

---

# Procesamiento retino-cortical de la señal visual

## PERCEPCIÓN VISUAL

---

Tema 15

Profesora María Cinta Puell

Grado Óptica y Optometría



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE  
MADRID

# Índice

- Vías subcorticales: retina y núcleo geniculado lateral (NGL)
  - Vías paralelas Magno y Parvo
  - Características y funciones de neuronas magno y parvo
- Corteza estriada o área visual primaria (V1)
  - Características del campo receptor de las neuronas corticales simples, complejas e hipercomplejas
  - Organización modular
    - Columnas de dominancia ocular
    - Columnas de orientación
    - Modulo cortical de gotas o “blobs”
- Vías de información y procesamiento corteza extraestriada
  - Área visual secundaria (V2) y áreas visuales asociativas
  - Vías paralelas de procesamiento: del movimiento, cromática, de formas ligada al color, de formas dinámicas

# Vías subcorticales: Retina y Núcleo geniculado lateral (NGL)

- Vías retinocorticales paralelas:
  - Parvo
  - Magno
  - Konio
- Las vías magnocelular y parvocelular sirven para diferentes funciones.
  - Cada una lleva información espacial, temporal y cromática única
- Las vías subcorticales toman características básicas sobre la escena visual y transmiten esta información al córtex

# Vías magno y parvocelular

## Células ganglionares de la retina (CGR)

- Dos tipos de células ganglionares en la retina:
  - Las células ganglionares **magnocelulares grandes**, o células **M**, llevan información sobre:
    - Movimiento
    - Localización
    - Percepción de la profundidad
  - Las células ganglionares **parvocelulares más pequeñas**, o células **P**, transmiten señales de:
    - Color
    - Forma
    - Textura de objetos en el campo visual
- En la retina los dos tipos de células están entremezcladas

# Células ganglionares de la retina (CGR)

## ■ CGR magno

- ❑ Grandes campos receptivos monoculares centro-periferia (On y Off) y axones gruesos de mayor diámetro para transmitir la señal a mayor velocidad.
- ❑ Responden mejor a imágenes grandes especialmente en movimiento
- ❑ Procesa información sobre profundidad y movimiento.
- ❑ Llaman la atención sobre imágenes que se desplazan en el campo visual: participan en el análisis inicial de la imagen.
- ❑ Alta resolución temporal
- ❑ Monocromáticas (no diferencian color)
- ❑ Proyectan sus axones a la zona magnocelular del NGL y también hacia colículo superior (movimientos oculares y de cabeza)

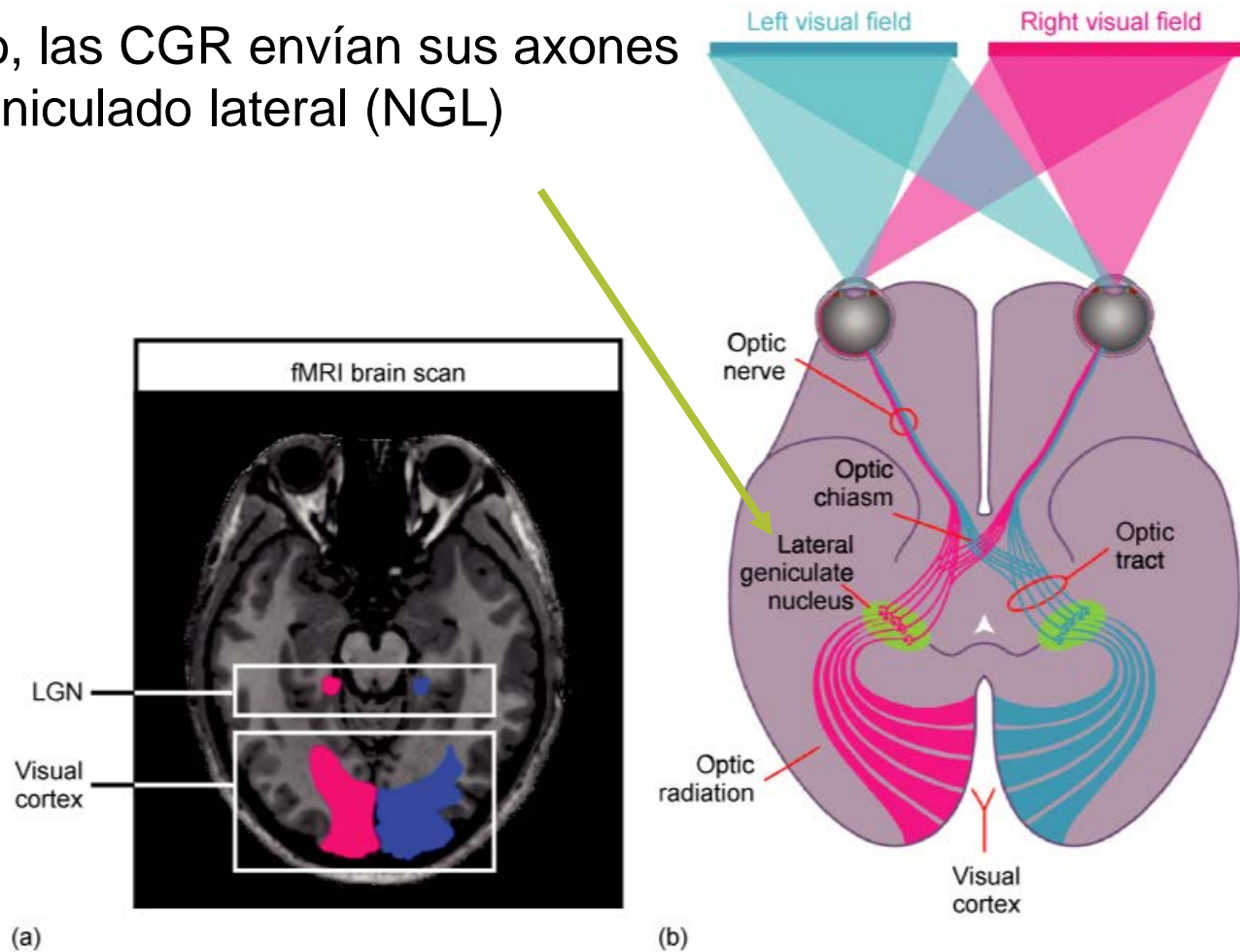
# Células ganglionares de la retina (CGR)

