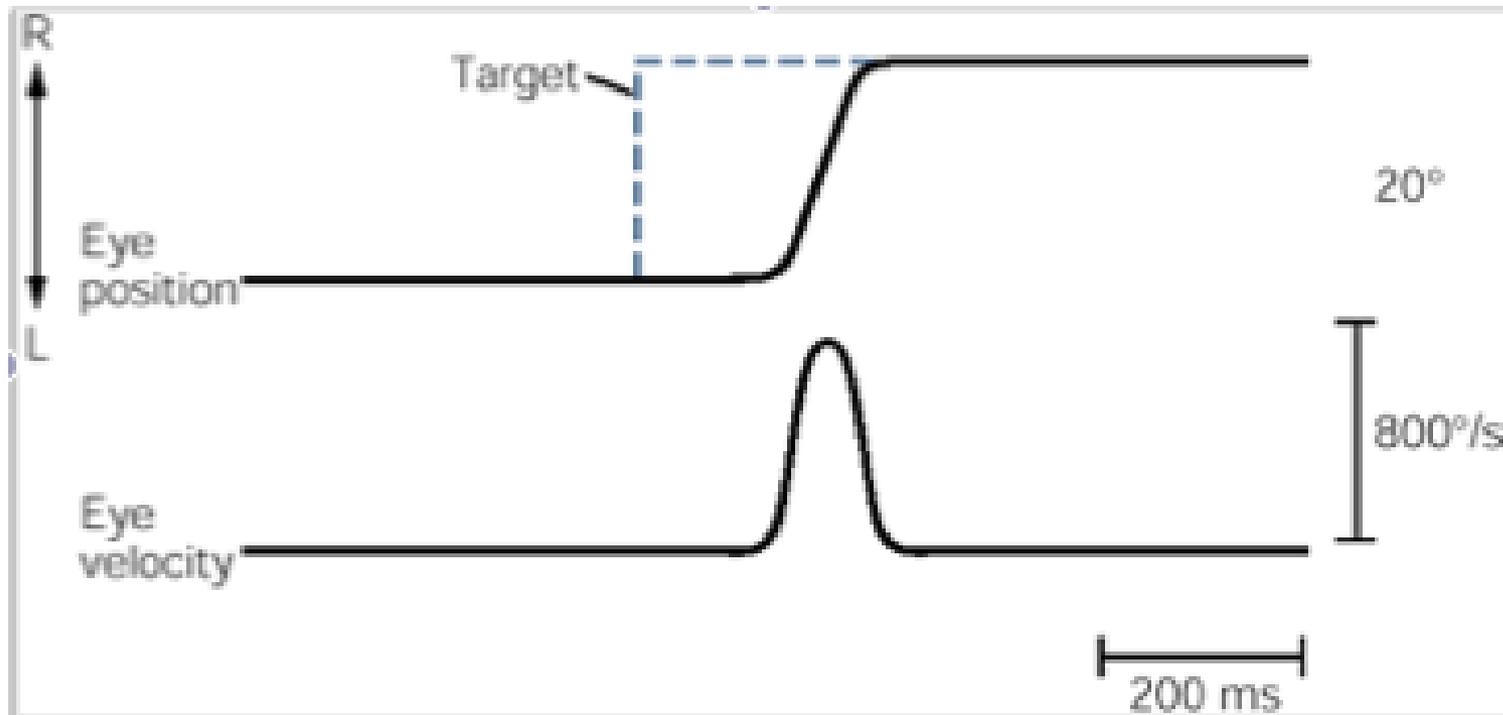
- 1- Temblor continuo (30-80 c/s)
- 2- Lenta traslación
- 3- Sacudida (mecanismo Involuntario de fijación)

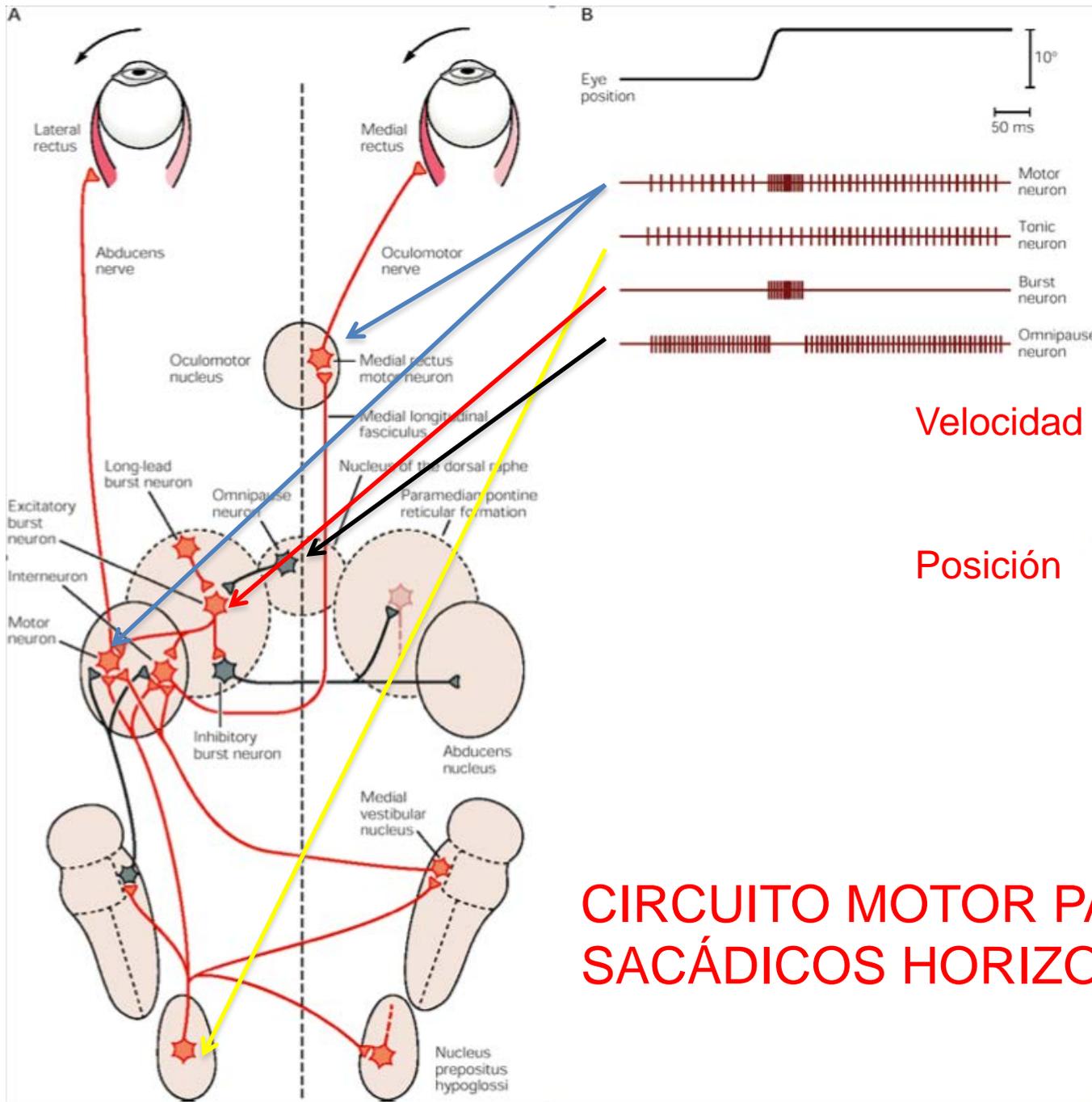
Dependiente de colículo sup.



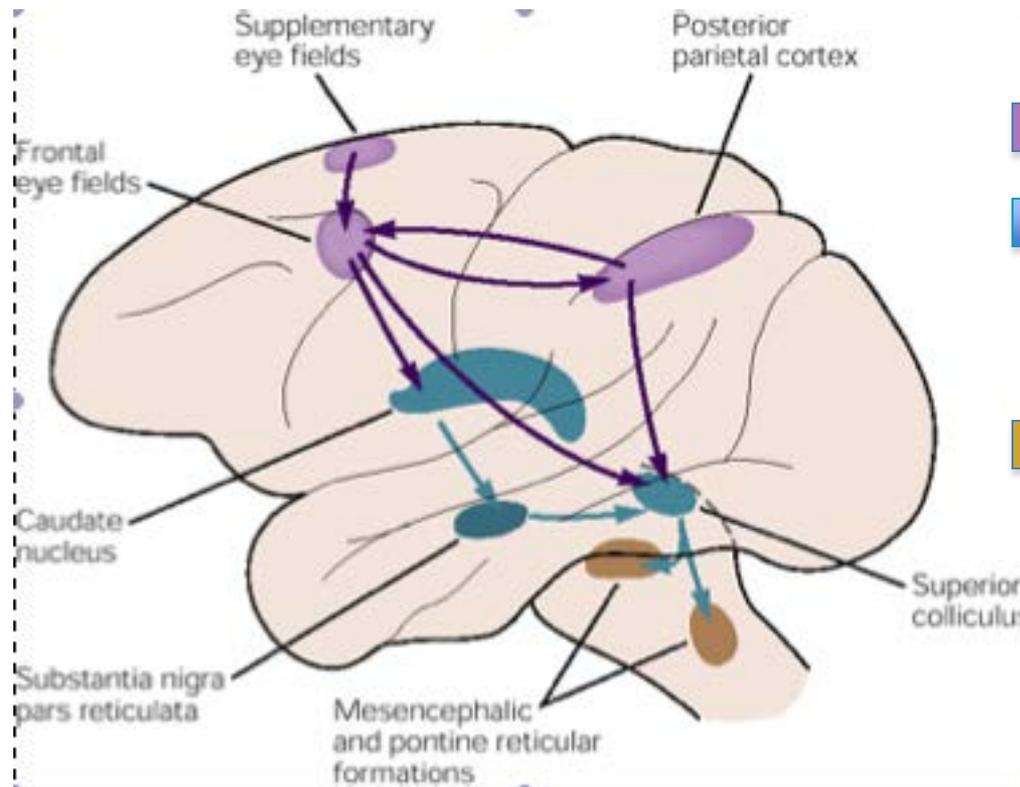
Voluntary movement to fixation site

Sacada o movimiento sacádico





Vías corticales para los mov. sacádicos



Selección de diana

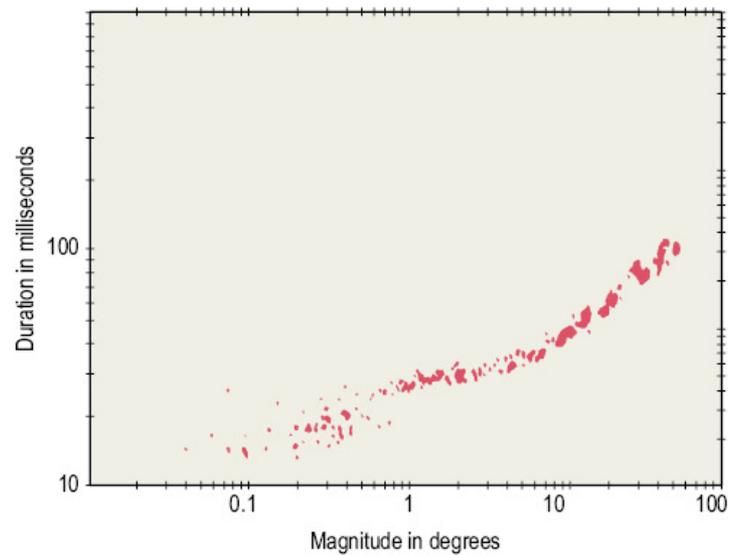
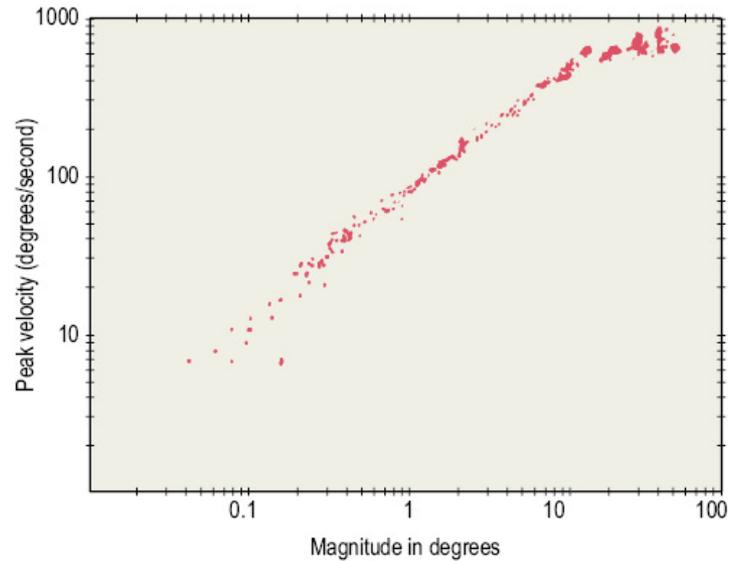


Traslación de señales corticales a circuitos motores



Órdenes musculares para sacádicos

Movimientos sacádicos



Sacádicos exploratorios



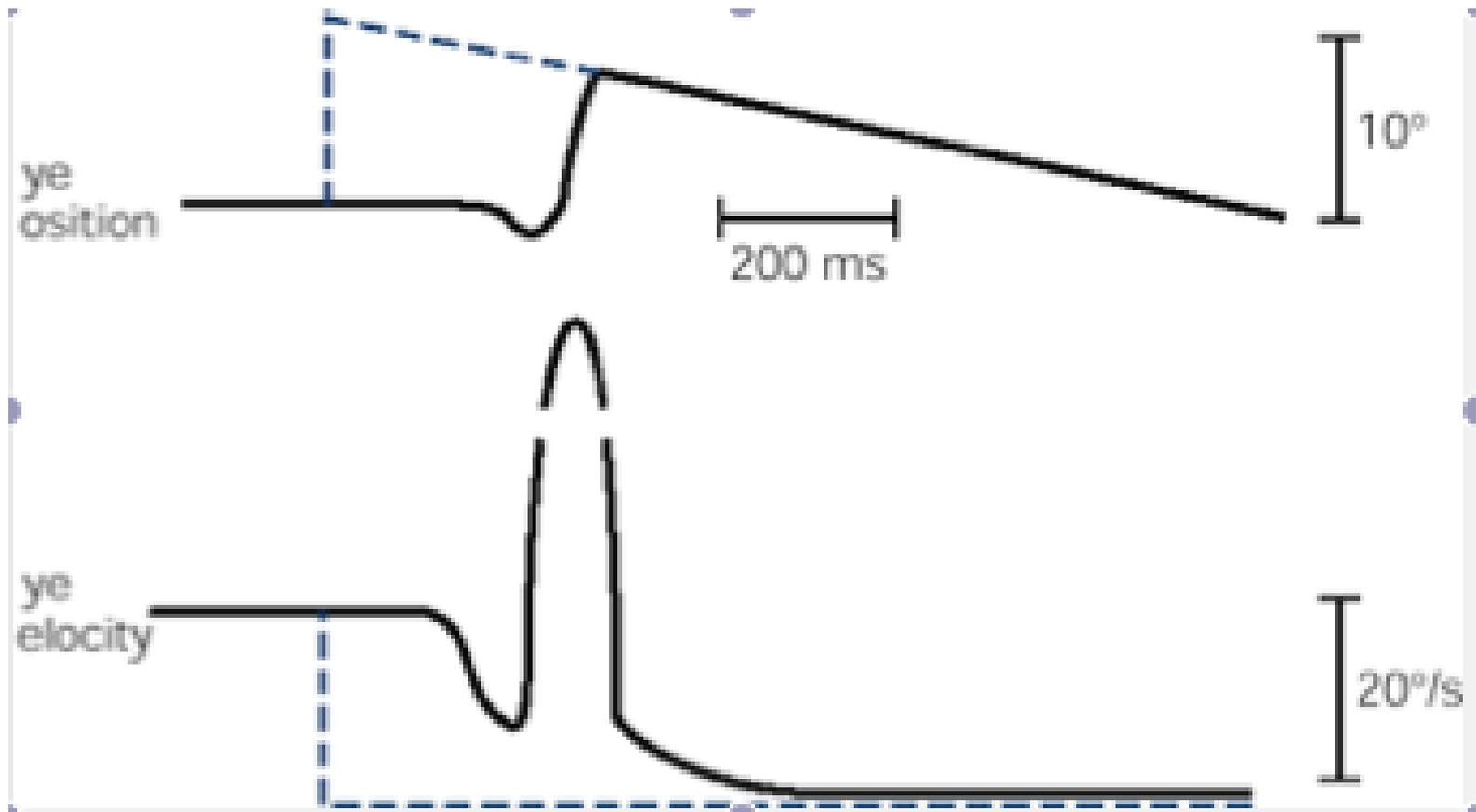
Movimientos oculares sacádicos

DANS, KÖN OCH JAGPROJEKT

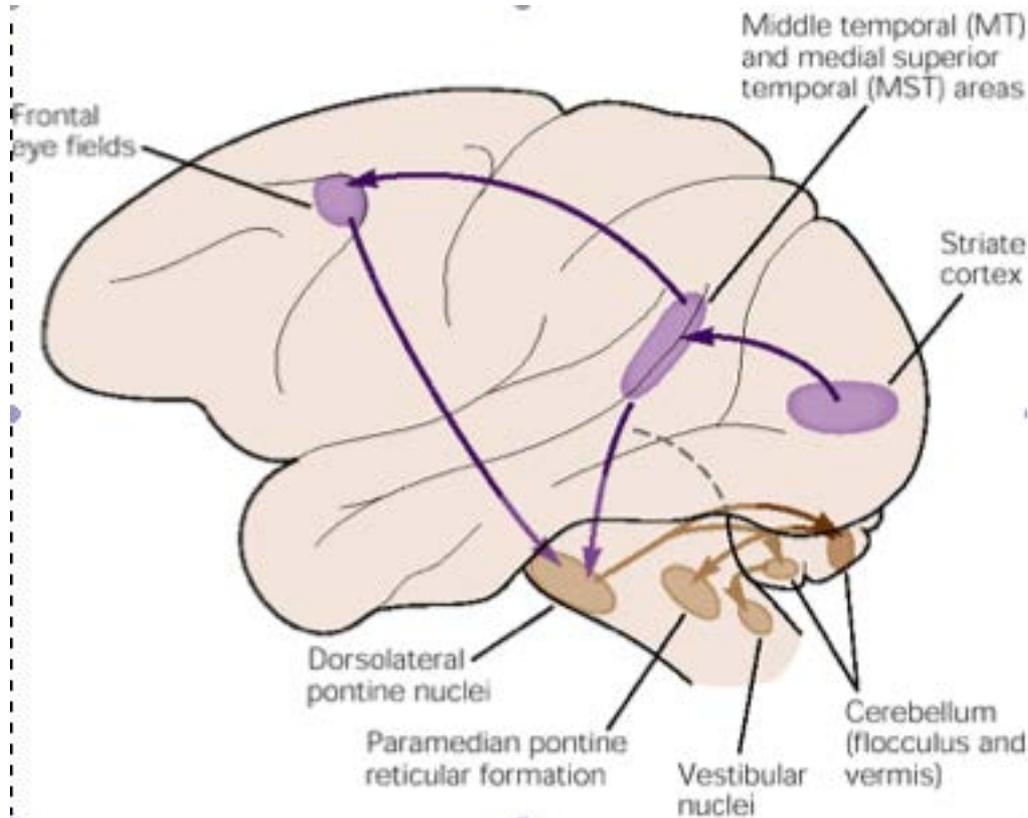
På jakt efter ungdomars kroppsspråk och den "synkretiska dansen", en sammansmältning av olika kulturers dans, har jag i mitt fältarbete under hösten rörligt mig på olika arenor inom skolans värld. Nordiska, afrikanska, syd- och östeuropeiska ungdomar gör sina röster hörda genom sång, musik, skrik, skratt och gestaltat känslor och uttryck med hjälp av kroppsspråk och dans.