## ■ CGR Parvo

- Pequeños campos receptivos monoculares centro-periferia (On y Off)
- Axones de menor diámetro para transmitir la señal a menor velocidad.
- Más numerosas que las magno (90% en fóvea, 10% cte en el resto de retina).
- Capaces de diferenciar estímulos detallados: alta resolución espacial.
- Sensibles al color
- Procesan información sobre color y detalle.
- Proyectan sus axones a la zona parvocelular del NGL

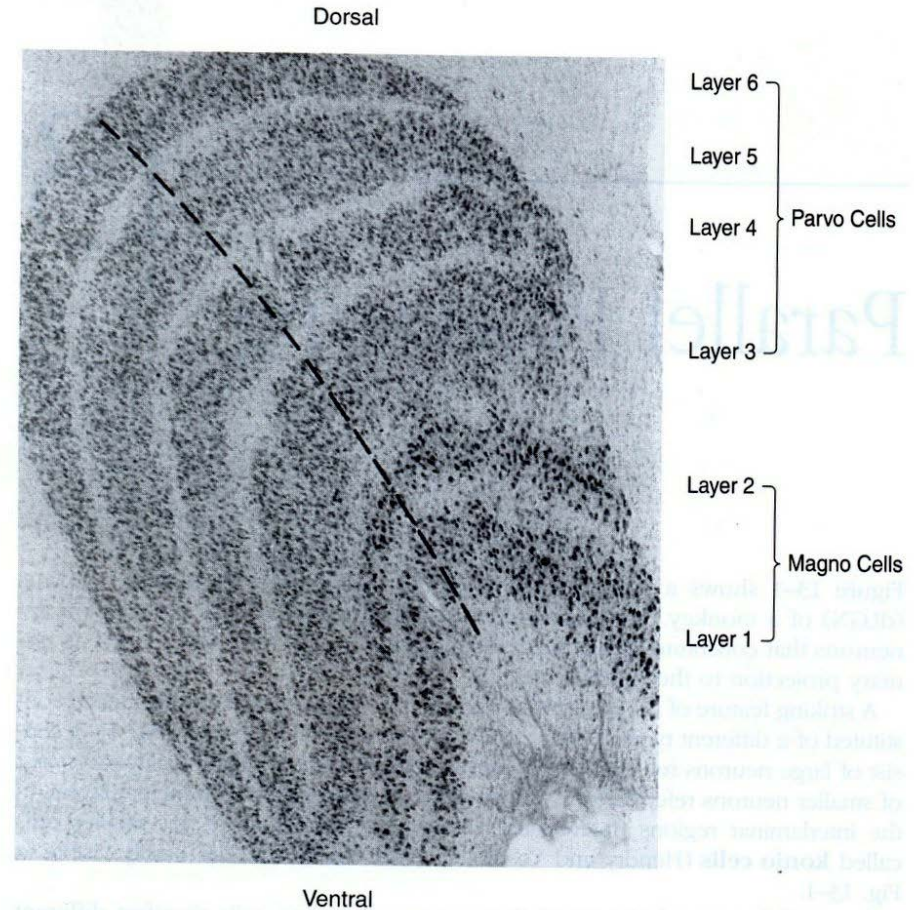
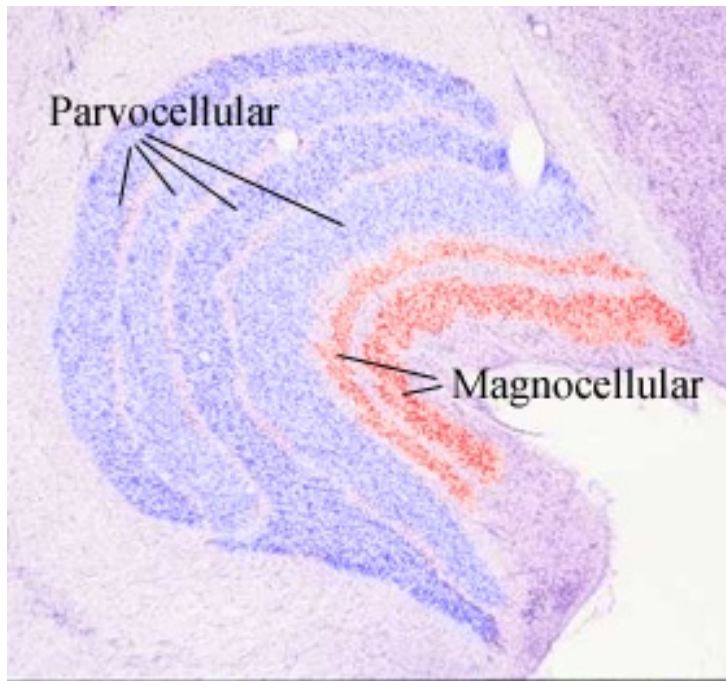
# Núcleo Geniculado Lateral (NGL)

Desde el ojo, las CGR envían sus axones al núcleo geniculado lateral (NGL)



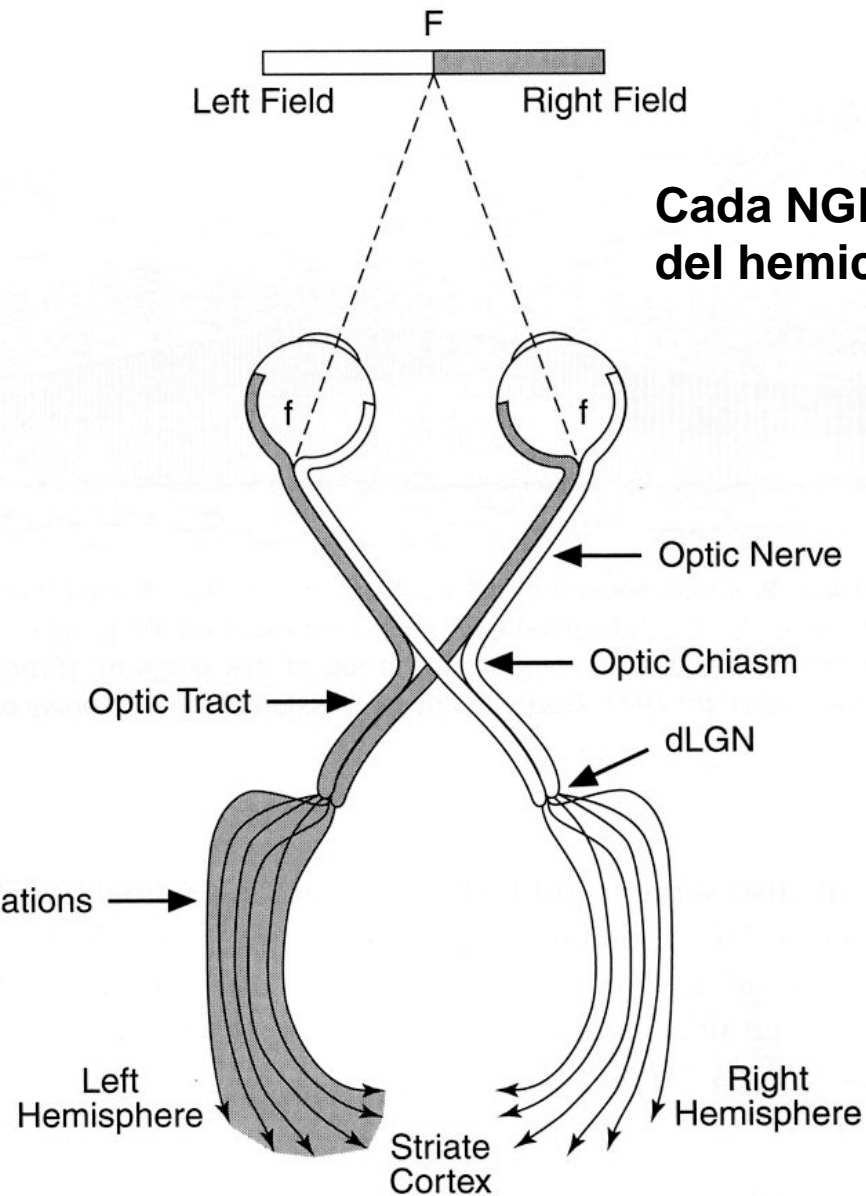
Source: Squire et al., 2003.