Den individuella estetiken framträder i kläder, frisyrer och symboliska tecken som förstärker ungdomarnas "jagprojekt" där också den egna stilen i kroppsrörelserna spelar en betydande roll i identitetsprövningen. Upphållsrummet fungerar som offentlig arena där ungdomarna spelar upp sina performance-liknande kroppsshower

Sistema de seguimiento



Vías corticales para seguimiento



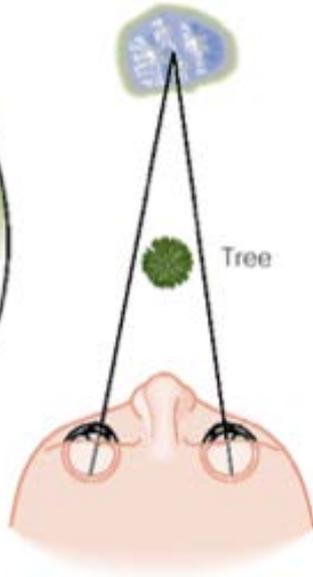
Procesado de la información de movimiento

Valoración computacional de la velocidad del ojo

Focus on mountain



Mountain



Vergencia

Focus on tree



Vergencia

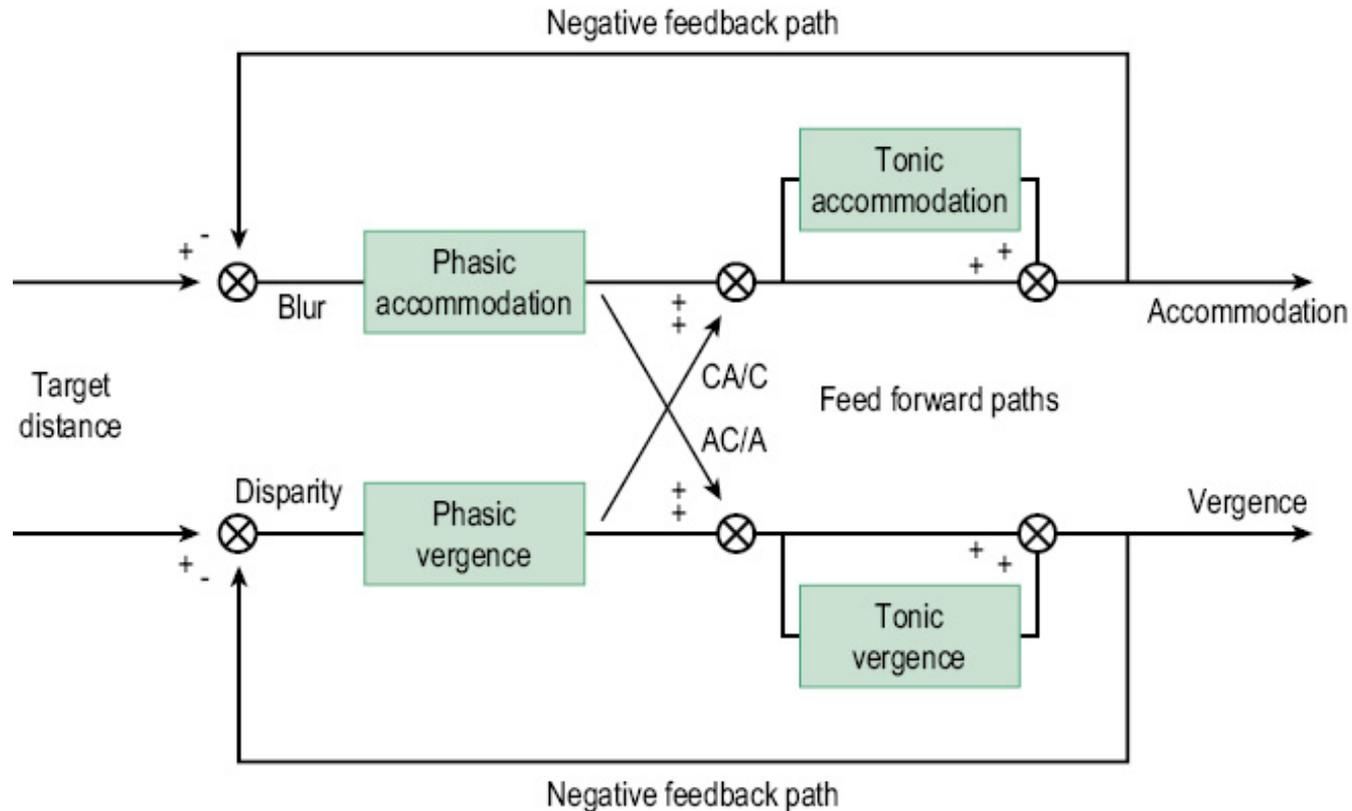
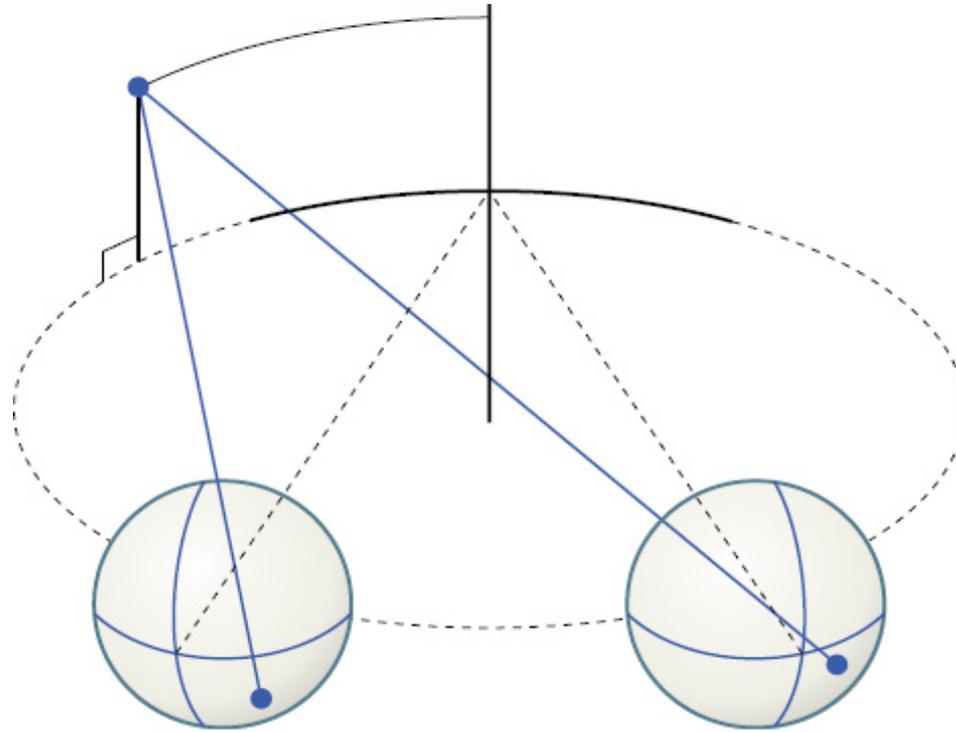
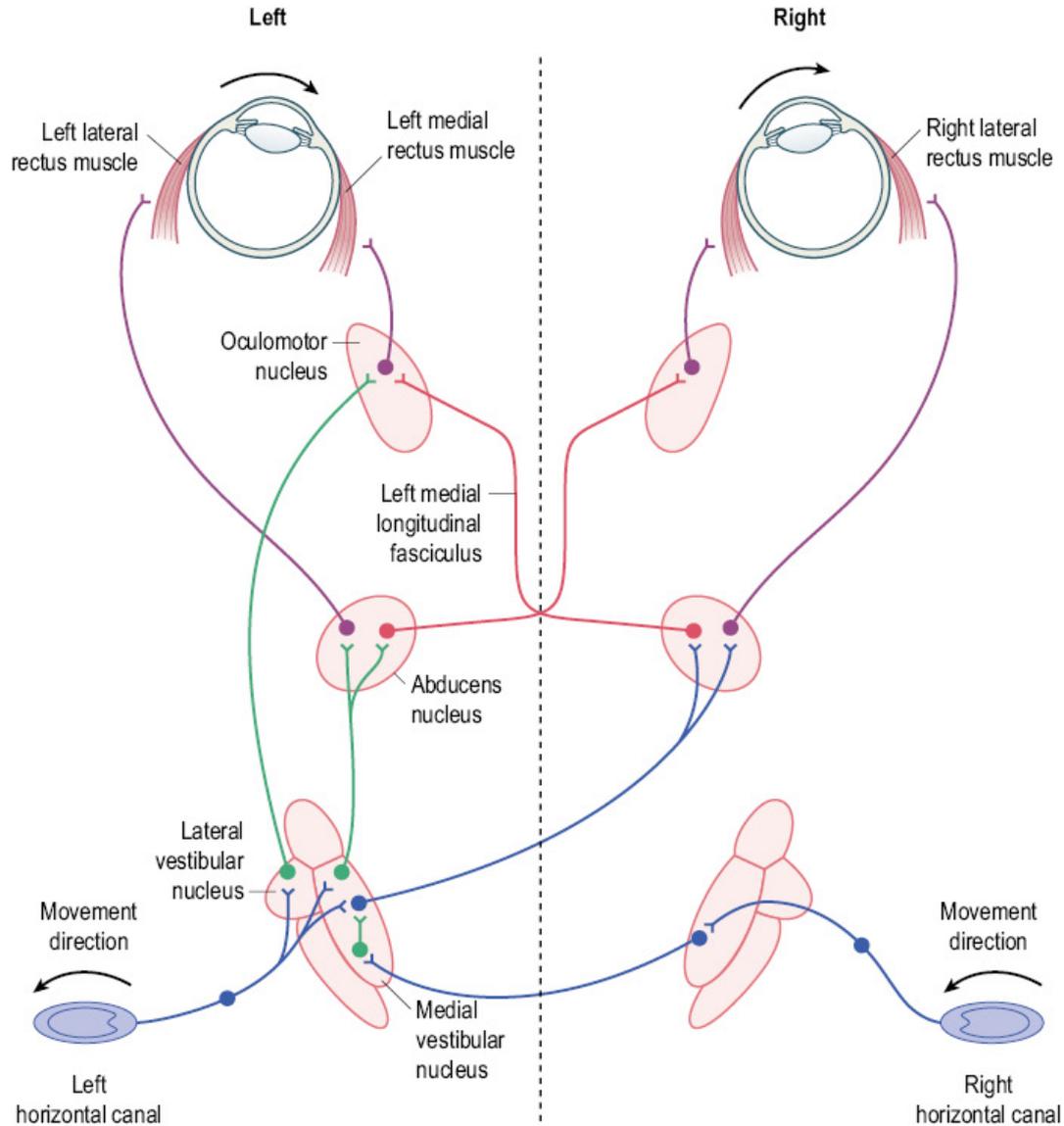


Figure 9.12 For convergence at a finite viewing distance, points in tertiary directions subtend unequal vertical visual angles at the two eyes, which produce vertical disparities.

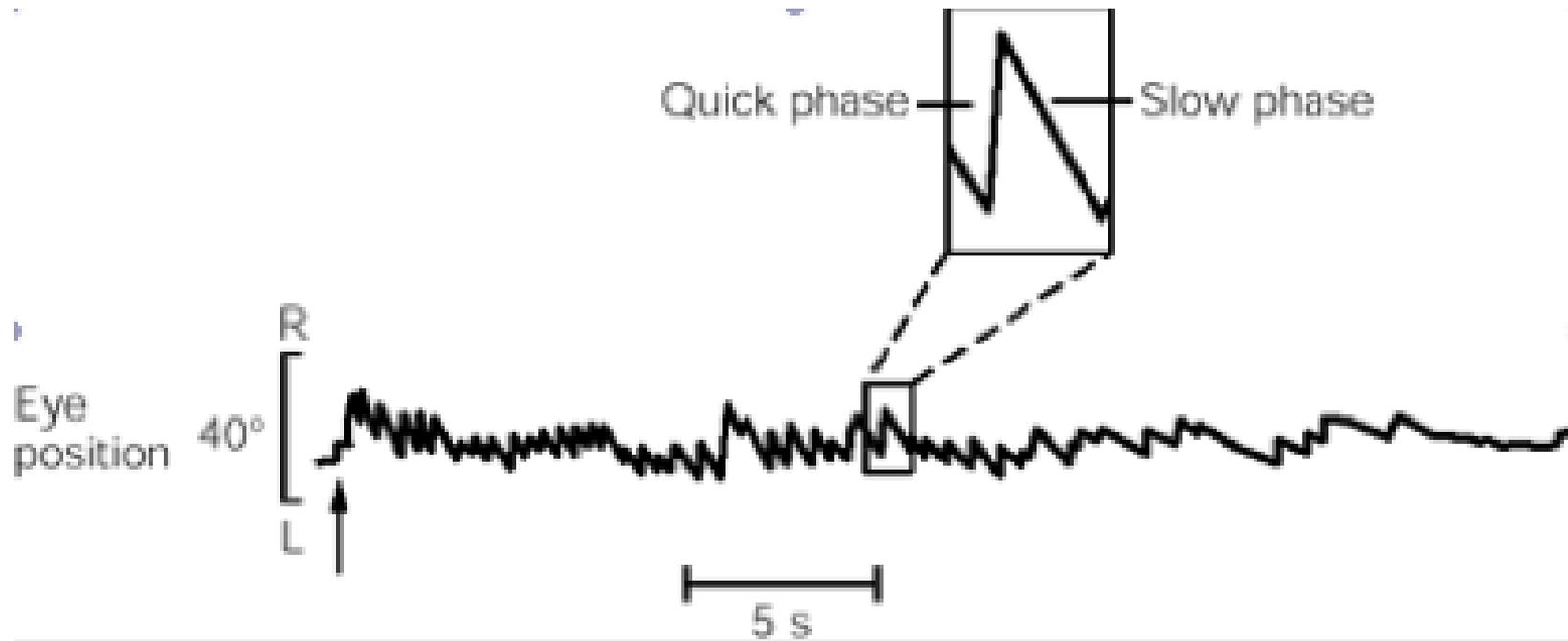
Vergencia y disparidades



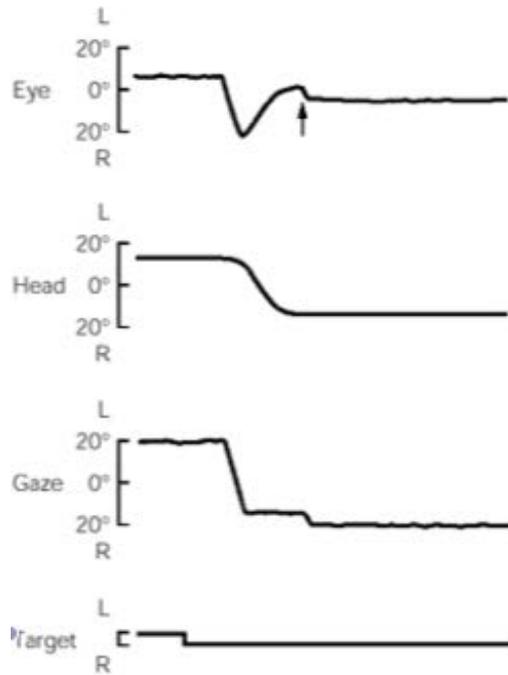
Reflejo vestibulo-ocular



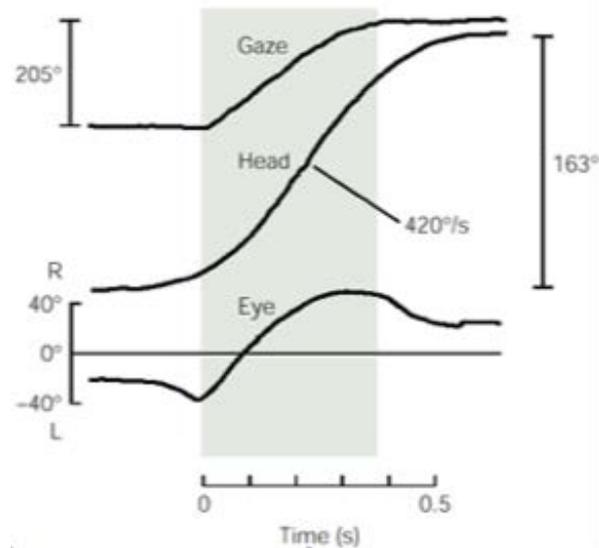
Nistagmo vestibular



A Small gaze shift



B Large gaze shift



Movimientos coordinados de cabeza y ojo

Pequeños mov. cabeza y ojo secuencial

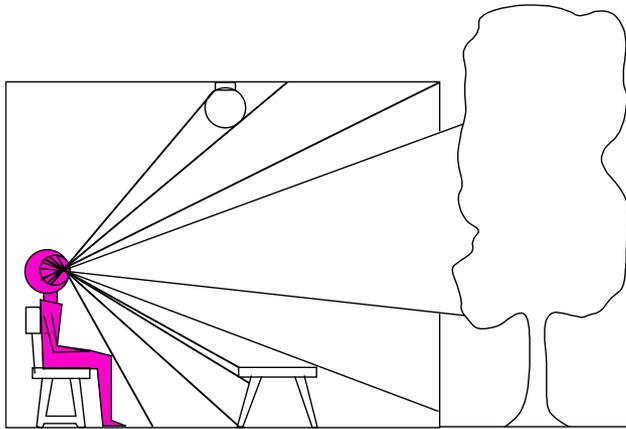
Grandes mov. cabeza y ojo simultáneos



PROCESAMIENTO VISUAL EN EL CEREBRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

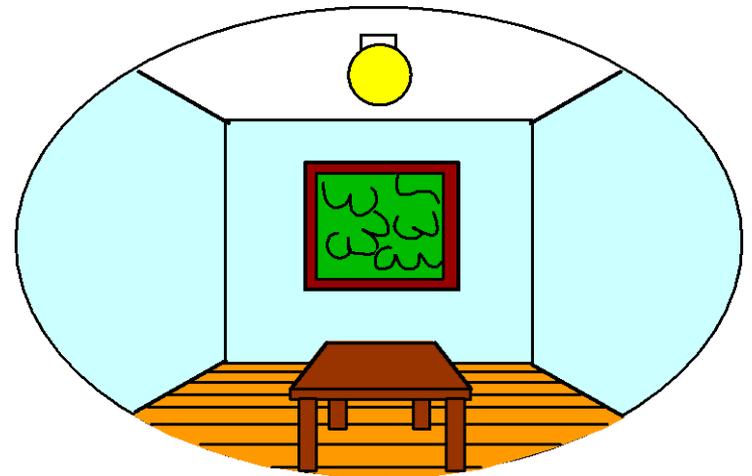
What do we see?

3D world



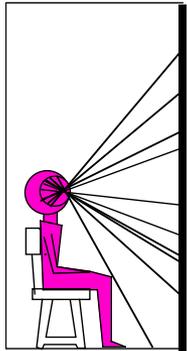
Point of observation

2D image



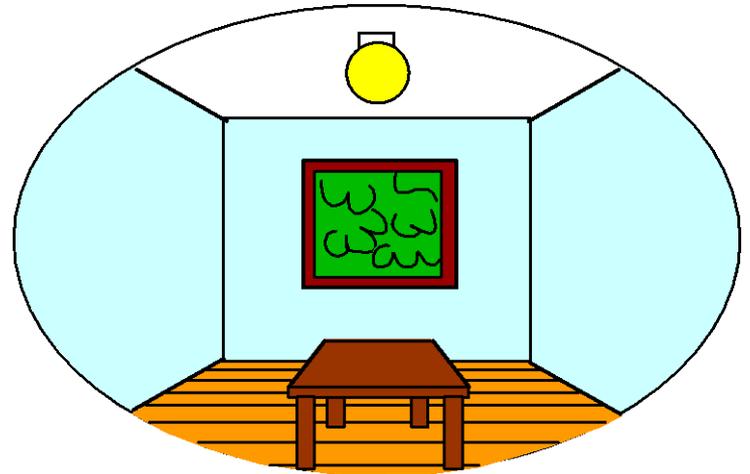
What do we see?

3D world



Painted
backdrop

2D image



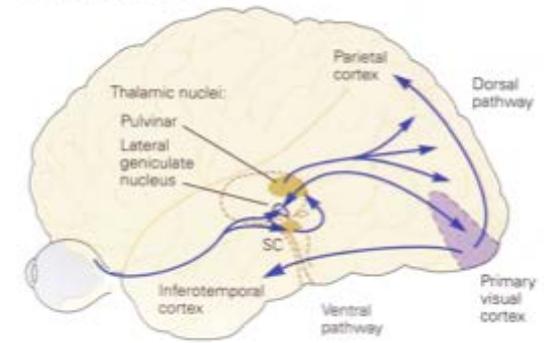
La percepción visual es un proceso constructivo.

El sistema visual crea una representación 3D del mundo a partir de las imágenes 2D de la retina.

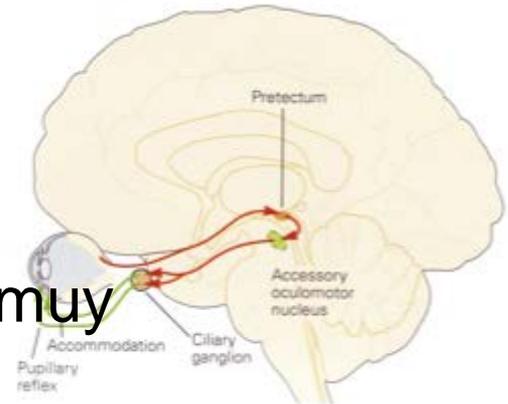
La visión es un proceso holístico. Concepto muy apoyado por la escuela alemana de la psicología de la Gestalt

El procesamiento visual utiliza una vía distinta de la respuesta vegetativa y de la de los movimientos oculares.

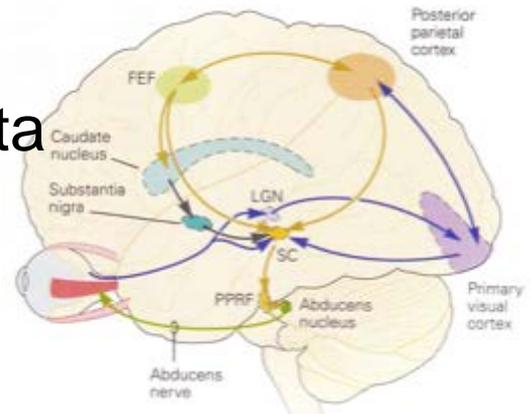
A Visual processing



B Pupillary reflex and accommodation



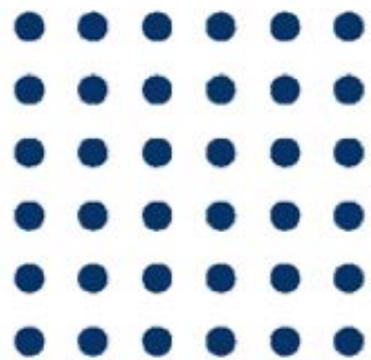
C Eye movement (horizontal)



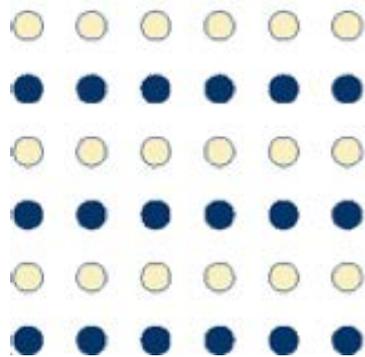
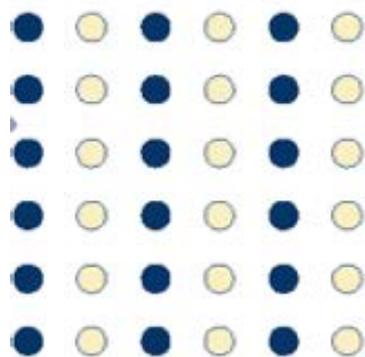
Leyes de la percepción

- Parecido (similarity)
- Proximidad
- Saliencia de contornos (good continuation)

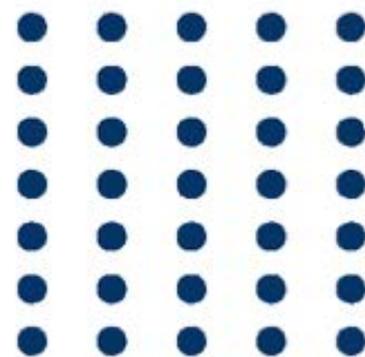
A Ambiguous pattern



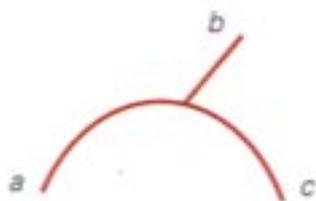
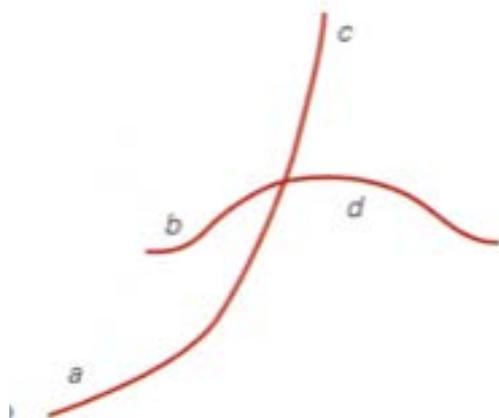
B Similarity



C Proximity



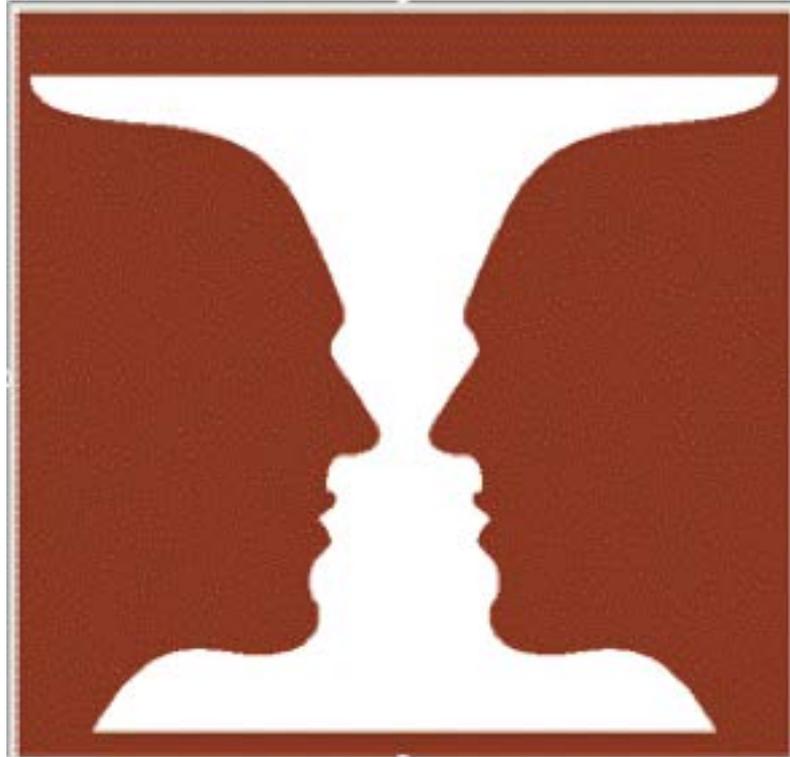
C Good continuation



Separación del objeto del fondo



Construcción de la imagen



Segregar manchas blancas de negras? Objeto fondo?