# Núcleo Geniculado Lateral (NGL)



**6** capas en el NGL que segregan la entrada de señales de **cada ojo** y la entrada **Magno y Parvo**.

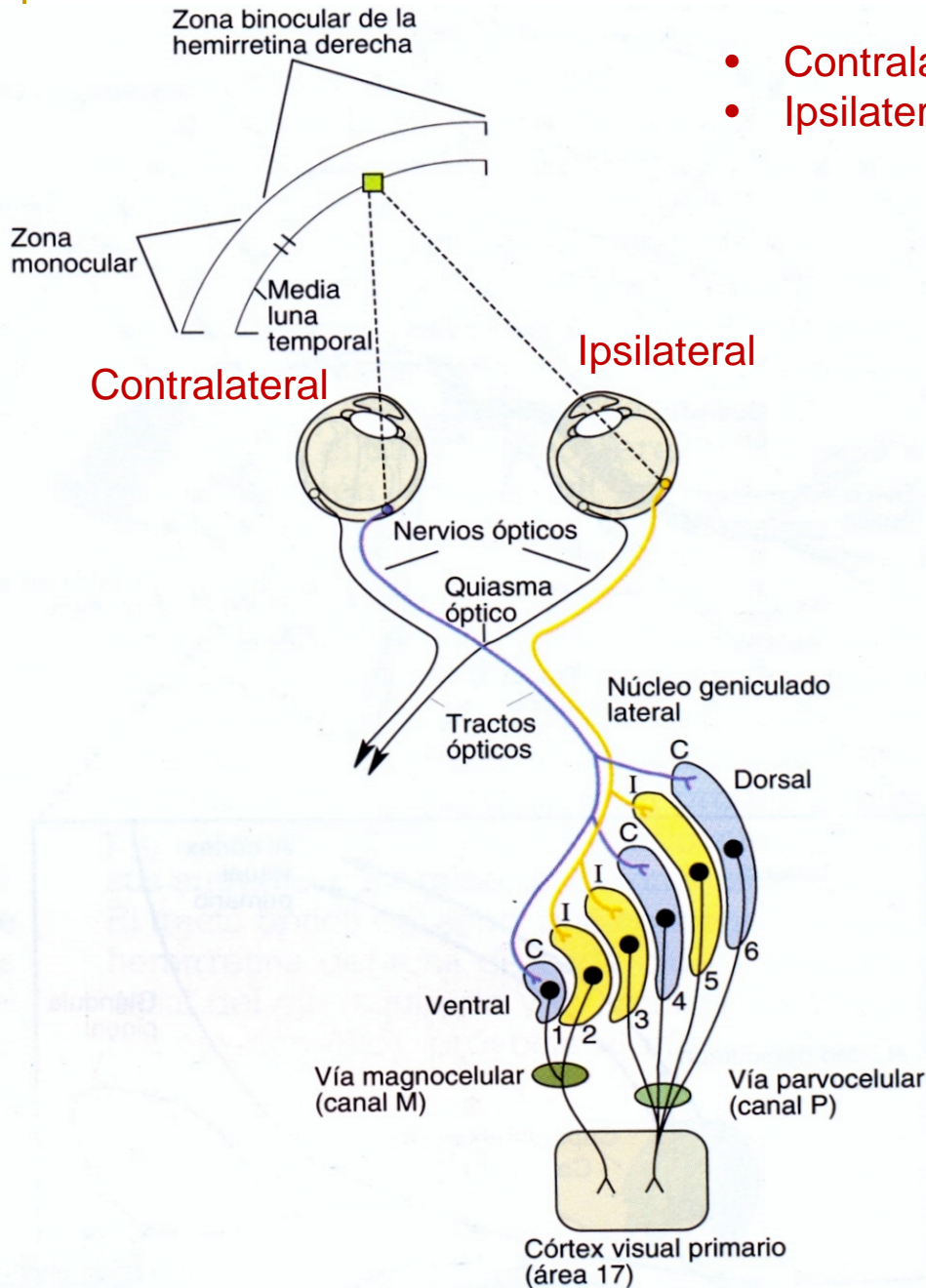
Entre estas capas principales, hay células más pequeñas llamadas **células konio**.



**Cada NGL tiene una representación ordenada del hemicampo visual contralateral**

La retina derecha de cada ojo proyecta información del hemicampo visual izquierdo al **NGL derecho**

Las retina izquierda de cada ojo proyecta información del hemicampo visual derecho al **NGL izquierdo**



- **Contralateral:** el ojo en el lado opuesto del cerebro
- **Ipsilateral:** el ojo en el mismo lado del cerebro

Información desde el lado **Ipsilateral** (axones retina temporal) va a:

- capas NGL **2, 3, 5**

Información desde el lado **contralateral** (axones retina nasal) va a :

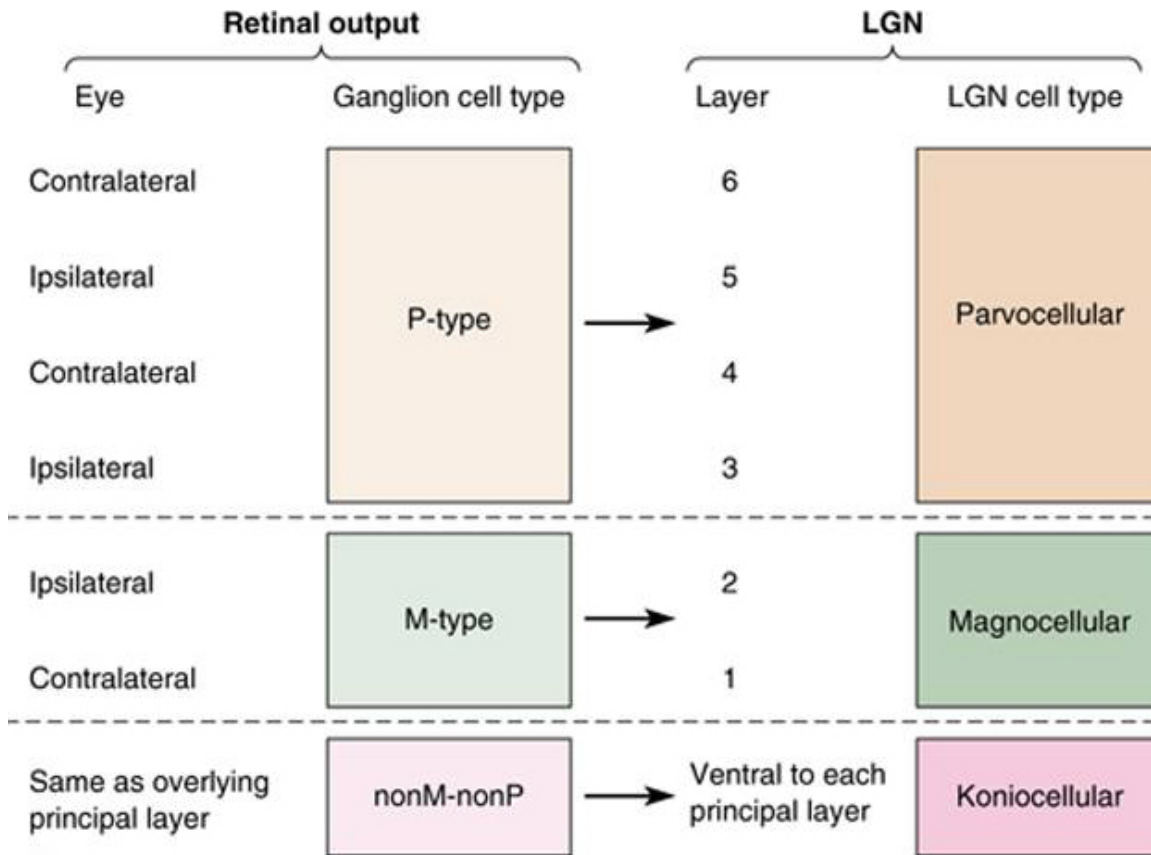
- capas NGL **1, 4, 6**

Cada capa individual recibe axones de **un solo ojo** y contiene una representación completa del hemicampo visual contralateral.

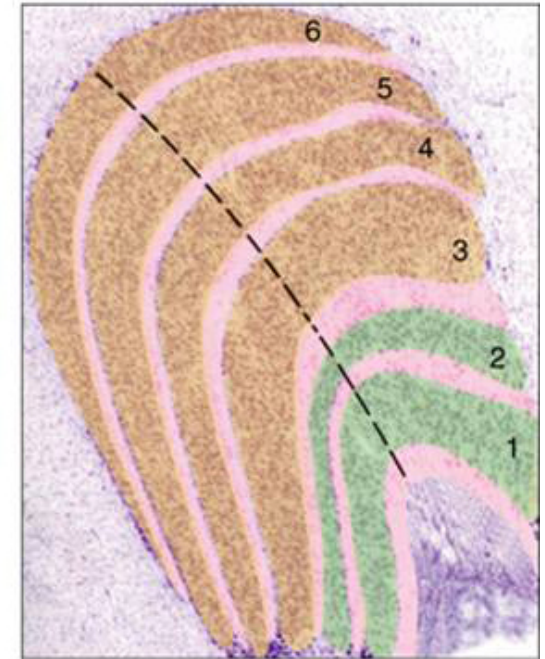
# Núcleo Geniculado Lateral (NGL)

Las CGR **M** envían su información a las capas 1 y 2 del NGL.

Las CGR **P** envían su información a las capas 3-6 del NGL.