Tres niveles de análisis de una escena: inferior, intermedio y superior (Kandle).

Nivel inferior: se discriminan atributos visuales como el contraste Local, orientación, color y movimiento.

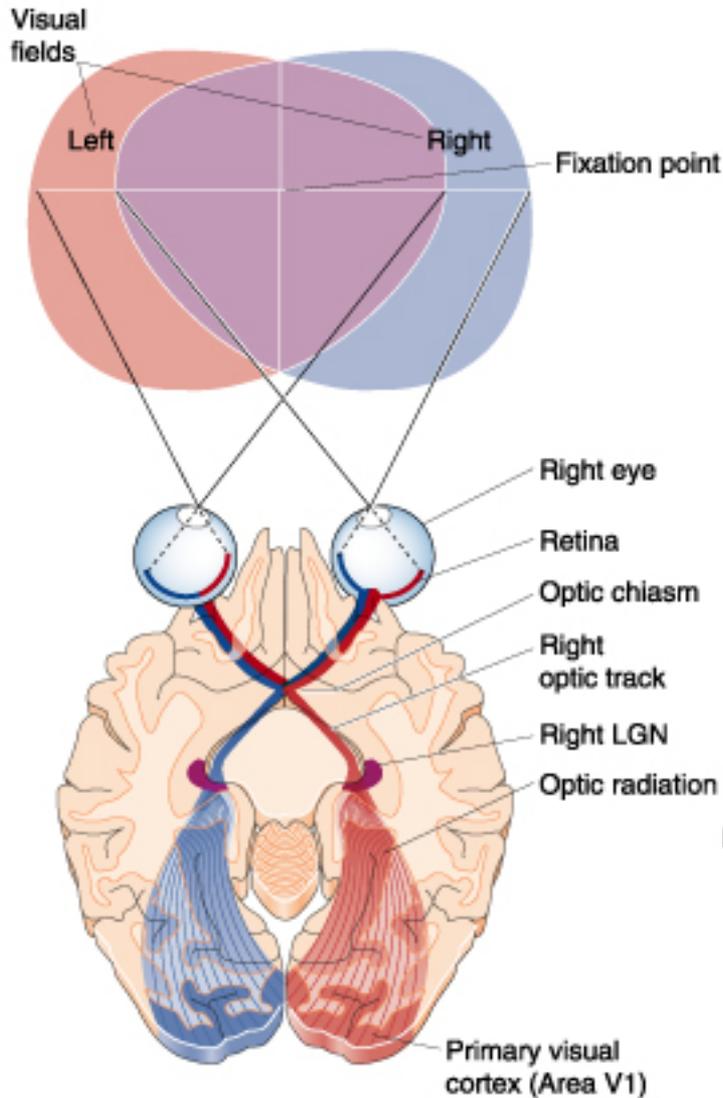
Nivel intermedio: se analizan superficies y contornos globales y se distinguen el fondo del propio objeto.

Nivel superior: reconocimiento de objetos. Los objetos se comparan con nuestras memorias y sus significados asociados.

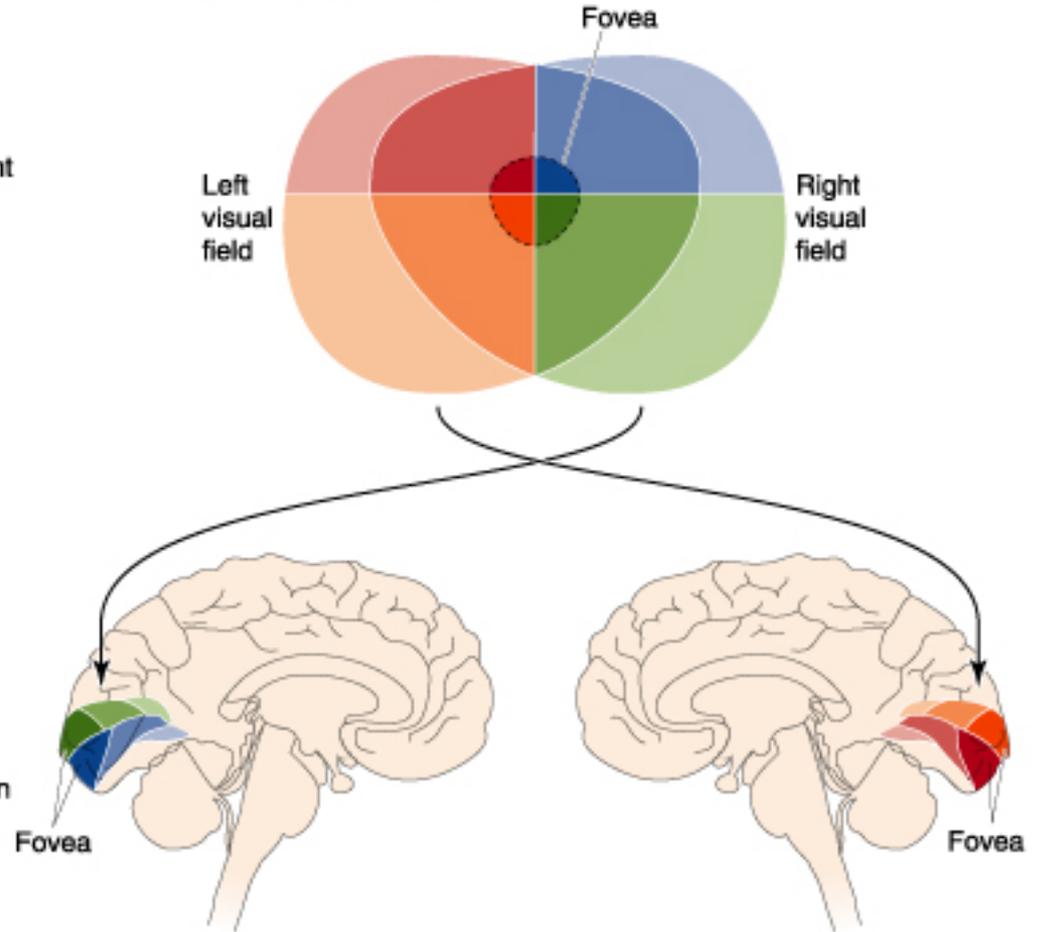
No olvidar que la visión también juega un importantísimo papel en la navegación y en la guía de los movimientos de las manos (coordinación visuo-motora).



A VISUAL FIELDS AND THE PRIMARY VISUAL CORTEX

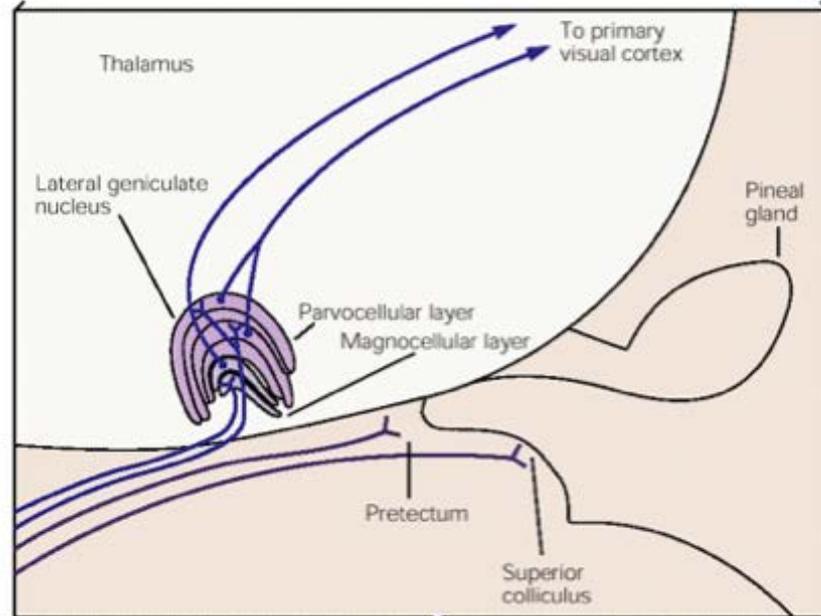
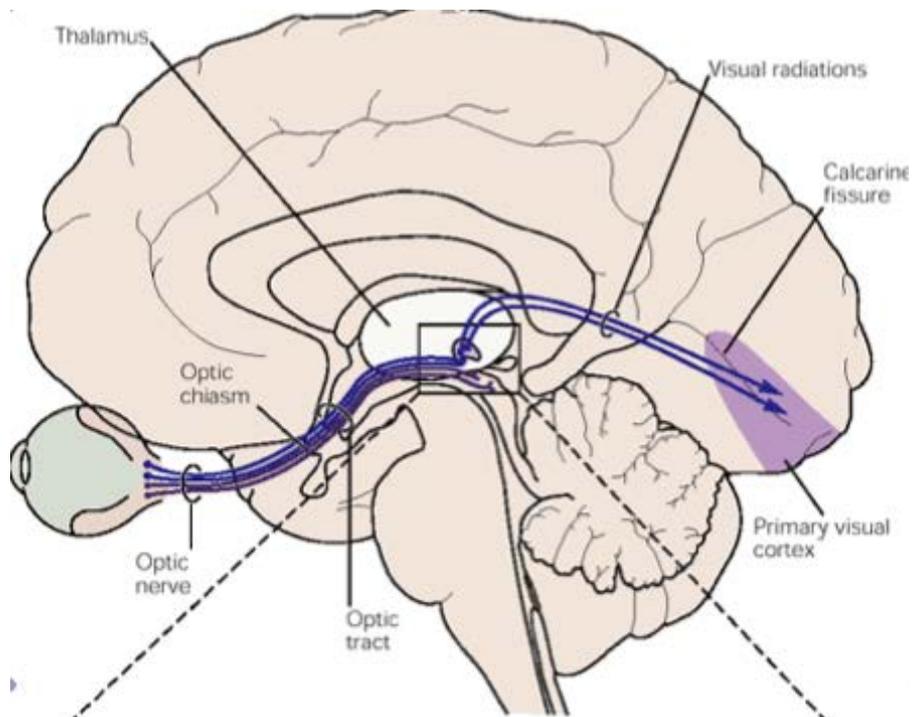


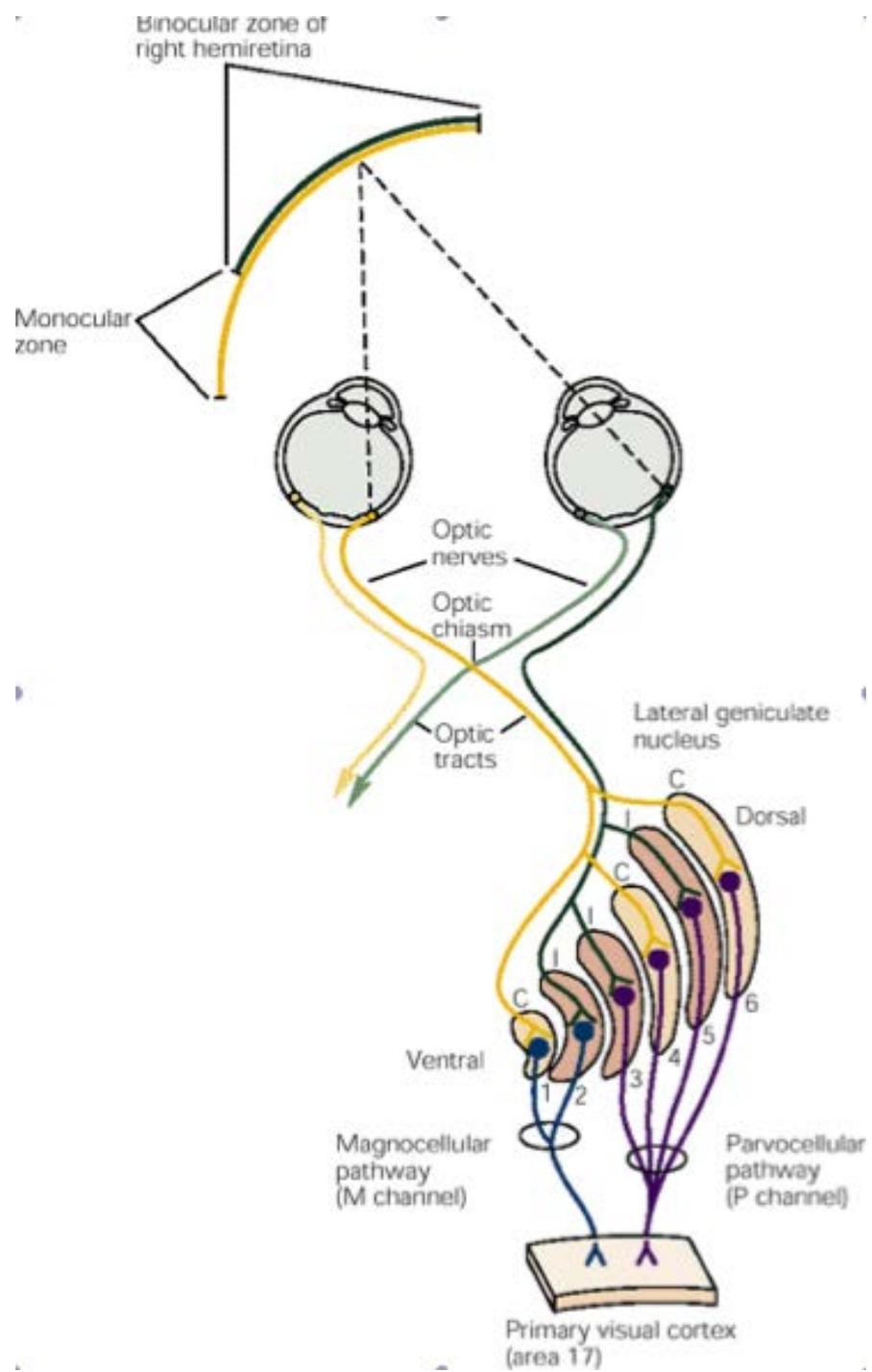
B VISUOTOPY OF THE PRIMARY VISUAL CORTEX



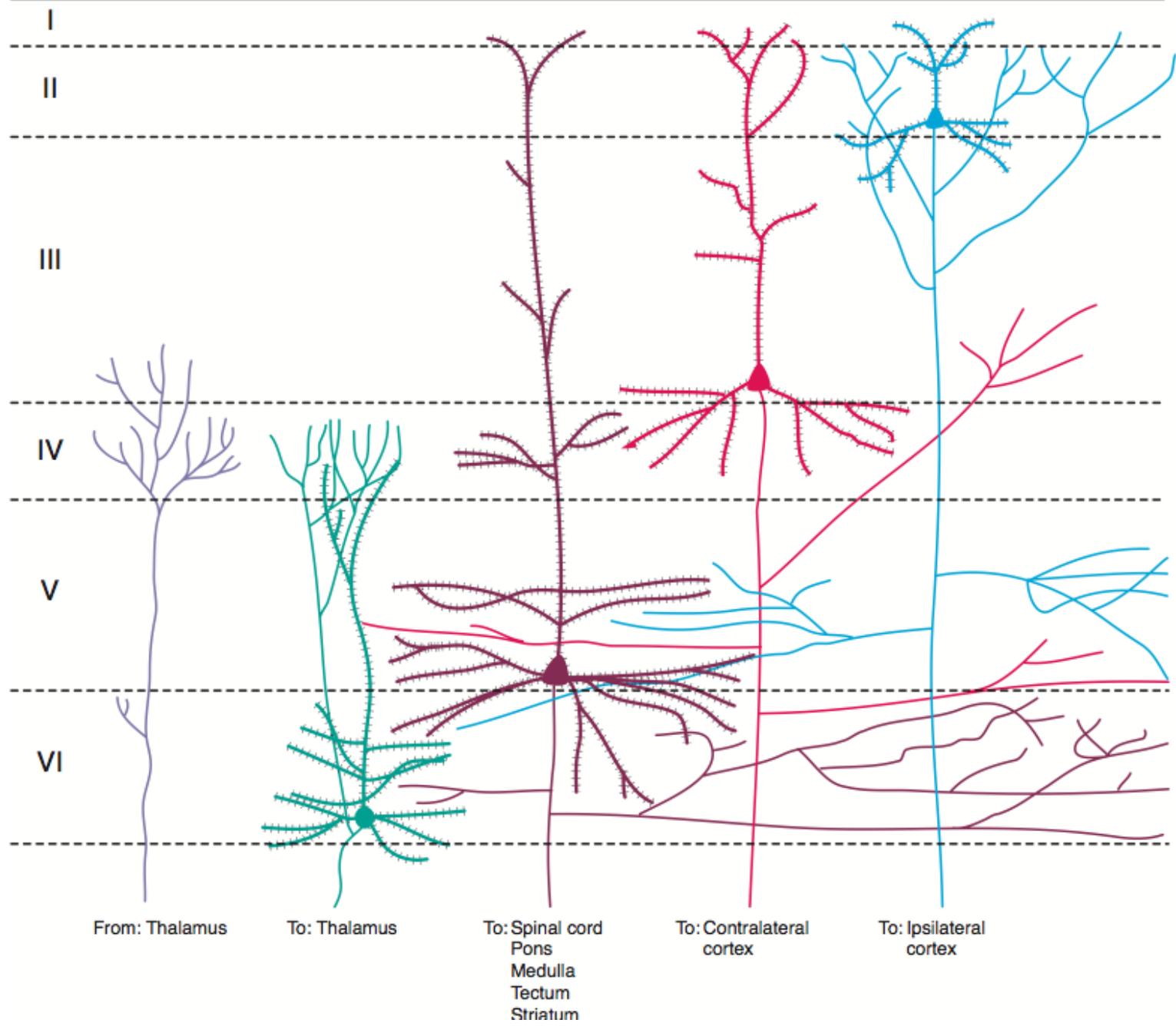
- Specific regions of each retina are mapped to specific areas of the cortex where information is integrated into a coherent visual perception

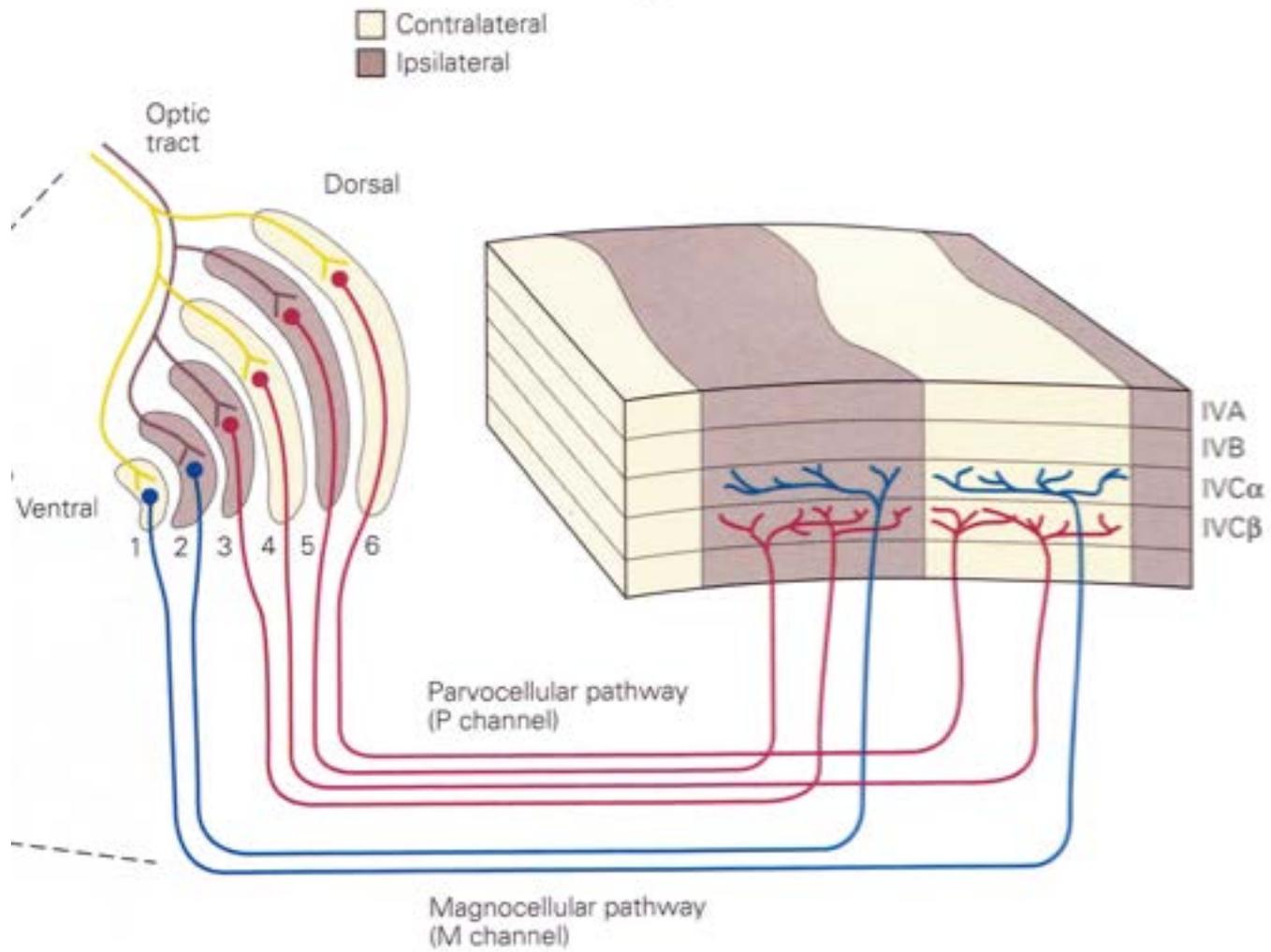
Copyright © 2002, Elsevier Science (USA). All rights reserved.