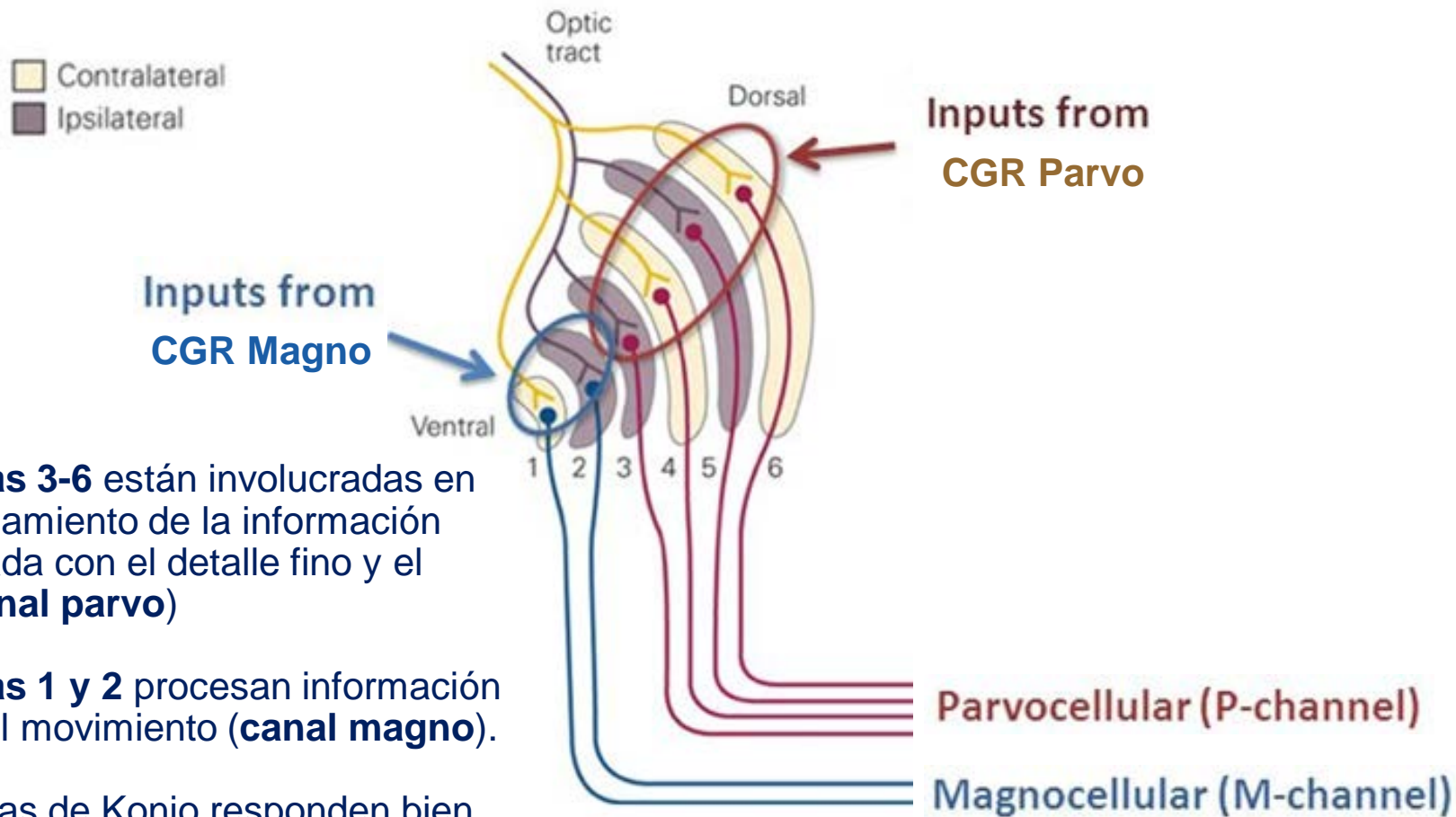


(a)



(b)

# Núcleo Geniculado Lateral (NGL)



Las **capas 3-6** están involucradas en el procesamiento de la información relacionada con el detalle fino y el color (**canal parvo**)

Las **capas 1 y 2** procesan información relativa al movimiento (**canal magno**).

Las células de Konio responden bien al contraste cromático azul-amarillo.

# Núcleo Geniculado Lateral (NGL)

- Campo receptivo de las neuronas del NGL:
  - Muy similar al de las CGR de las que recibe información:
    - Circular y centro-periferia (On y Off)
    - Mayor tamaño (pocas CGR hacen sinapsis con una neurona NGL)
  - Neuronas NGL magnocelulares: CR monoculares grandes
  - Neuronas NGL parvocelulares: CR monoculares pequeños
    - CRs monoculares: cada capa recibe axones de un solo ojo

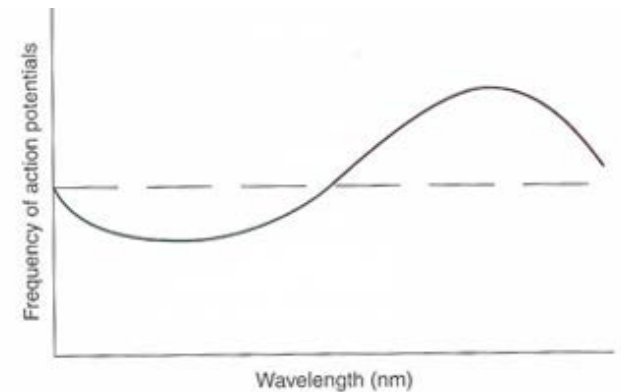
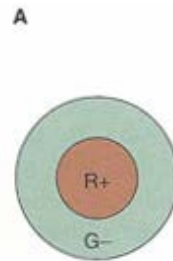
# Características de las neuronas parvo y magno de la retina y NGL

<b>Característica</b>	<b>Neurona Parvo</b>	<b>Neurona Magno</b>
Codificación del color	Oponencia de color	Débil o sin oponencia de color
Respuesta temporal	Sostenida	Transitoria
Velocidad de transmisión	Lenta	Rápida
Linellidad espacial	Lineal	apenas lineal
Proyección cortical (V1)	4C $\beta$	4C $\alpha$
Sensibilidad espacial	Frecuencias espaciales altas	Frecuencias espaciales bajas
Sensibilidad temporal	Frecuencias temporales bajas	Frecuencias temporales altas

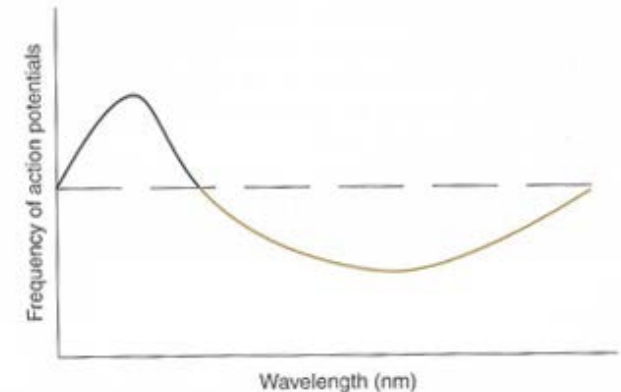
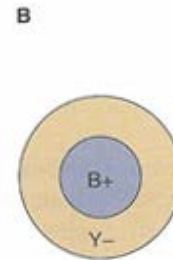
# Codificación del color: neuronas parvo y konio caracterizadas por oponencia al color

Las células son excitadas por ciertas longitudes de onda e inhibidas por otras.