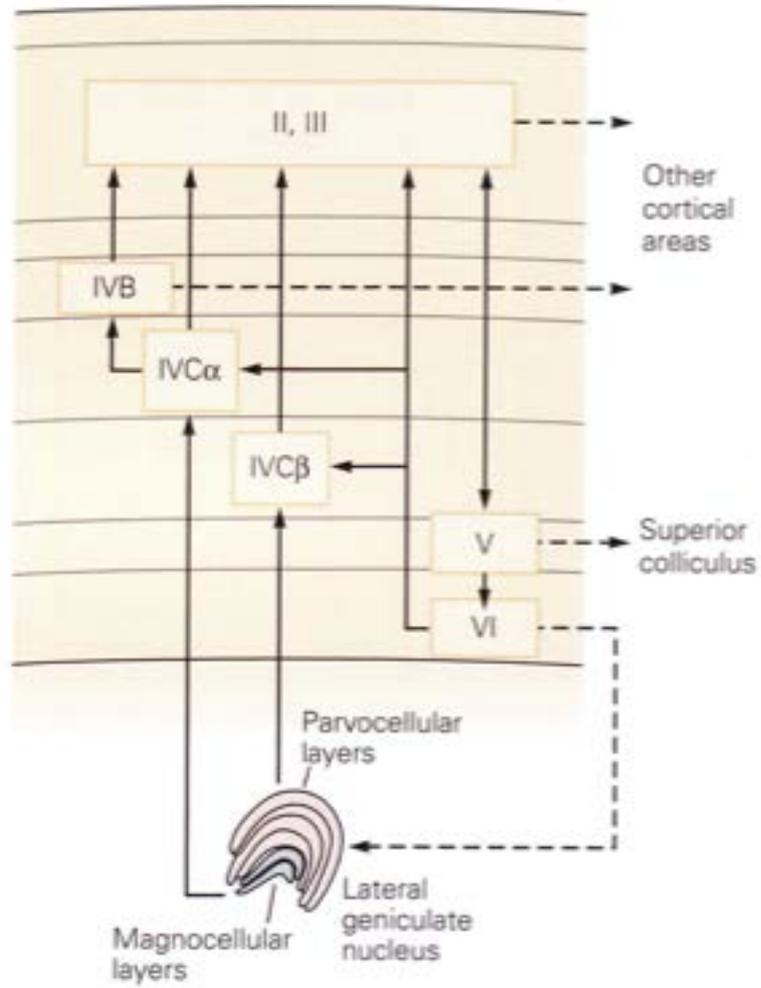


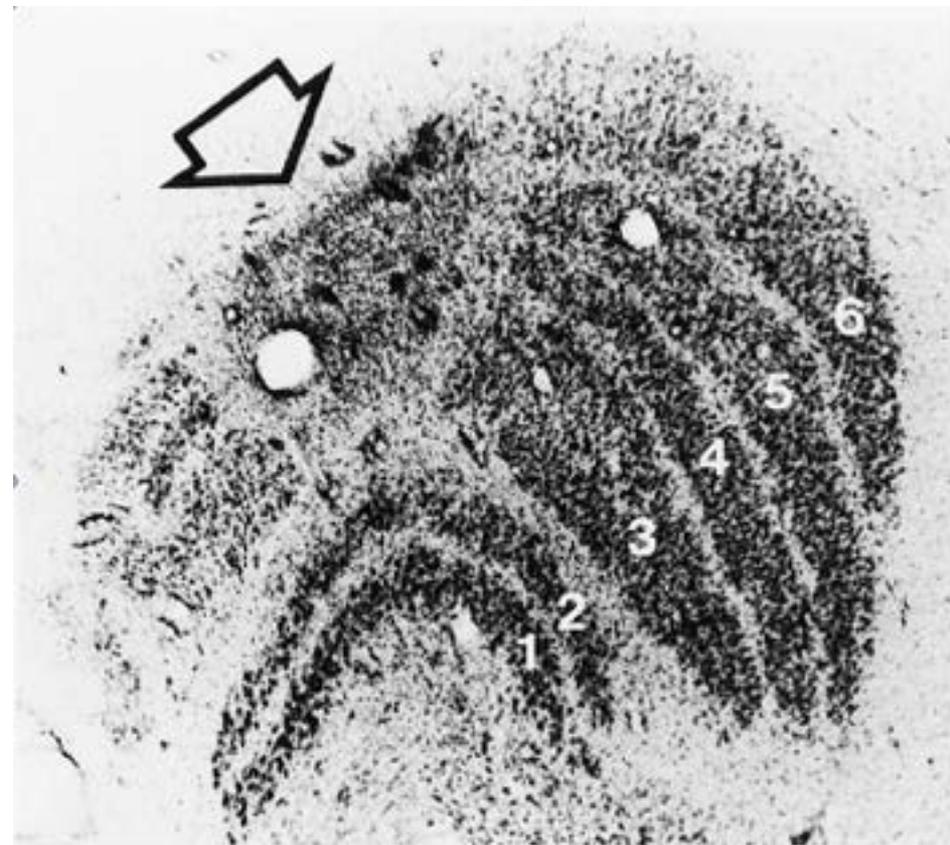
Cortical layer





B Simplified diagram of intrinsic circuitry





Parvocellular lesion

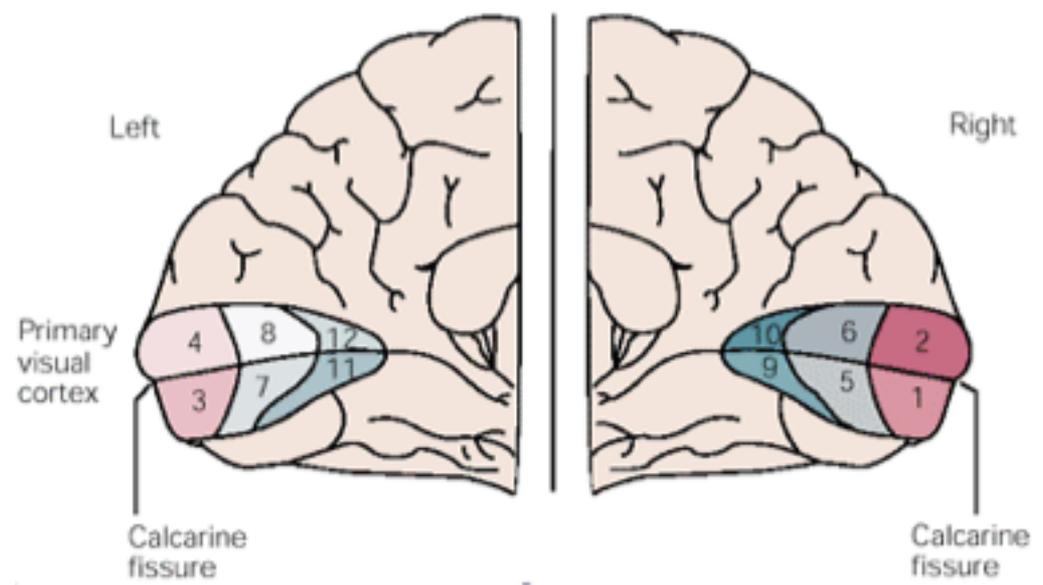
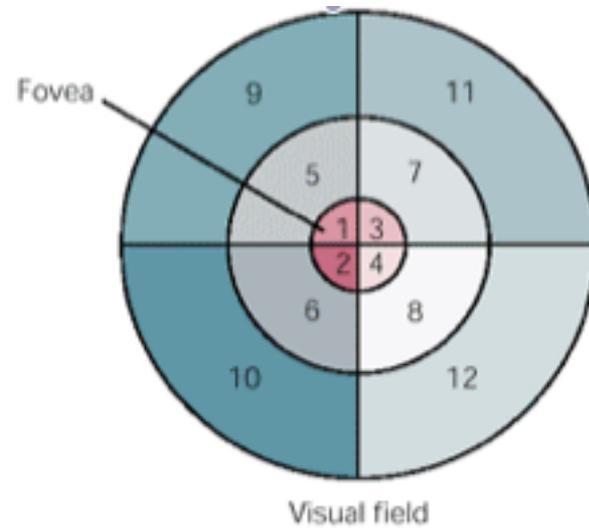
0.5 mm



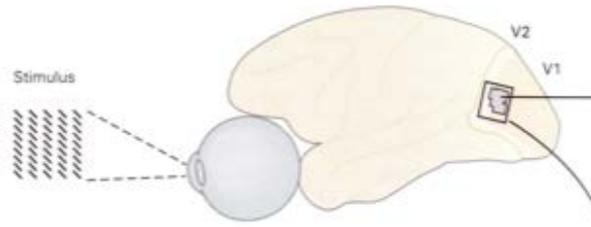
Magnocellular lesion

Table 27-1 Differences in the Sensitivity of M and P Cells to Stimulus Features

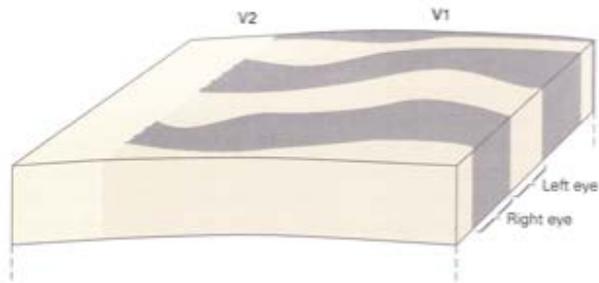
Stimulus feature	Sensitivity	
	M cells	P cells
Color contrast	No	Yes
Luminance contrast	Higher	Lower
Spatial frequency	Lower	Higher
Temporal frequency	Higher	Lower



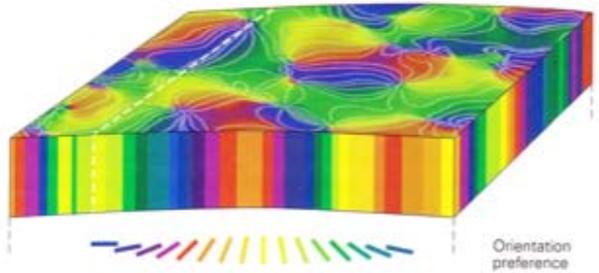
A Visuotopic map



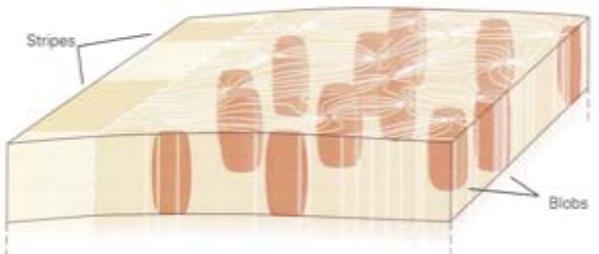
B Ocular dominance columns

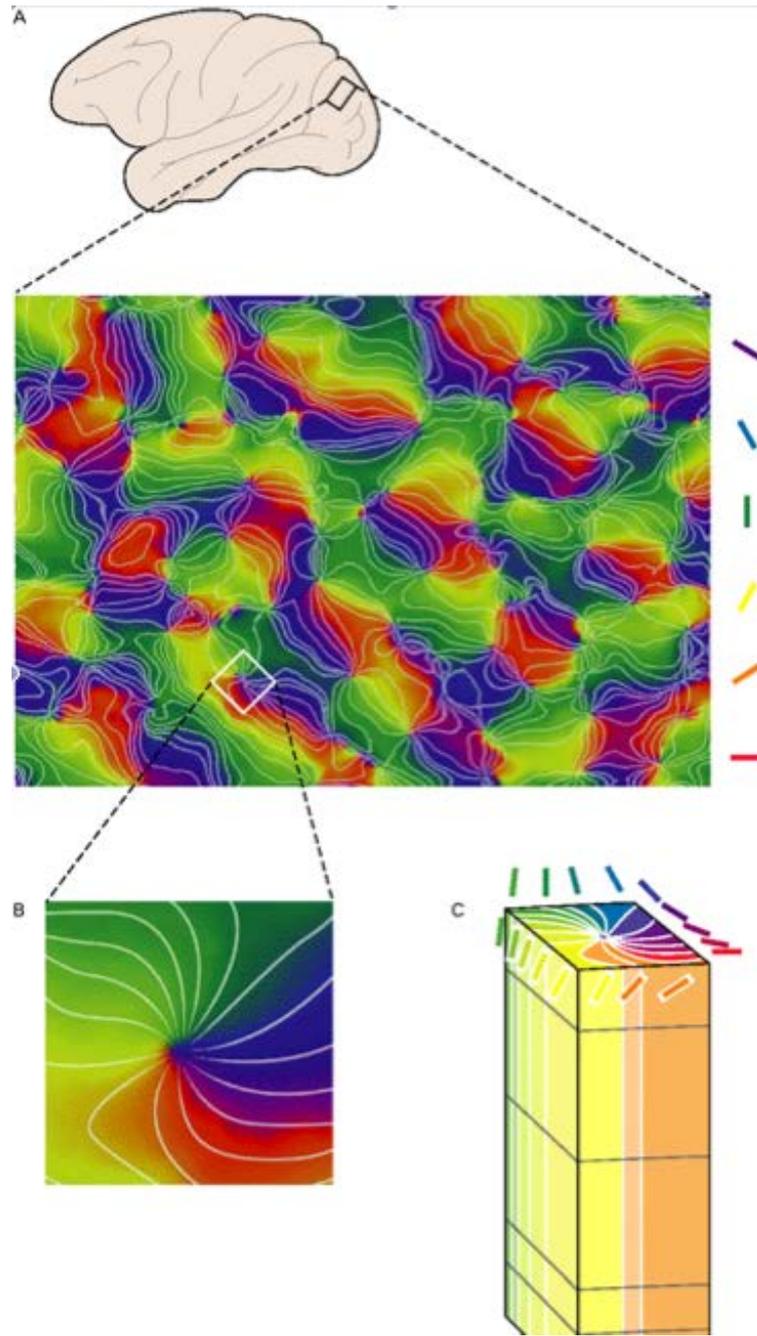


C Orientation columns

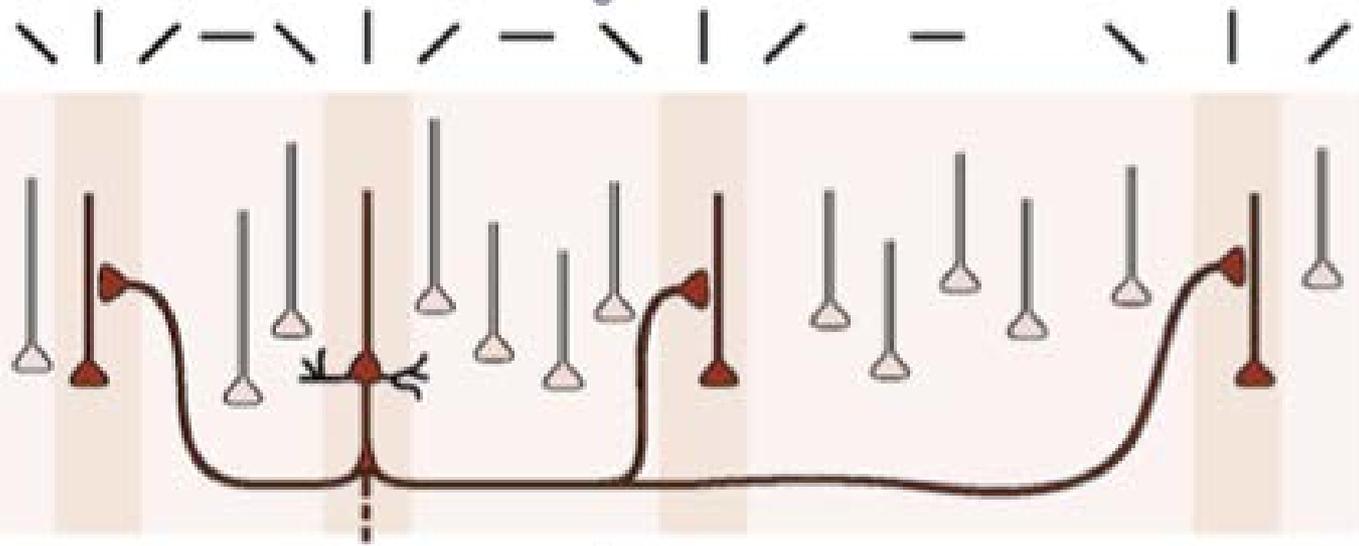


D Blobs, interblobs (V1), and stripes (V2)

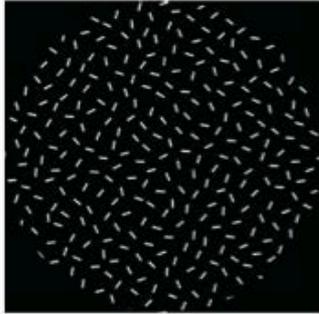
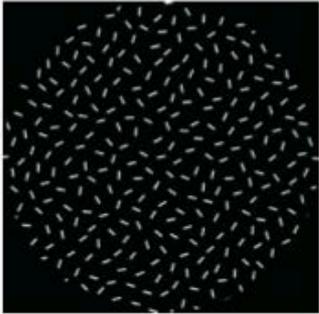
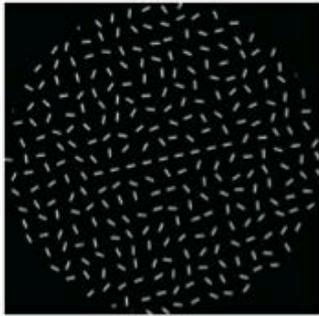
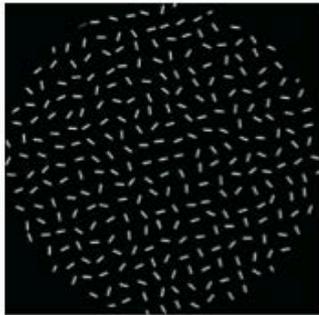




Axis of orientation



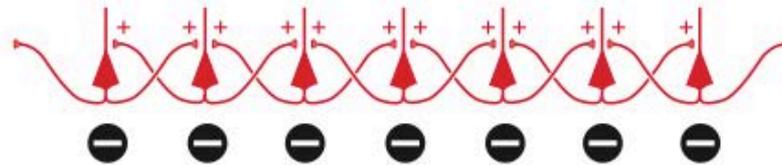
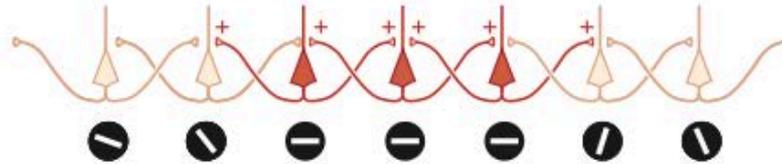
A Visual field



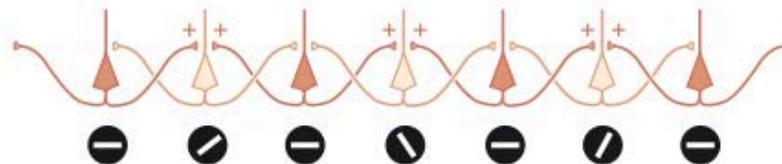
B Laterally connected V1 neurons

Features affecting contour saliency

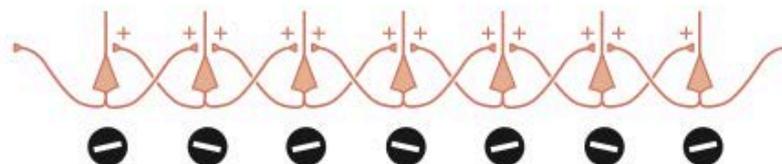
Number of line elements



Spacing of collinear line elements



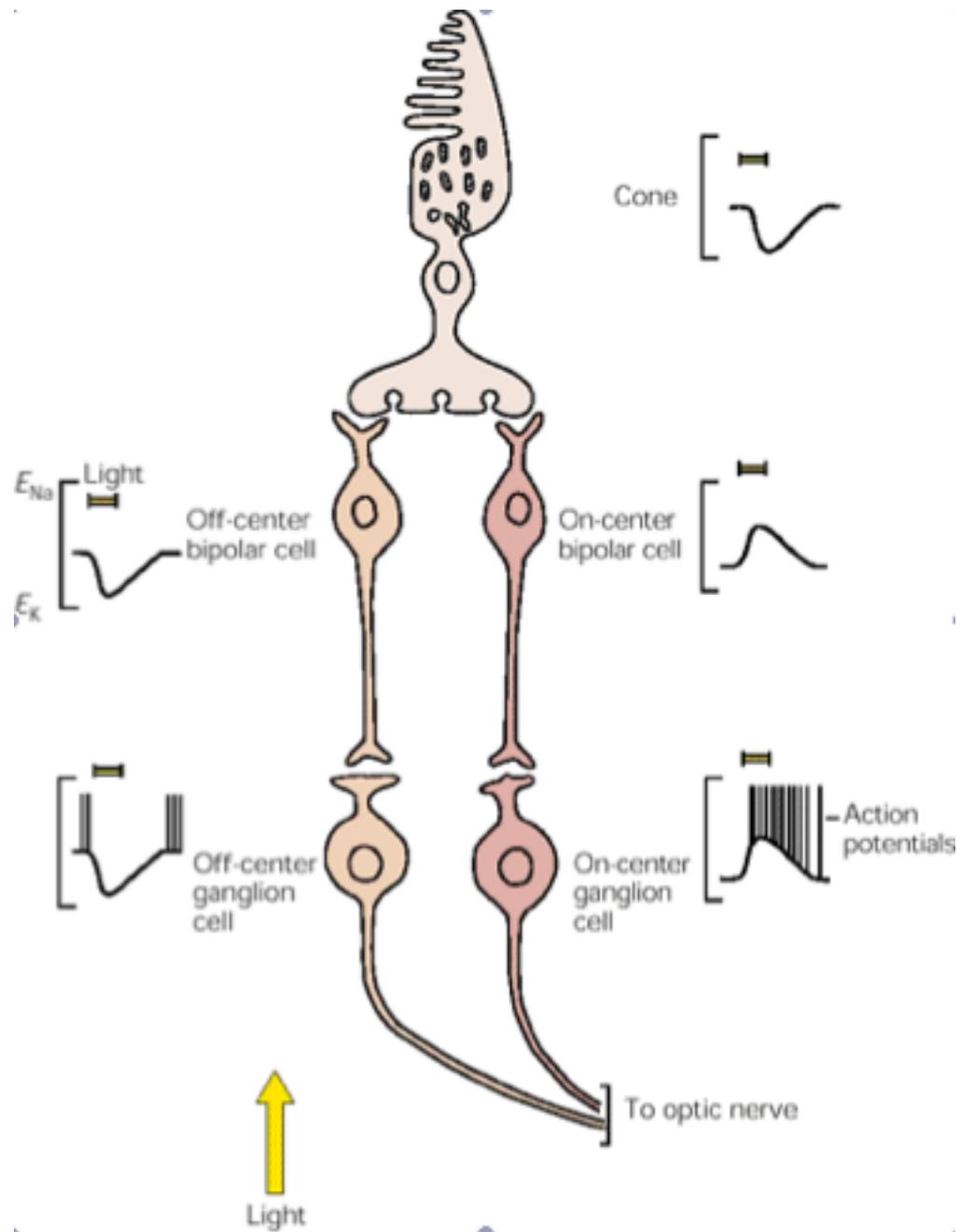
Smoothness of contour

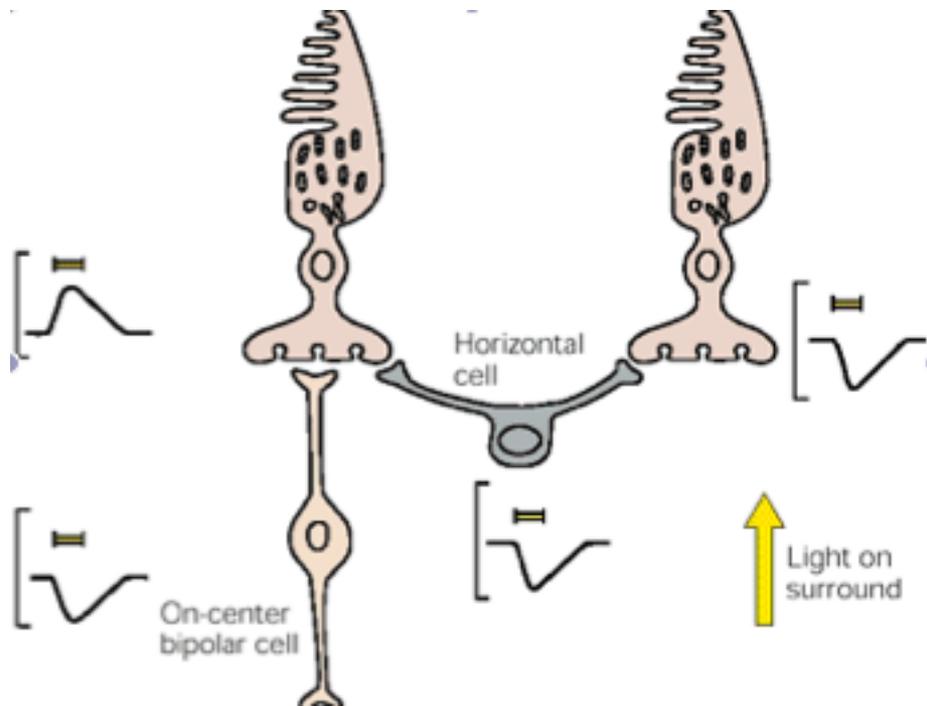


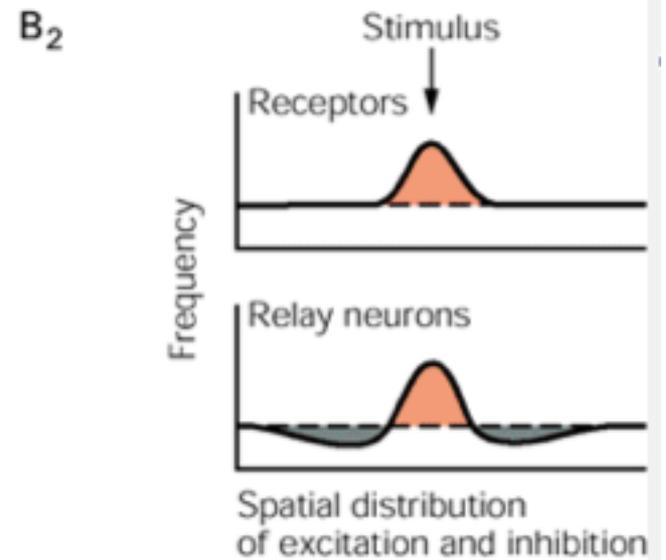
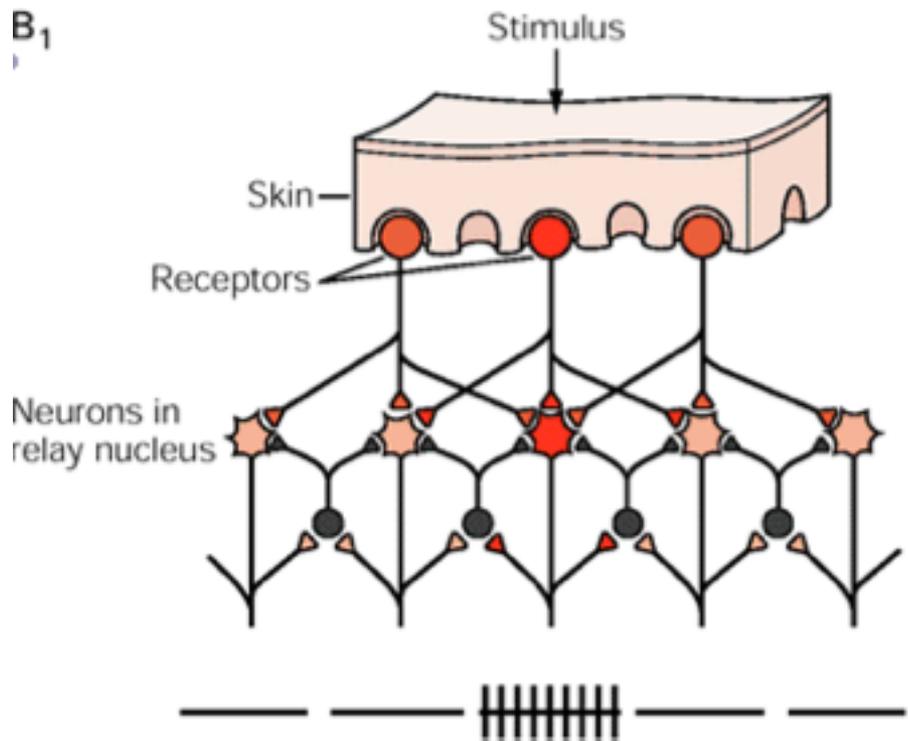
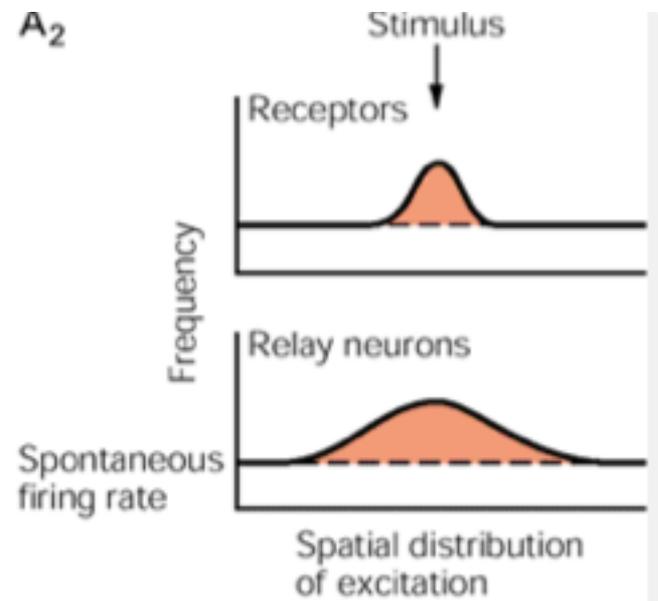
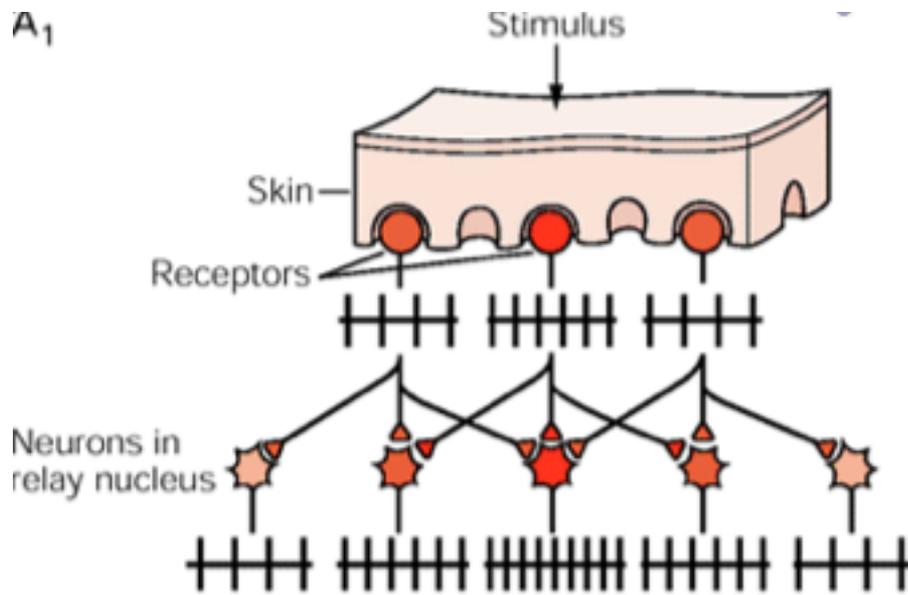
LOW-LEVEL PROCESSING

CAMPOS RECEPTORES

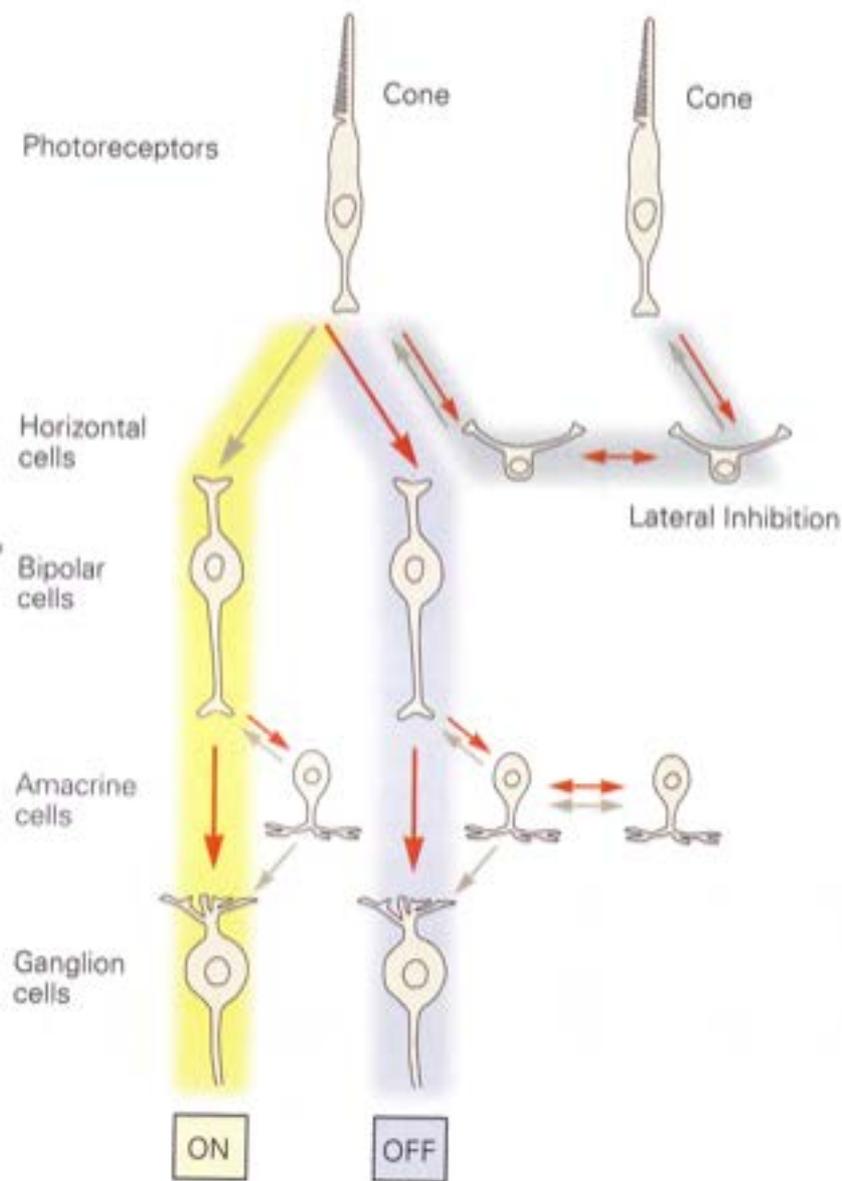




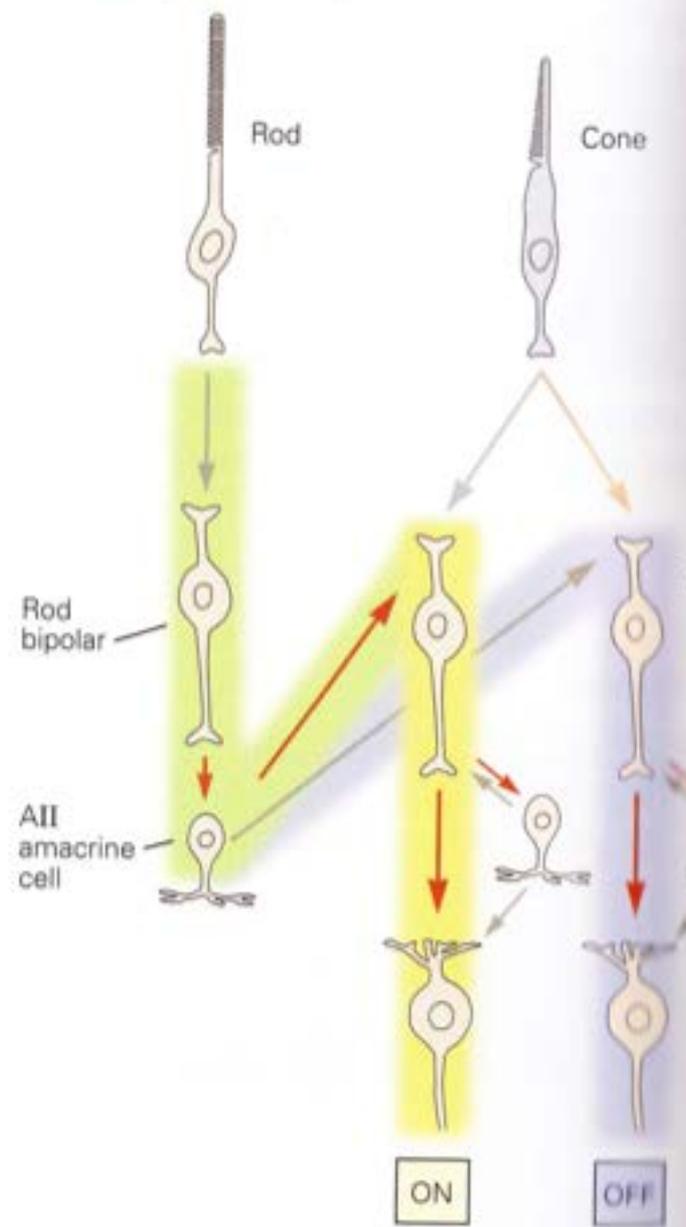




A Cone signal circuitry



B Rod signal circuitry

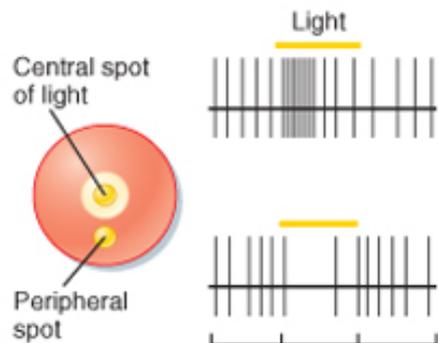




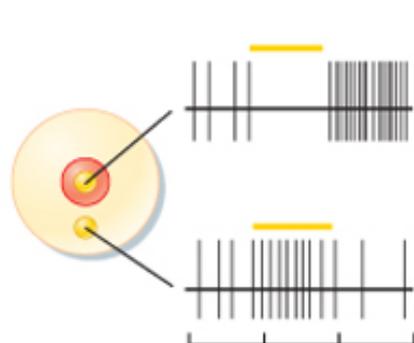
A On-center field



F Off-center field



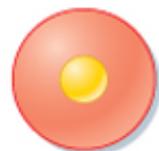
B On-center cell responses



G Off-center cell responses



C Central illumination



H Central illumination



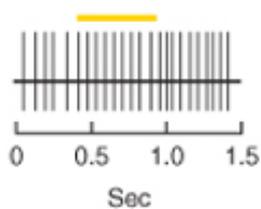
D Annular illumination



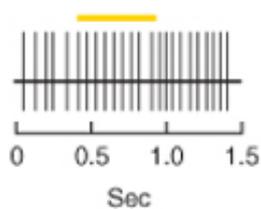
I Annular illumination



E Diffuse illumination



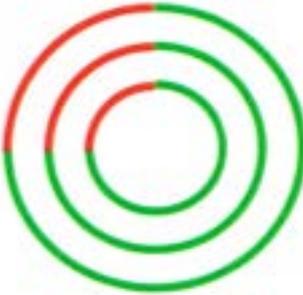
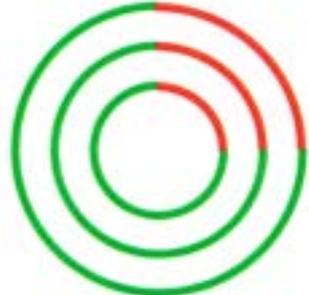
J Diffuse illumination



INTERMEDIATE-LEVEL PROCESSING

La construcción de contornos





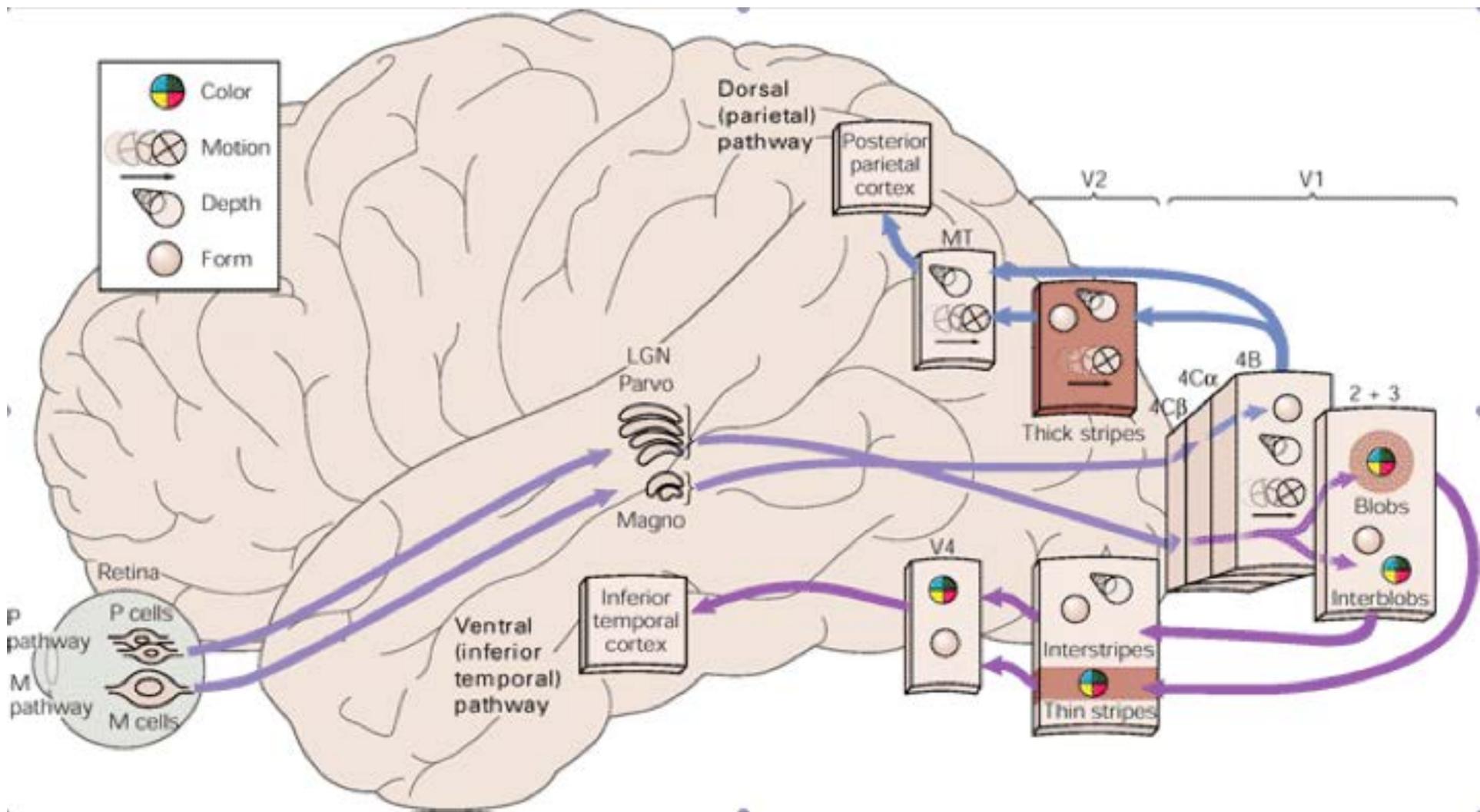
Tamaño percibido



CAMPOS RECEPTORES



HIGHER-LEVEL PROCESSING



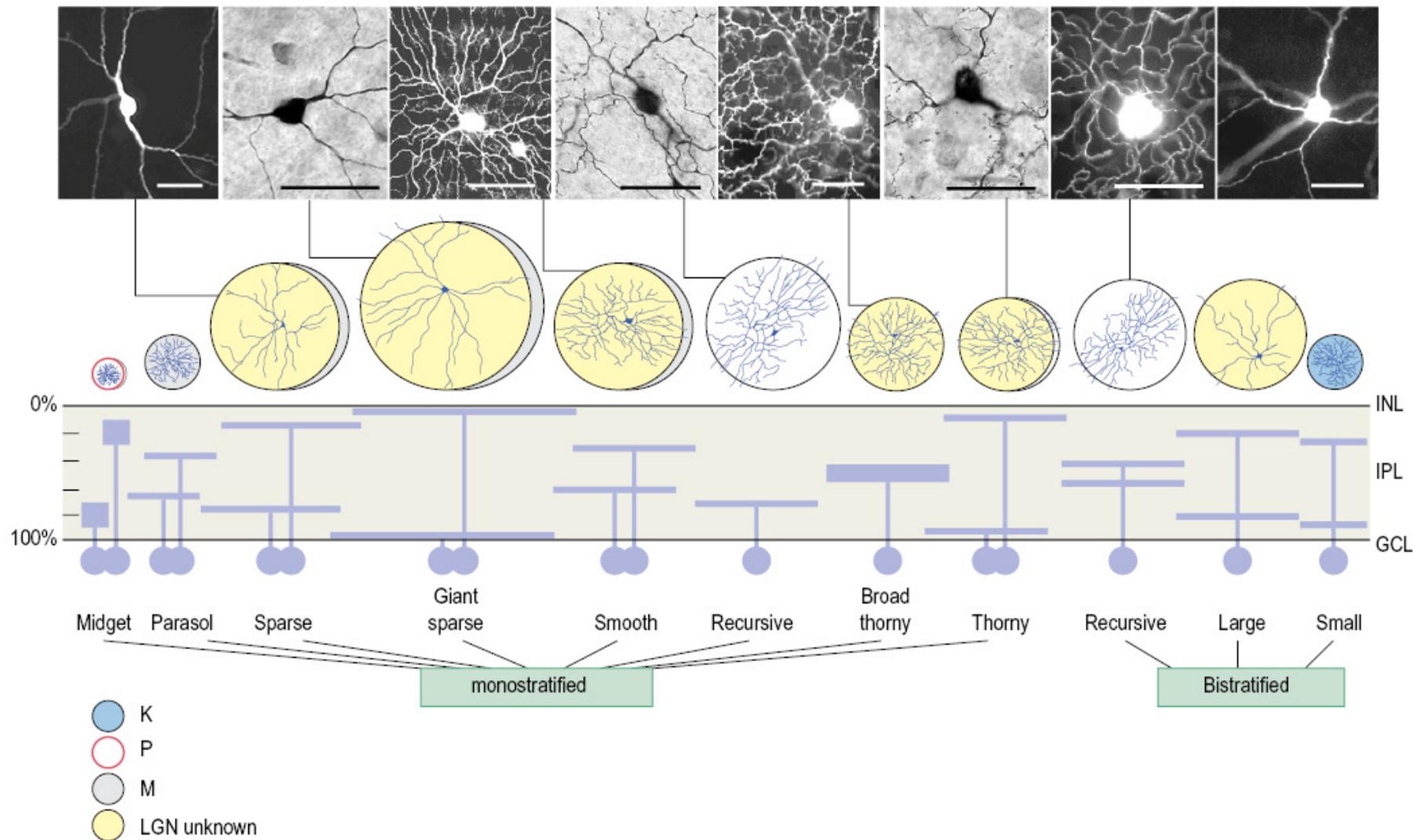


Figure 29.4 Many different types of retinal ganglion cells project to the LGN. Photomicrographs show details of cell morphology (scale bars = 50 μm) and the cell drawings and disks show the relative dendritic field sizes. The midget (red circle) and parasol (gray) cells are known to project to the P and M layers, respectively. The small bistratified cells (blue) are known to project to the K layers. Several other types of retinal ganglion cells (yellow) are also known to project to the LGN, but the layer specificity of their projection is currently unknown. The other cell types shown do not project to the LGN.