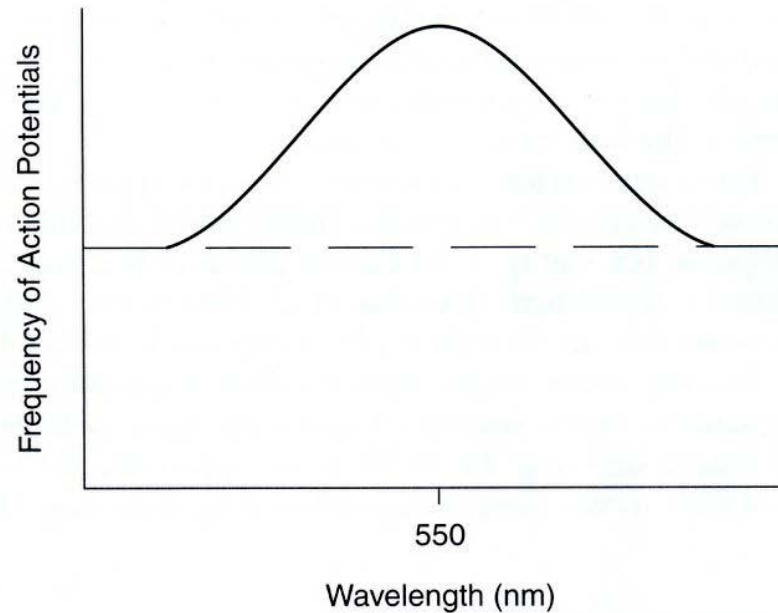
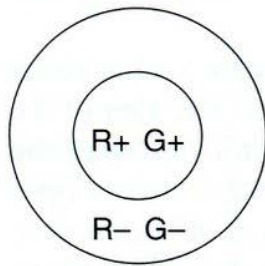
CR de una **célula parvo** oponente al color rojo-verde que es inhibida por longitudes de onda media y excitada por longitudes de onda más largas (También, CR azul-amarillo).



CR de una **célula konio** oponente al color azul-amarillo que se excita con una luz de longitud de onda corta que llena el centro de CR y se inhibe con una luz amarilla que llena la periferia del CR



# Codificación del color: neuronas magno sin oponencia al color



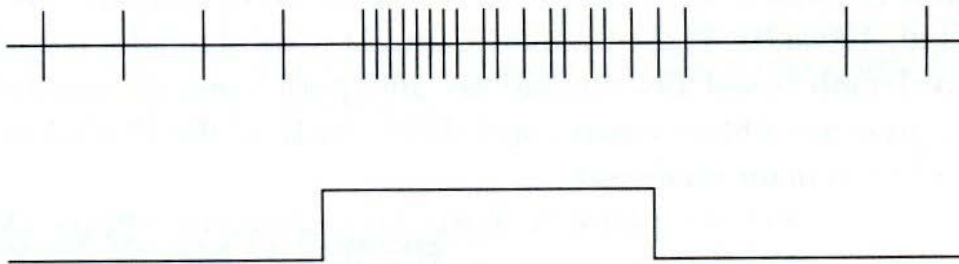
Independientemente de la longitud de onda del estímulo, estas células generalmente dan una respuesta del mismo signo.

No son capaces de contribuir significativamente a las discriminaciones basadas en la longitud de onda.

Antagonismo espacial sin oponencia de color.

# Respuesta temporal

**A** Sustained Response

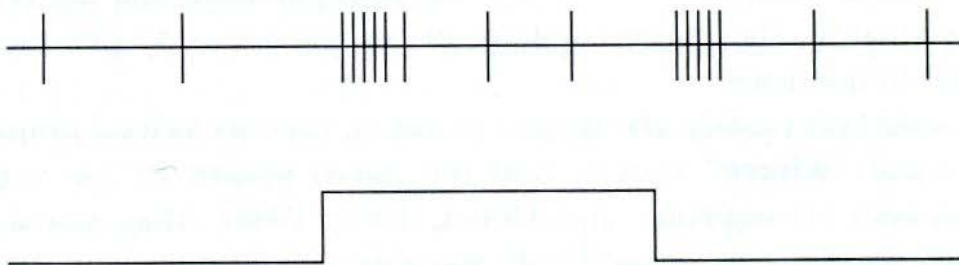


## **Neurona parvo**

Responde de forma continua durante todo el tiempo que está el estímulo.

**Respuesta sostenida**

**B** Transient Response



## **Neurona magno**

Breves descargas de actividad cuando el estímulo se inicia y cuando acaba.

**Respuesta transitoria**

# Respuesta temporal

## ■ Neuronas **Magno**

- Las respuestas transitorias a los cambios rápidos en la iluminación dan la capacidad de:
- Resolver estímulos de frecuencia temporal alta .
- Velocidad de transmisión más rápida.

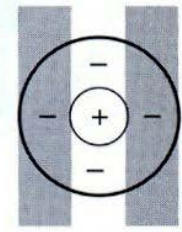
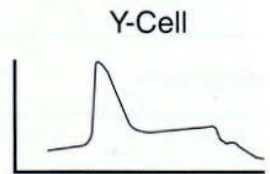
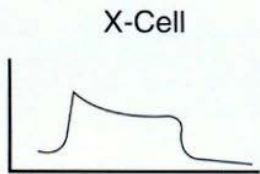
## ■ Neuronas **Parvo**

- Las neuronas sostenidas son más adecuadas para:
- Codificar frecuencias temporales bajas.
- Velocidad de transmisión más lenta

# Linealidad espacial

CAT      Linear cells      Nonlinear cells

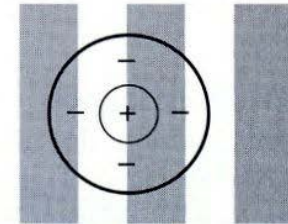
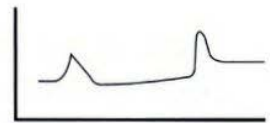
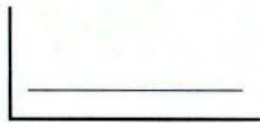
Strong "ON" Response for Both Cells