(Modified from Dacey. © 2004 Massachusetts Institute of Technology, by permission of the MIT Press.)

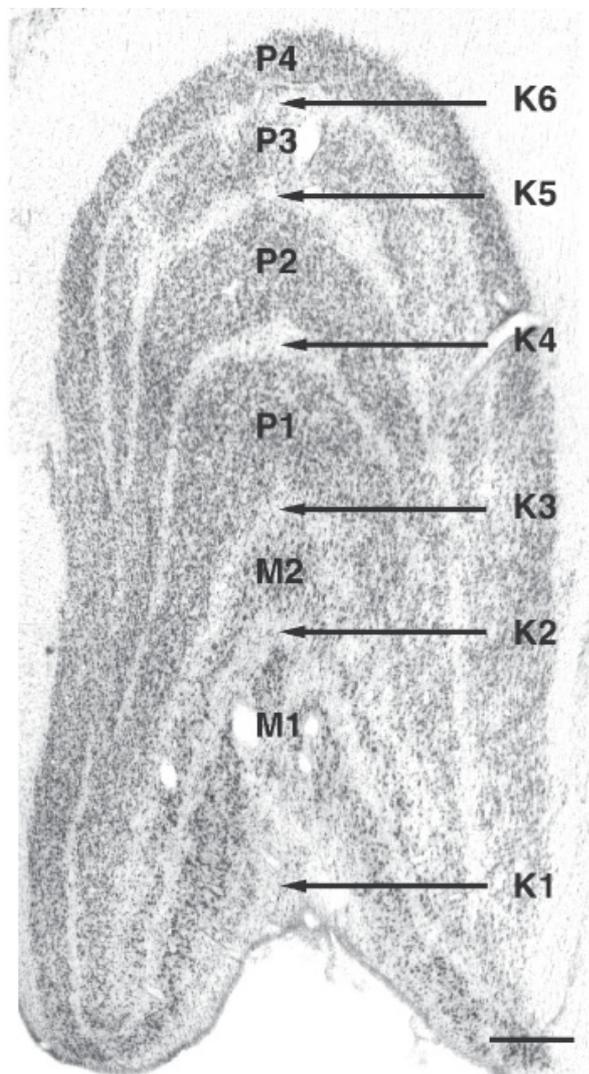


Figure 29.3 A coronal Nissl (cell) stained section through the LGN of a macaque monkey showing the parvocellular (P), magnocellular (M), and koniocellular (K) layers. At this cross-sectional level of the nucleus there are four P layers, two M layers, and six K layers. Scale bar = 500 μm .

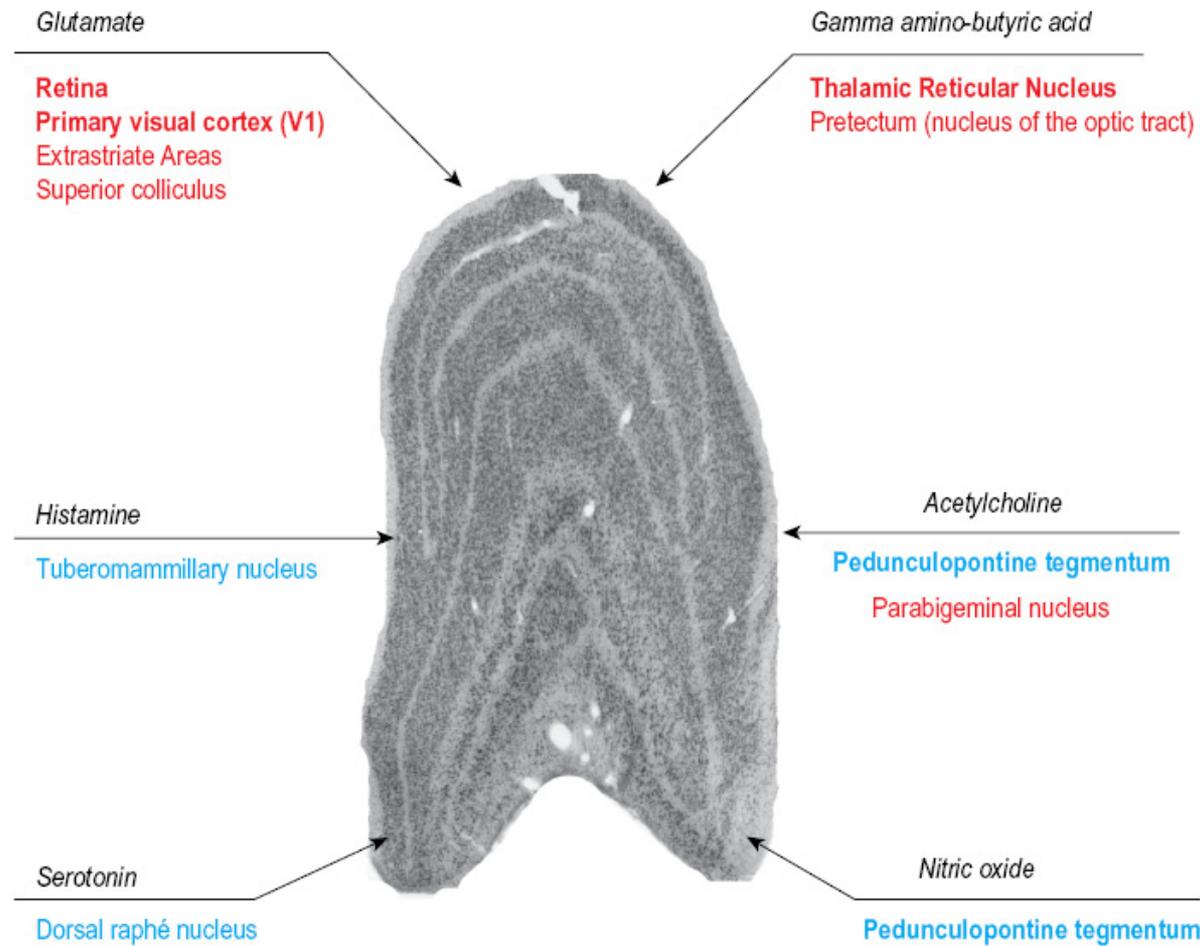
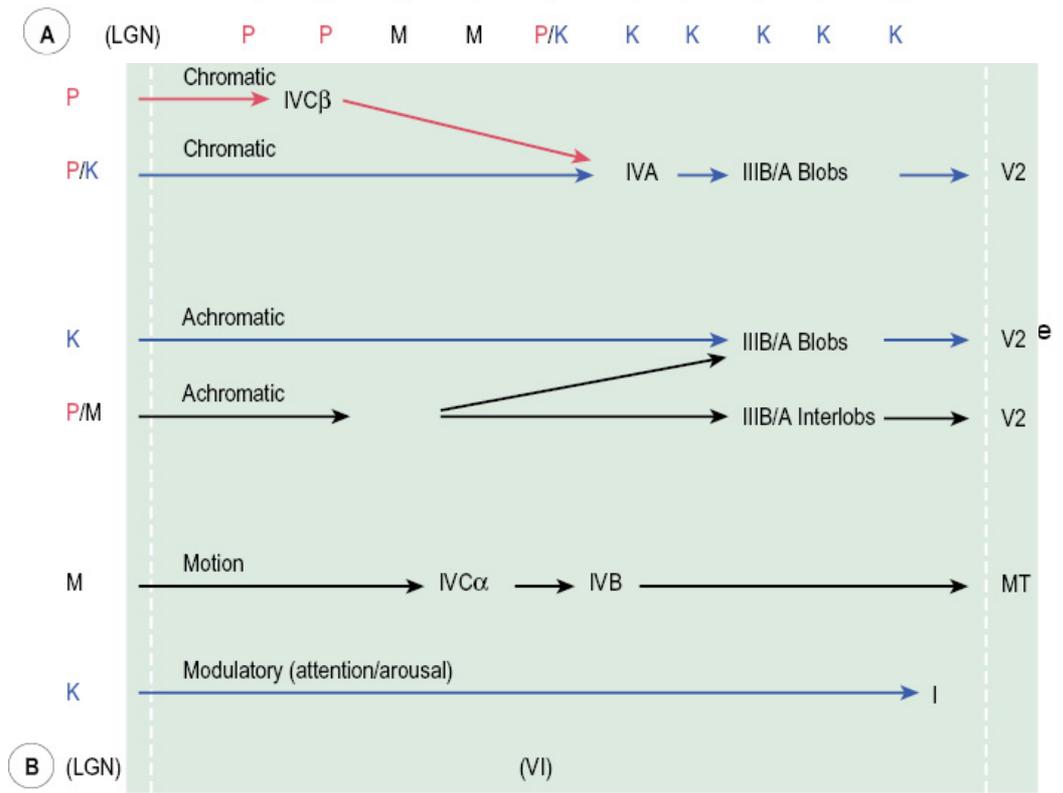
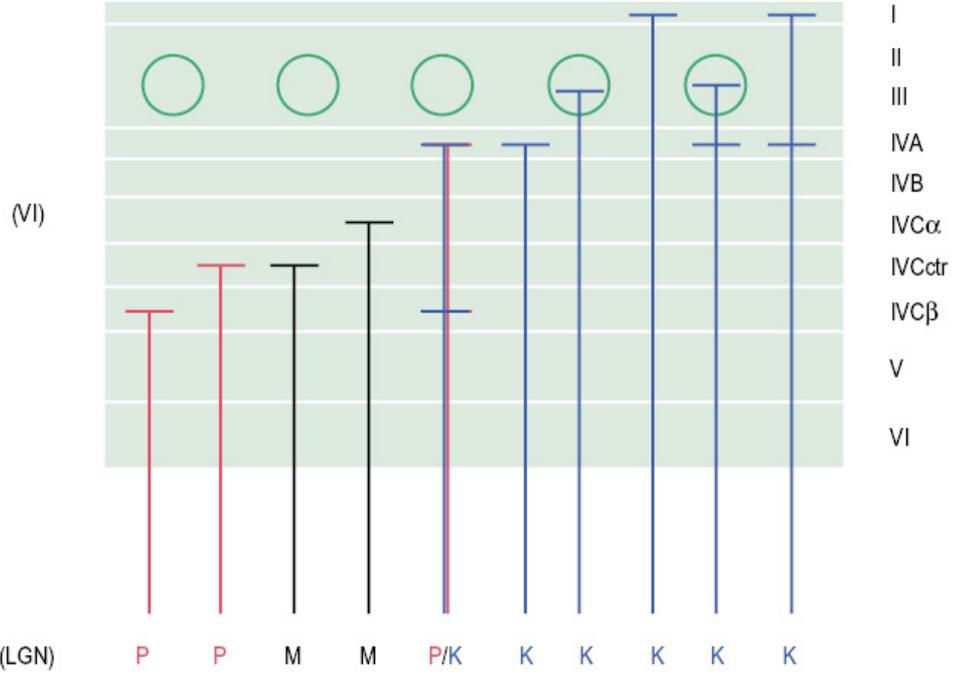
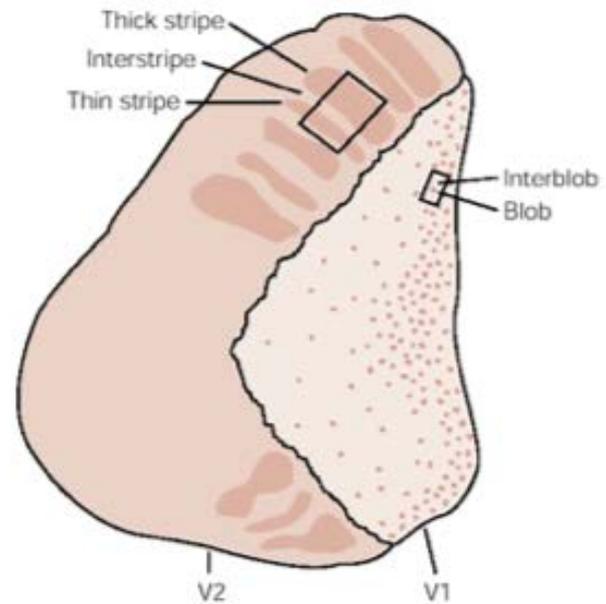
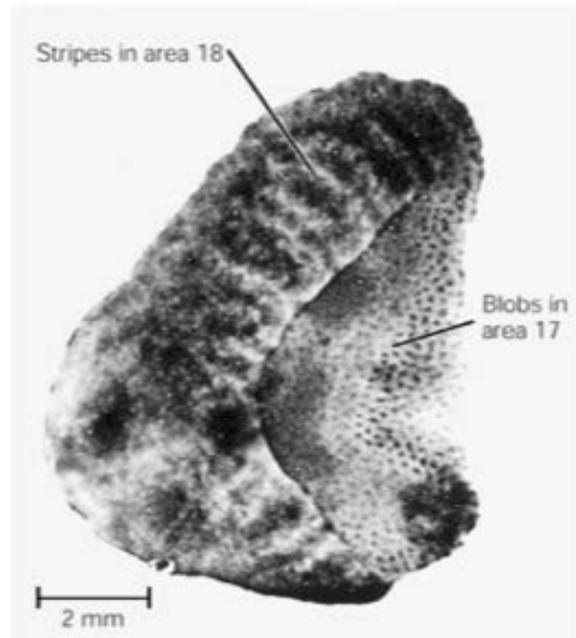


Figure 29.5 Diagram illustrating the brain areas connected directly with the macaque LGN and their chemical messages. Input from visual sources is indicated in red, input from non-visual sources is in blue. Bold text indicates areas that provide the heaviest input to the LGN in terms of synapse number.

(Modified from Casagrande et al.)



A



B

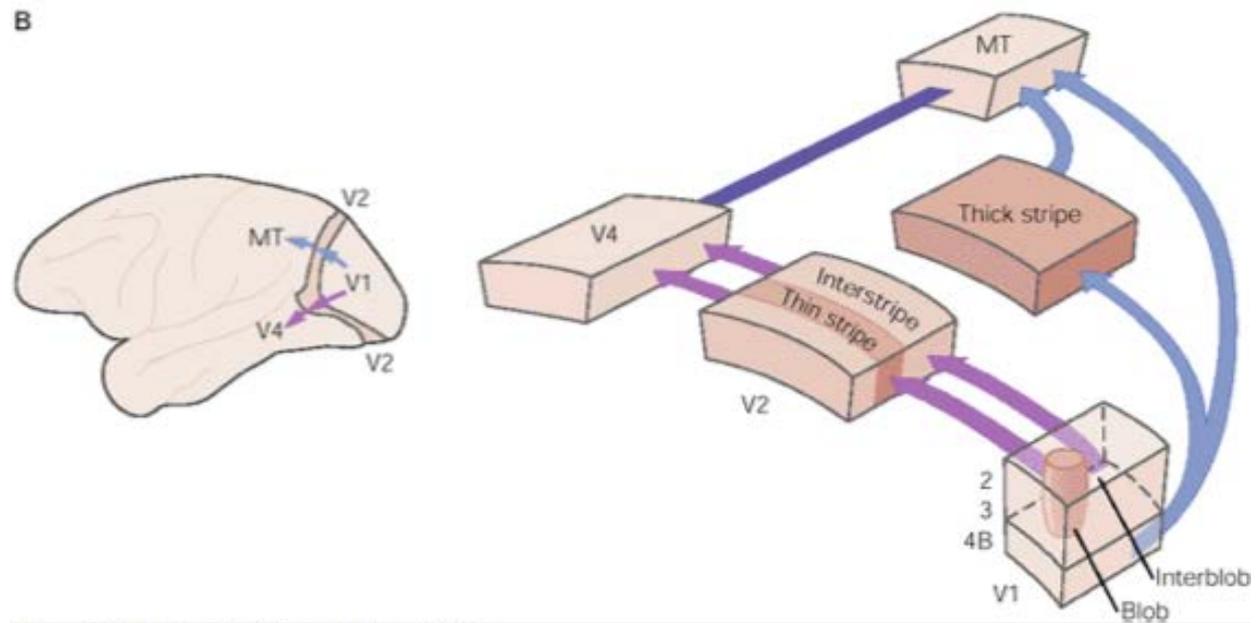
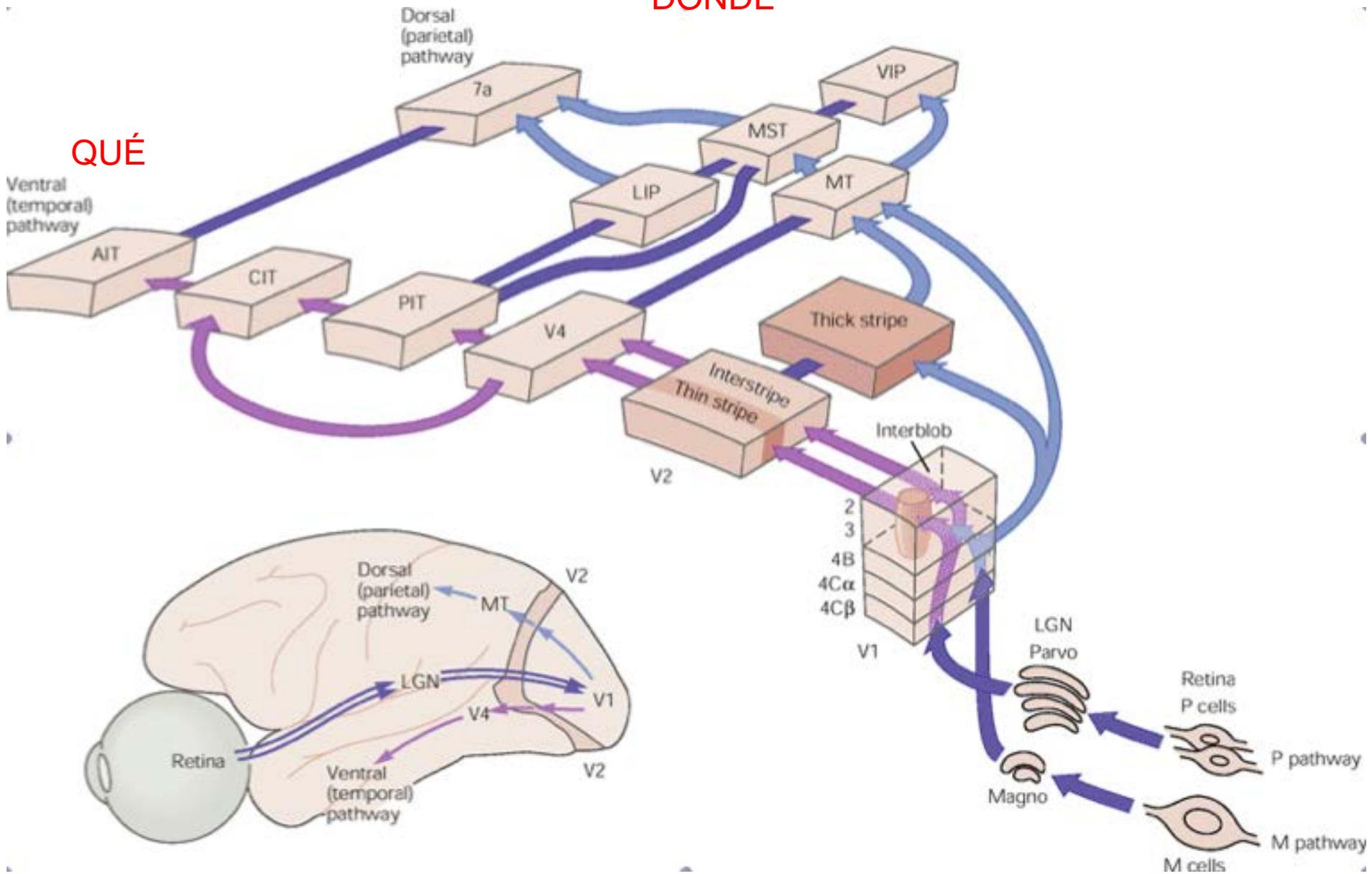
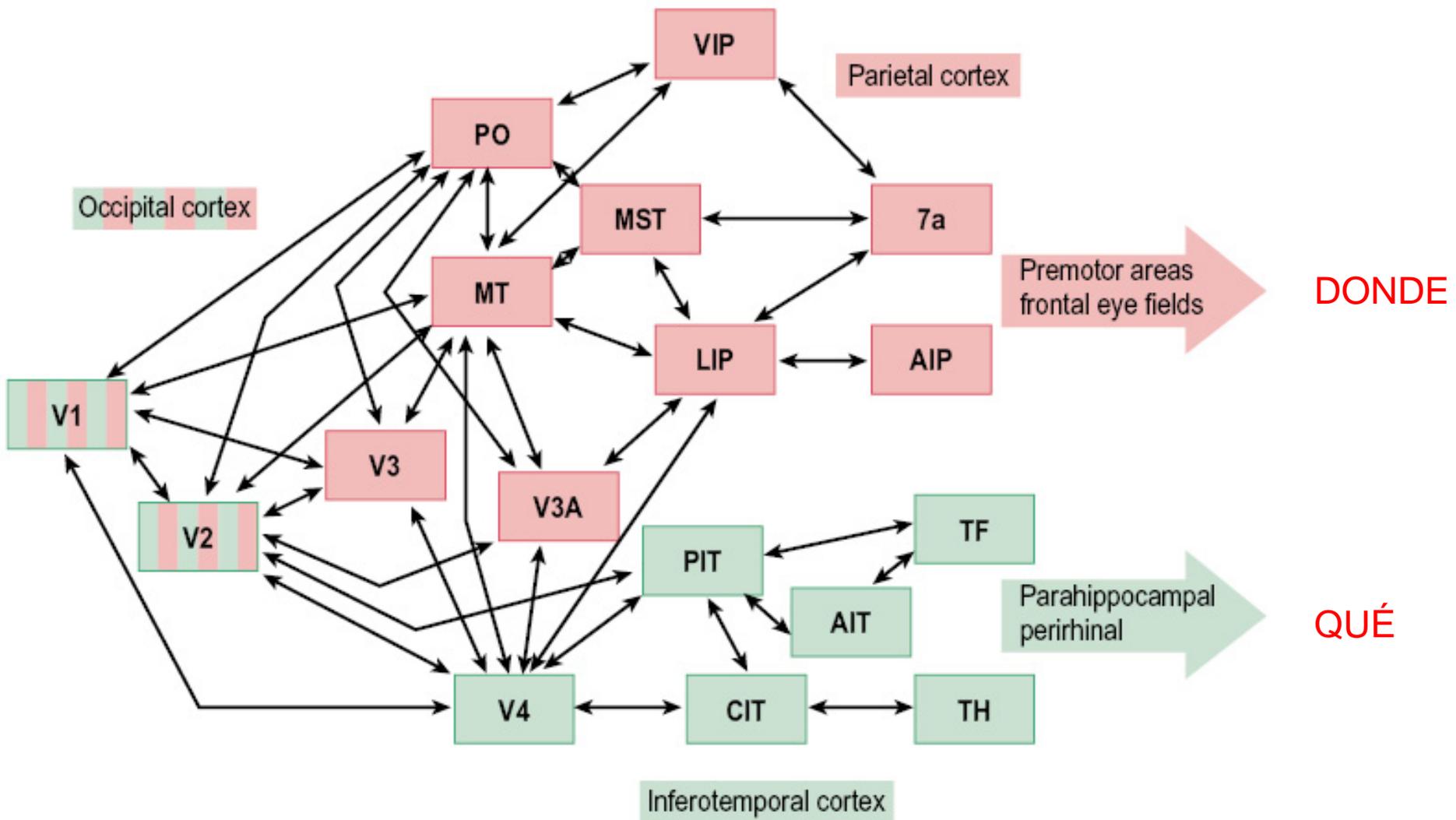


Figure 28-1 Organization of V1 and V2.

DONDE

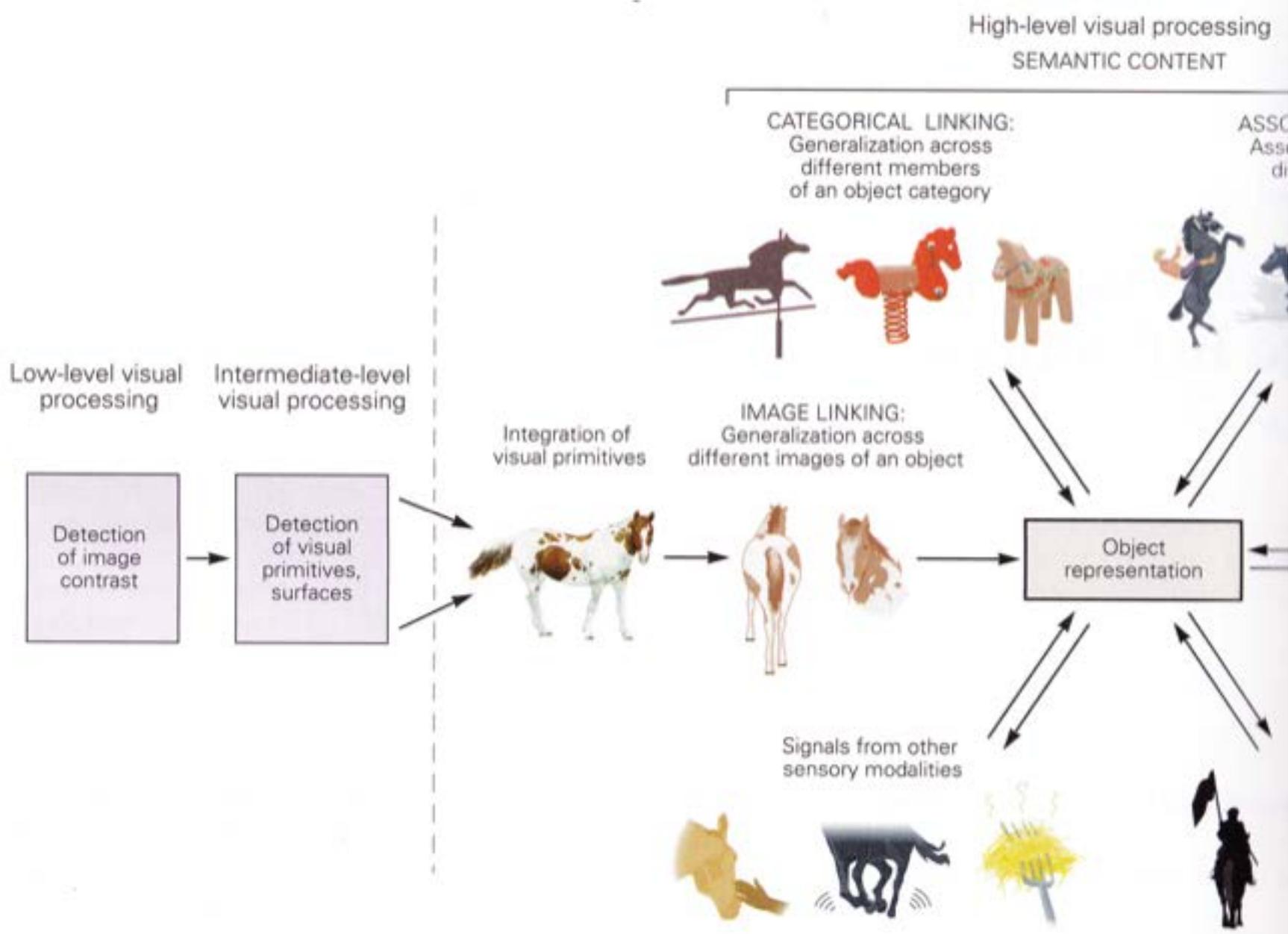
QUÉ

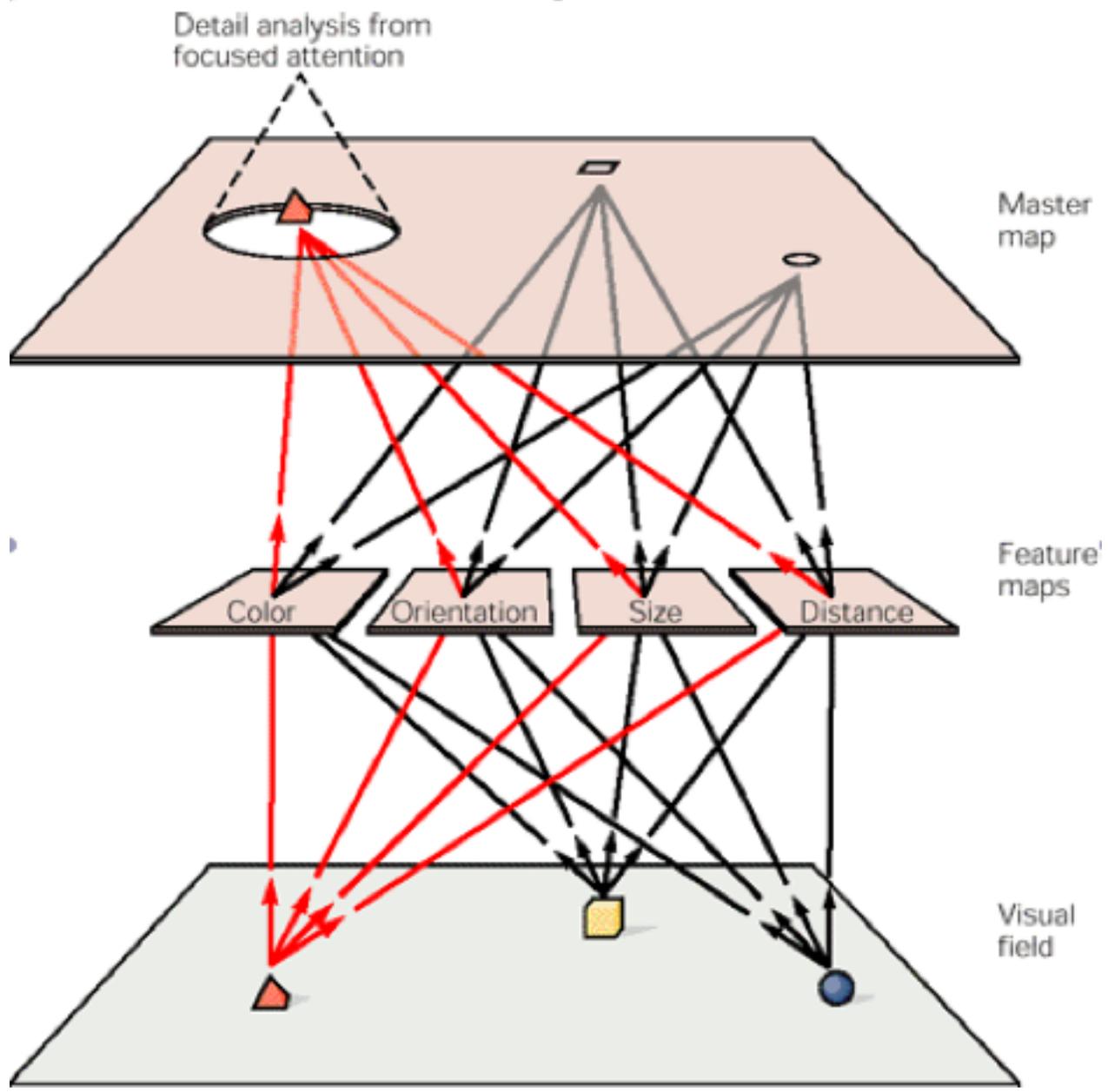




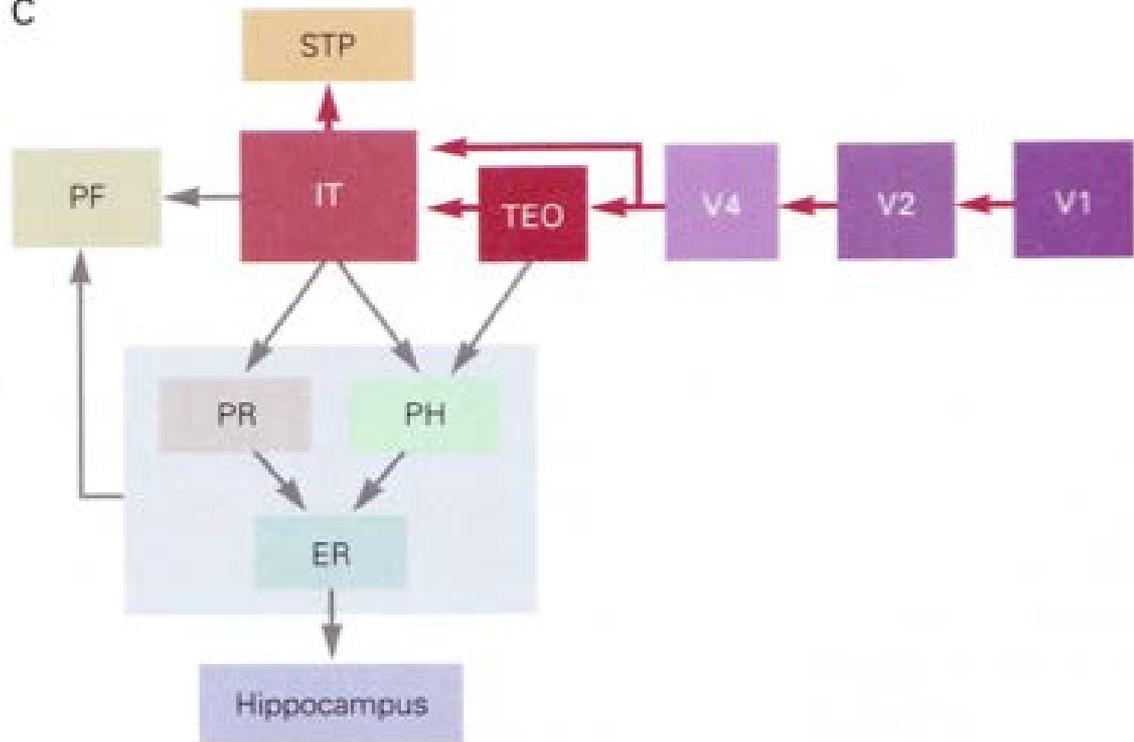
A

a

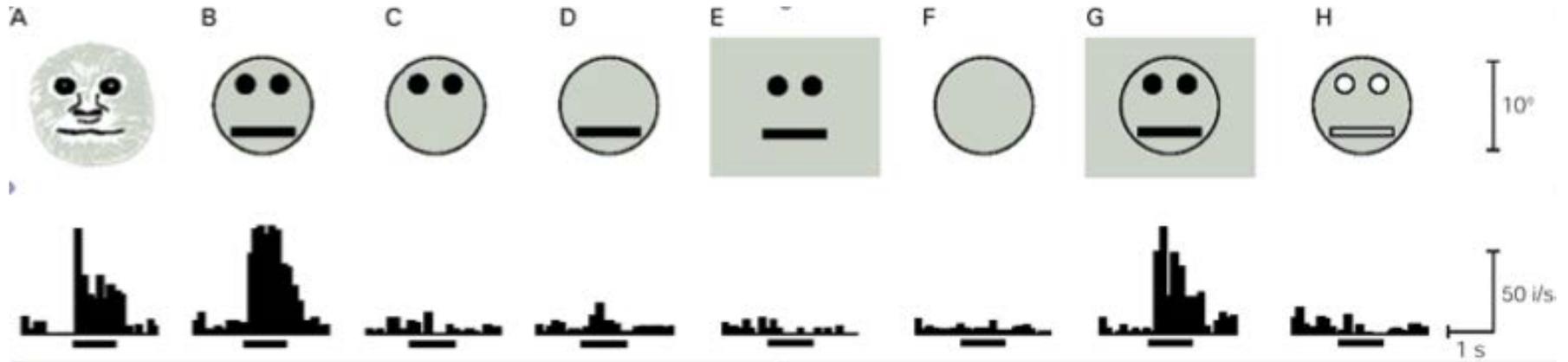




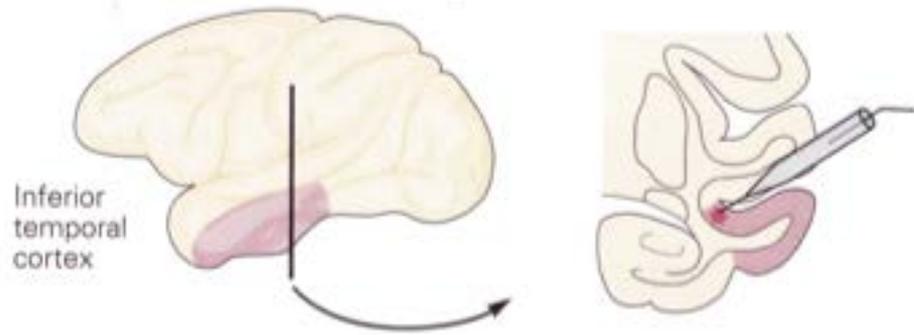
C



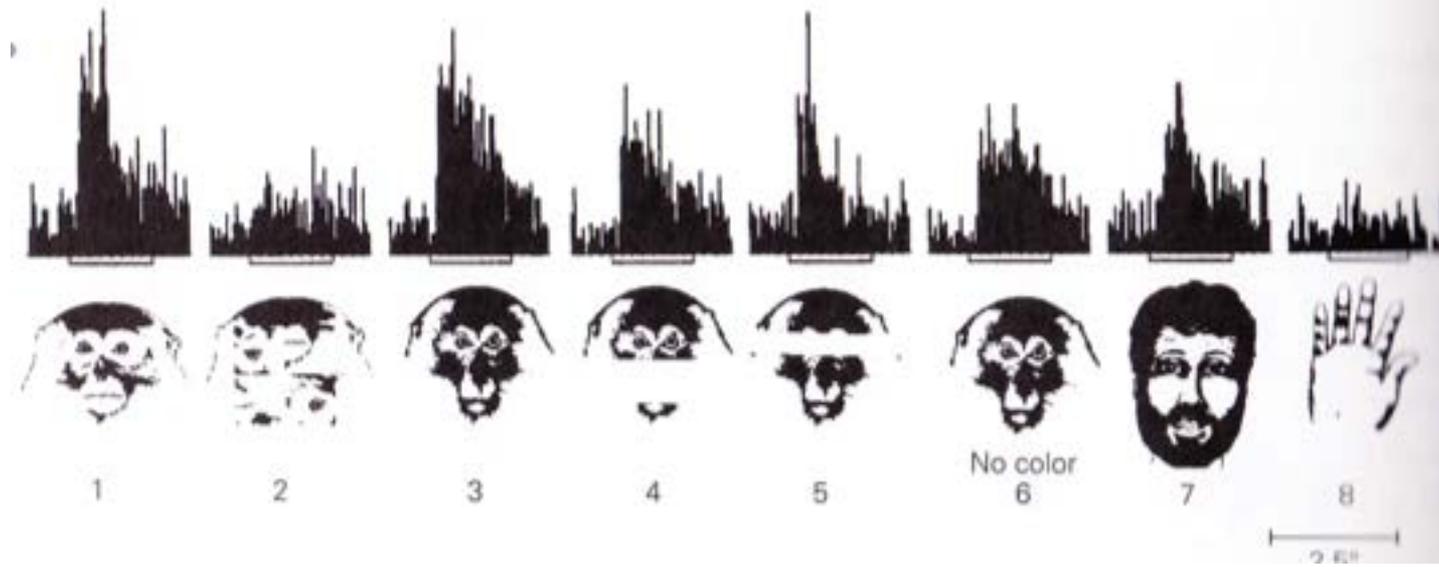
Reconocimiento de caras (corteza temporal inferior)

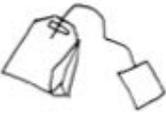


A



B

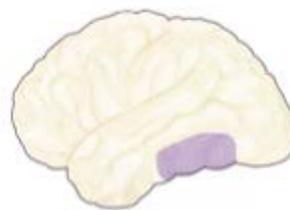


	Model drawing	Patient's drawing	Verbal identification of object
A Associative agnosia			—
			—
			—

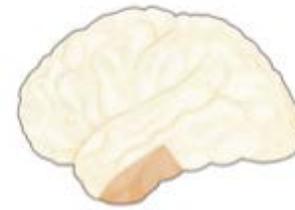
B Apperceptive agnosia

		"Circle"
		"Square"
		"Diamond"
		"Three"
		"Four"

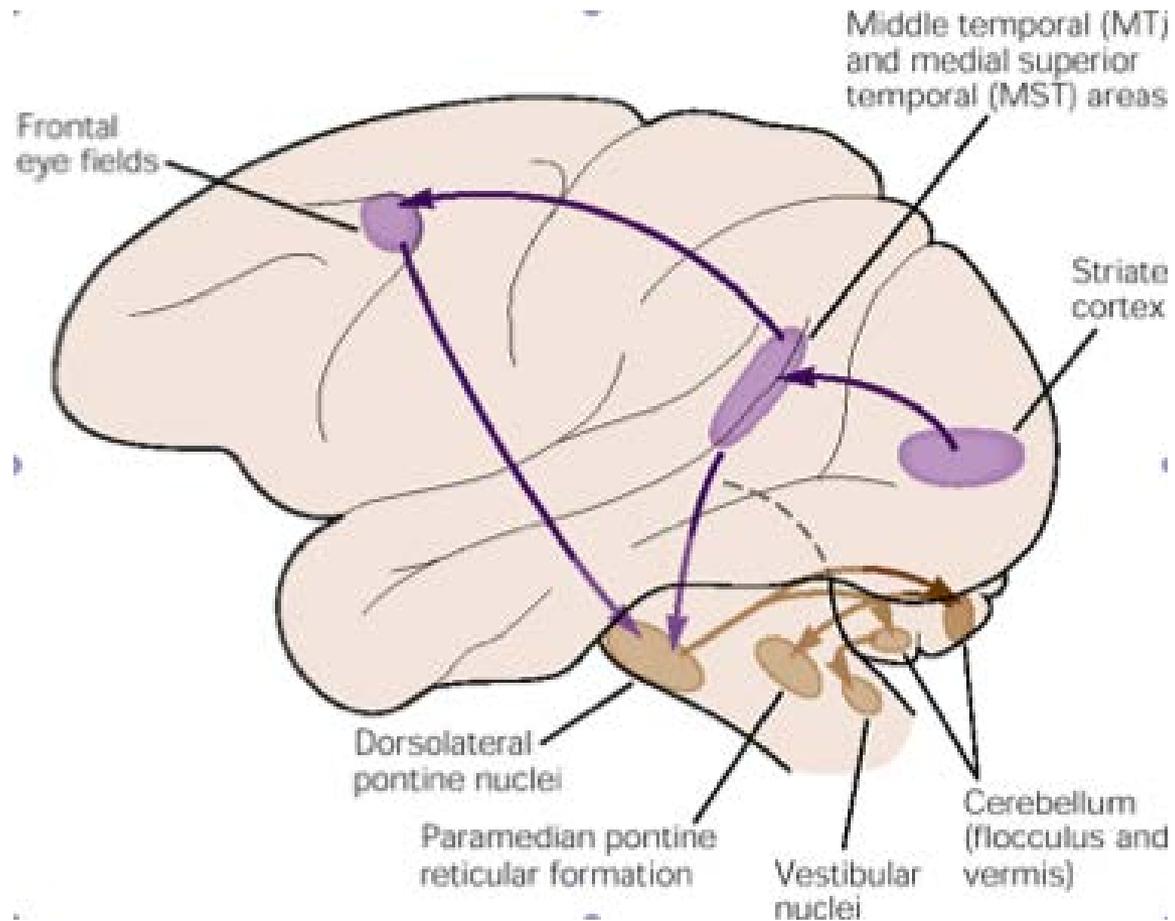
Apperceptive agnosia



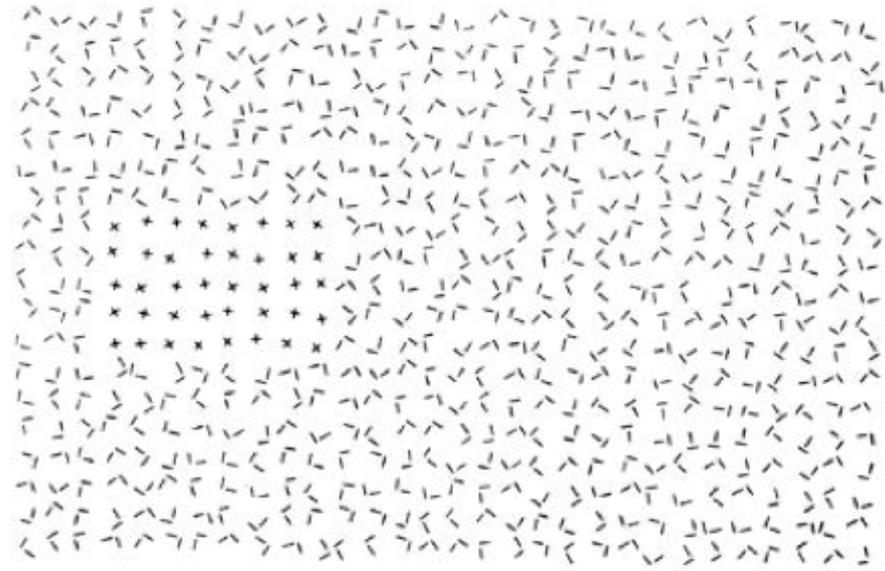
Associative agnosia



Circuito motor para el seguimiento de objetos



A

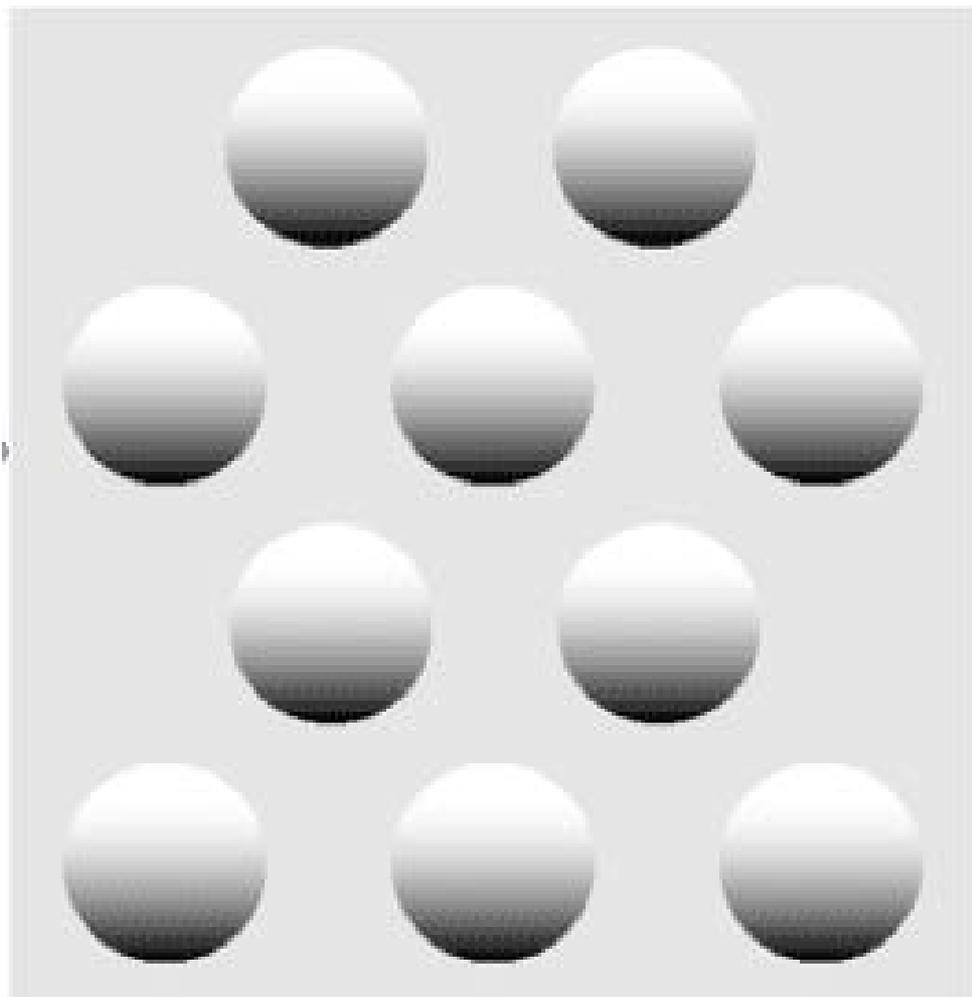


1



A

B



Visión binocular

- El campo de visión binocular es mayor que cada monocular.
- Cualquier distorsión debido a defectos ópticos o patológicos de un ojo puede ser enmascarada por la imagen normal del otro ojo.
- Siempre se puede retener la visión pese a la pérdida de un ojo.
- La visión binocular normal mejora la visión funcional por la sumación binocular y la estereopsis.

Color mejora calidad de percepción visual, pero color sólo es un pobre detector de los detalles.

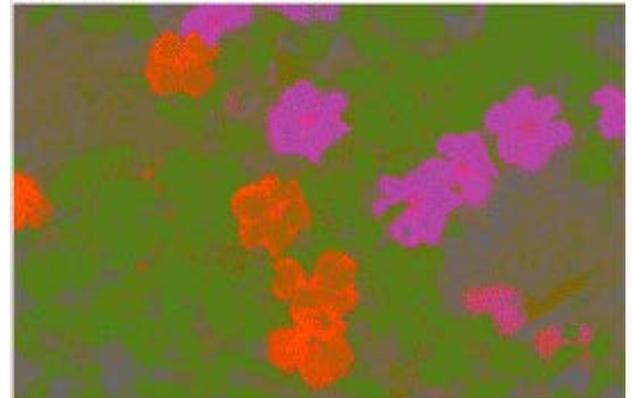
A Full color image



B Black and white only



C Color only



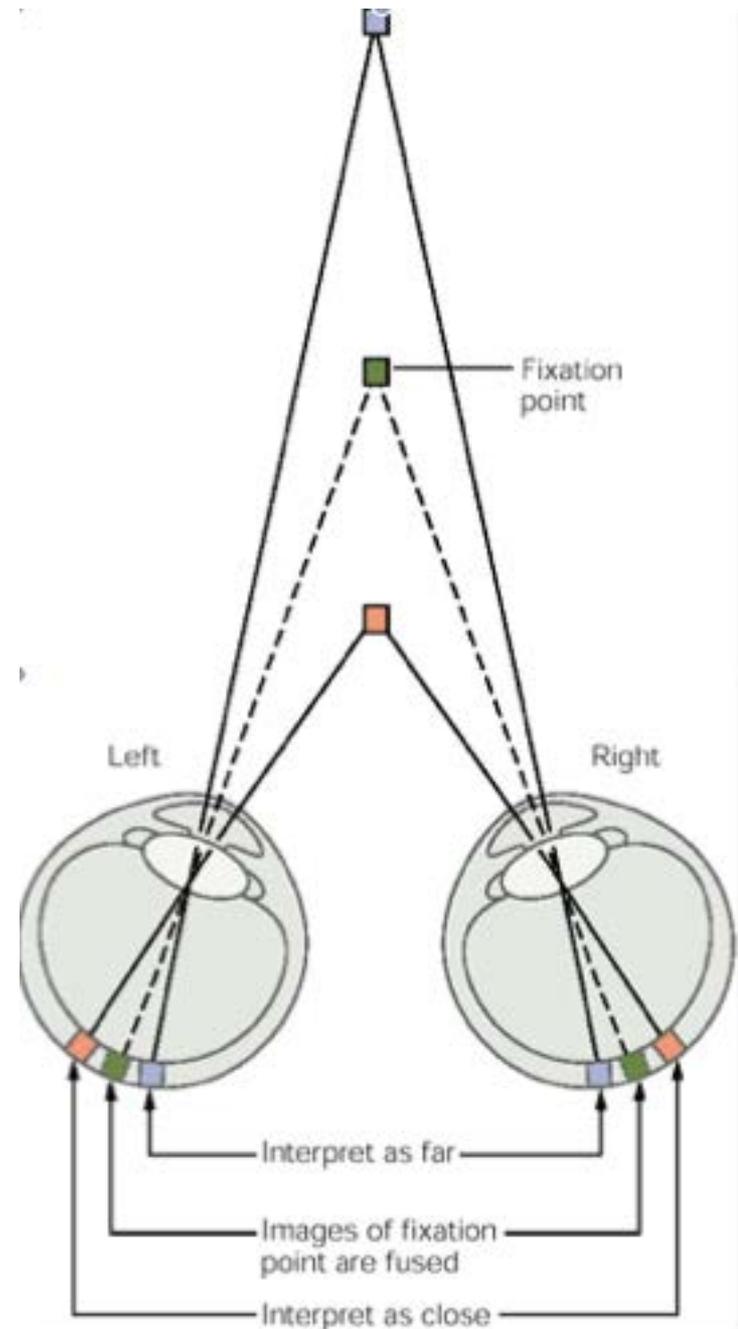
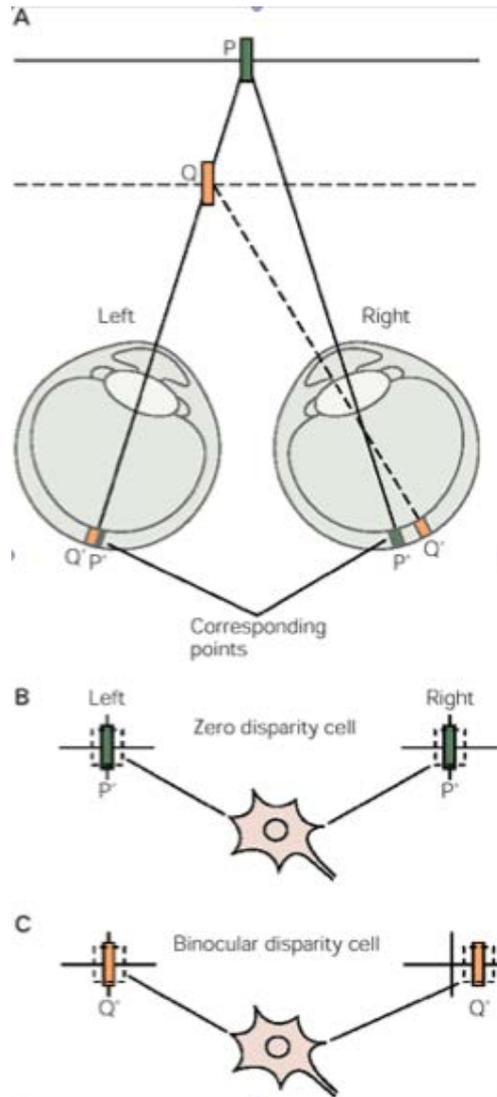
Visión binocular

- Los seres humanos tienen visión de frente y no lateralizada como los organismos inferiores
- Una imagen se proyecta en la retina de ambos ojos con la particularidad de que el punto de enfoque cae exactamente sobre ambas máculas; a esto llamamos **visión macular simultánea**
- Como la separación que existe entre ambos ojos hace que estas imágenes tengan alguna diferencia (por diferente ángulo de fijación), esta pequeña disparidad es el origen de la visión binocular estereoscópica o de relieve
- El **cerebro** participa para producir primero la **fusión de las imágenes** y luego la percepción de la estereopsis; de lo contrario aparecería diplopía o visión doble.

Visión Binocular

- Consiste en la integración de las imágenes de ambas retinas en 1 sólo, para que se perciban como una imagen única
- Evolución: frontalización progresiva de los globos oculares
- Se ha aumentado el número de fibras nerviosas que desde el ojo se proyectan al cerebro
- Ventaja sobre la visión monocular: la esteropsis o percepción en profundidad de las imágenes

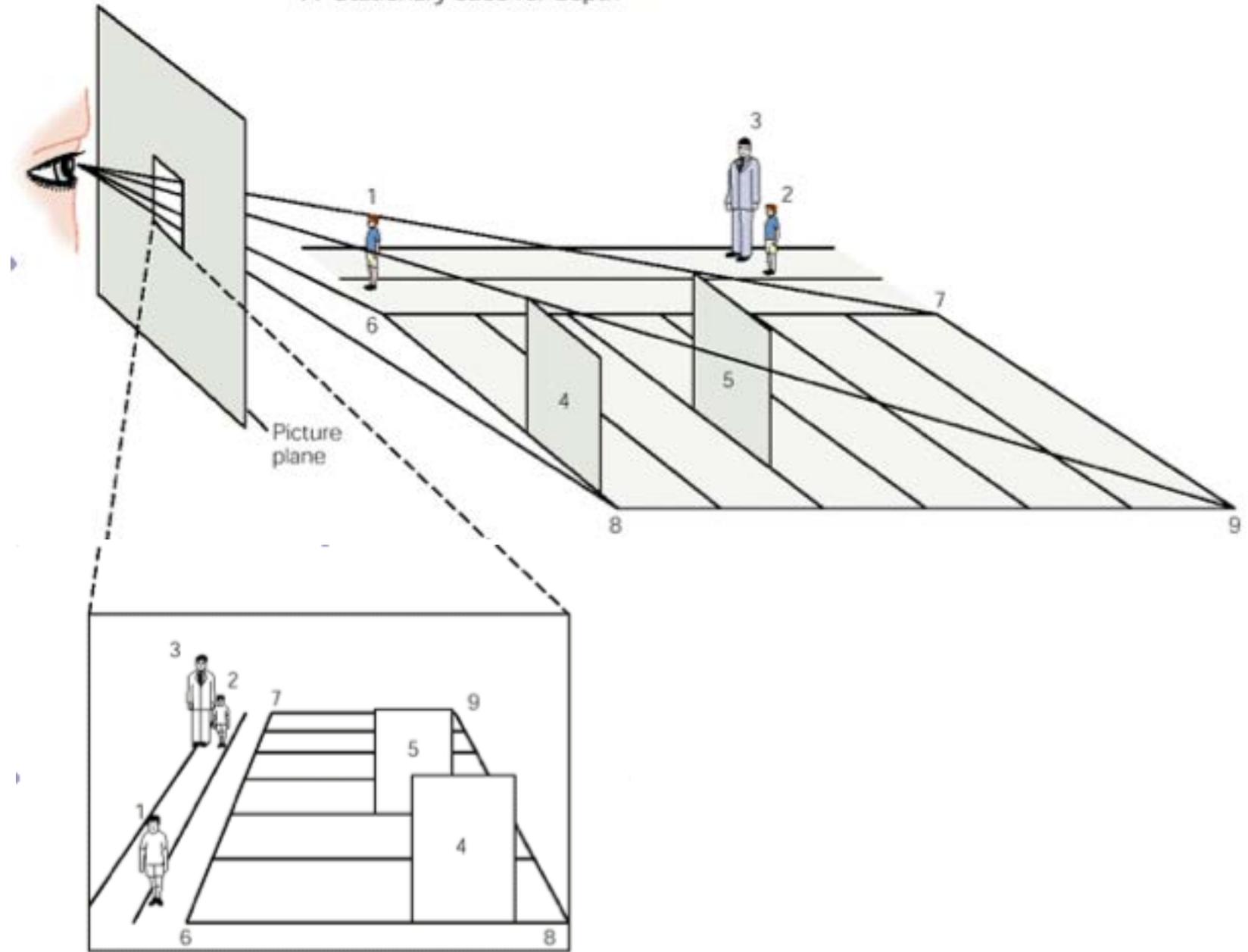
Percepción de la profundidad: estereopsis



Esteropsis

- Para conseguir sensación de visión en profundidad no es estrictamente necesaria la visión binocular, ya que el sistema visual hace uso de referencias monoculares como las sombras, el tamaño y movimiento relativo de los objetos, la perspectiva, sensibilidad al contraste, orientación del estímulo visual, etc...
- Sin embargo, bajo condiciones de VB la percepción visual mejora notablemente

A Stationary cues for depth



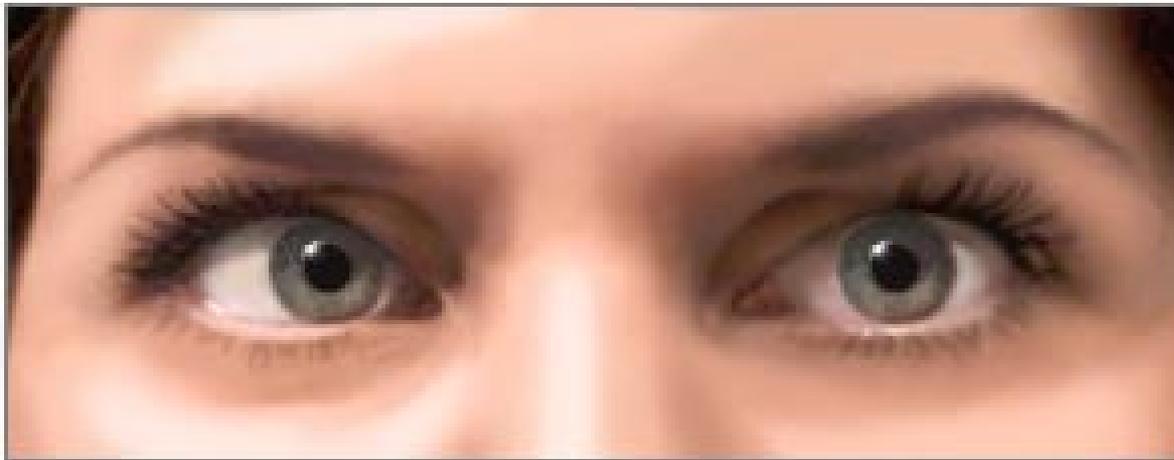
Tracing on picture plane

Esteropsis

- Es la visión en profundidad a partir de las diferencias entre las imágenes de ambas retinas
- Las disparidades pueden ser horizontales y verticales. Las H son las más importantes en la esteropsis. Las V por si solas no producen disparidad
- La **VB no es innata**, requiere maduración que se completa durante los primeros años de la infancia
- Existen enfermedades oculares como estrabismo que podrían alterar esta maduración visual



Alineamiento normal de los ojos



Estrabismo (mirada bizca)

Correspondencia anómala, ambliopia y diplopia

- Cuando los ojos no están correctamente alineados los objetos se proyectan en puntos retinianos no correspondientes y puede aparecer la **DIPLOPIA** y **CONFUSIÓN**.
- **DIPLOPIA. Visión doble**, por percibir un mismo objeto en 2 puntos diferentes del espacio
- **CONFUSIÓN. PERCEPCIÓN DE 2 OBJETOS DIFERENTES EN UN MISMO PUNTO DEL ESPACIO**

Correspondencia anómala. Ambliopía y diplopia

- Cuando la desviación ocular se produce por estrabismo que comienza durante la infancia, la correspondencia anómala retiniana normal se altera y se suprime la imagen formada por el ojo desviado
- En desarrollo visual del ojo suprimido no se realiza de modo adecuado y aparece un déficit de agudeza visual
- El déficit visual causado por falta de desarrollo funcional del ojo se denomina **AMBLIOPIA** («Ojo Vago»)
- Tratamiento: parche ocular en el ojo no desviado para restaurar la AV.

Visión de los colores

- Sensación que aparece en los organismos más evolucionados y que está a cargo de los conos
- En la zona macular se observan los colores más brillantes dentro de la gama rojo-amarillo, mientras que en la retina periférica se perciben los azules
- La teoría más aceptada (Young-Helmholtz) o tricrómica explica los tres tipos de receptores para los colores principales: rojo, verde y azul

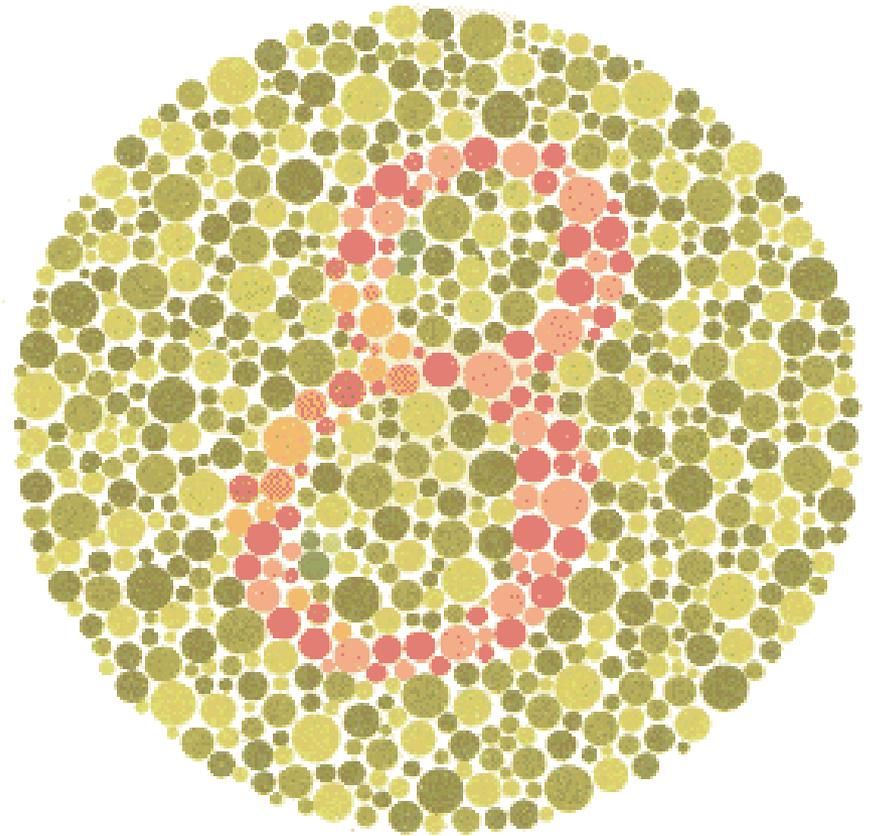
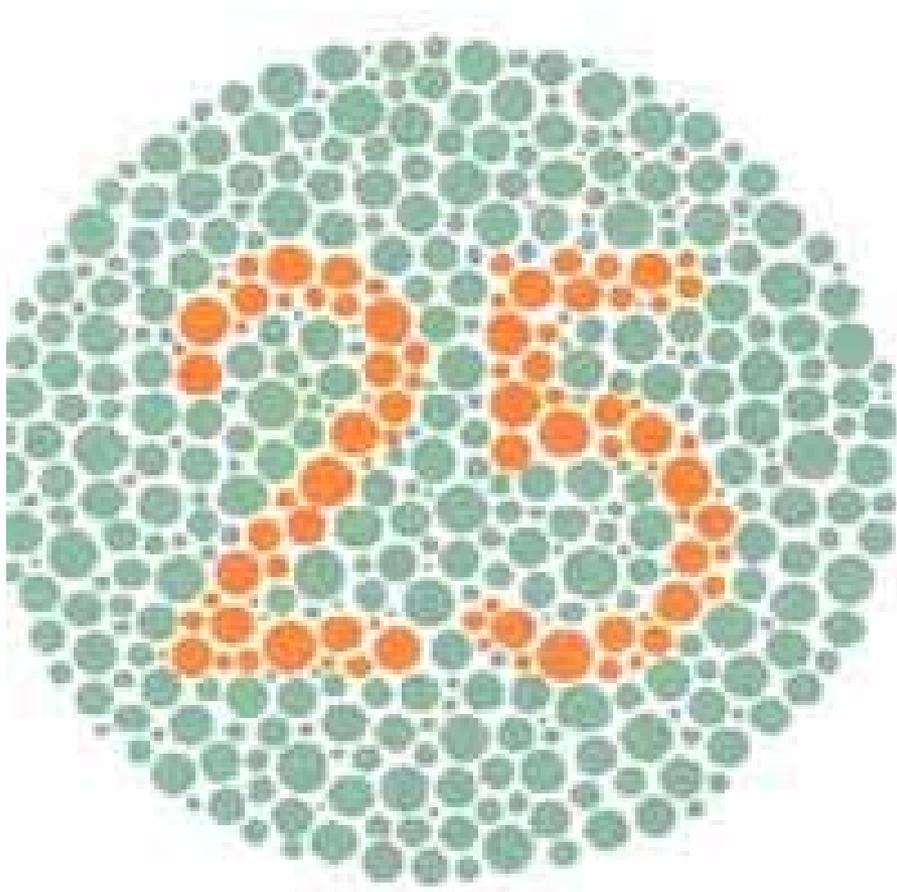
Visión de los colores

- Las alteraciones de alguno o de todos producen anomalías o falta de visión de los colores
- Pueden ser **acromatopsias**, que quiere decir falta de visión de los colores
- **Discromatopsias** -cegueras parciales a los colores- por ejemplo protánopes (al rojo), deuteránopes (al verde) y triptánopes (al azul)
-
- Discromatópsias, pueden ser **congénitas** (rojo/verde o daltonismo) o **adquiridas** (por lo general no se percibe el azul/amarillo)

Daltonismo

- Discromatopsia **congénitas por faltar un grupo de conos receptores de color rojo/verde**
- Aparece en varones. Herencia ligada al cromosoma X
- Se transmite de madre a hijo varón. La madre es portadora de daltonismo, pero no lo padece
- 8 % de las mujeres son portadoras

VISIÓN en COLOR



Test de Ishihara (láminas para explorar el color)