**Célula-X**, una rejilla espacial se puede situar en el CR de manera que la célula no responde: **posición nula**

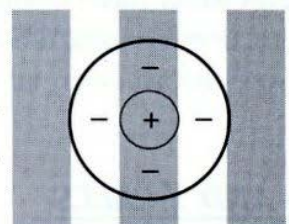
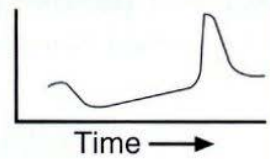
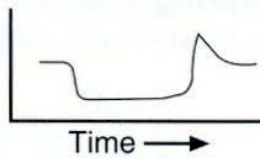
Null Point for X-Cell; "Frequency Doubling" for Y-Cell

Frequency of Action Potentials



**Posición nula:** La excitación y la inhibición se suman linealmente y se cancelan entre sí.

Strong "OFF" Response for Both Cells



**Célula Y**, no hay posición nula. La célula no suma información espacial de manera lineal.

Stimulus

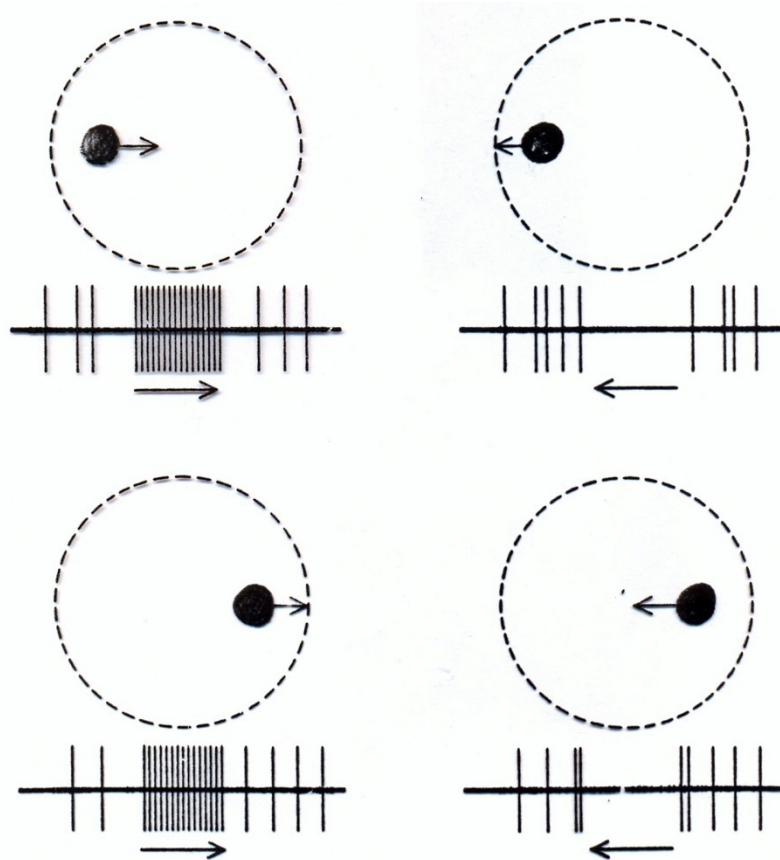


---

# Sensibilidad espacial

- Neuronas Magno
  - Campos receptores grandes
  - Resolución espacial baja
- Neuronas Parvo
  - Campos receptores pequeños
  - Resolución espacial alta
- Distribución
  - Retina (mezcladas)
  - NGL (segregadas en diferentes capas)

# Codificación del movimiento



Células ganglionares selectivas a la dirección del movimiento

# Funciones de las vías Parvo y Magno

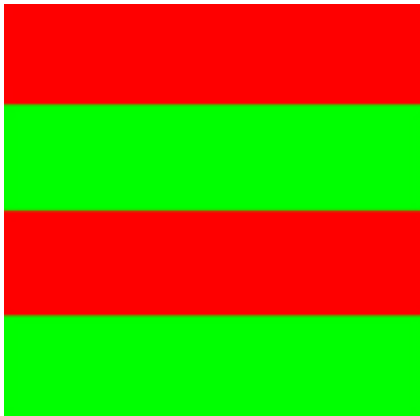
## Estudios del comportamiento en monos

- Lesiones en la región parvocelular del CGL
  - Reducción de discriminaciones basadas en la longitud de onda
  - Disminución de la sensibilidad al contraste a frecuencias espaciales altas
  - Resolución de frecuencias temporales altas inalterada
- Lesiones en la región magnocelular del CGL
  - Sin cambios en las discriminaciones basadas en la longitud de onda y la sensibilidad al contraste a frecuencias espaciales altas
  - Disminución de la sensibilidad al contraste a frecuencias espaciales bajas
  - Gran disminución en resolución de frecuencias temporales altas

# Funciones de las vías Parvo y Magno

## Estudios psicofísicos en el hombre

- **Aislamiento de la vía parvo:** Estímulos isoiluminantes supraumbrales con variación cromática (solo contraste cromático)



Rejilla isoiluminante rojo/verde

La rejilla es visible solo por el contraste cromático.  
La vía magno está "silenciada".

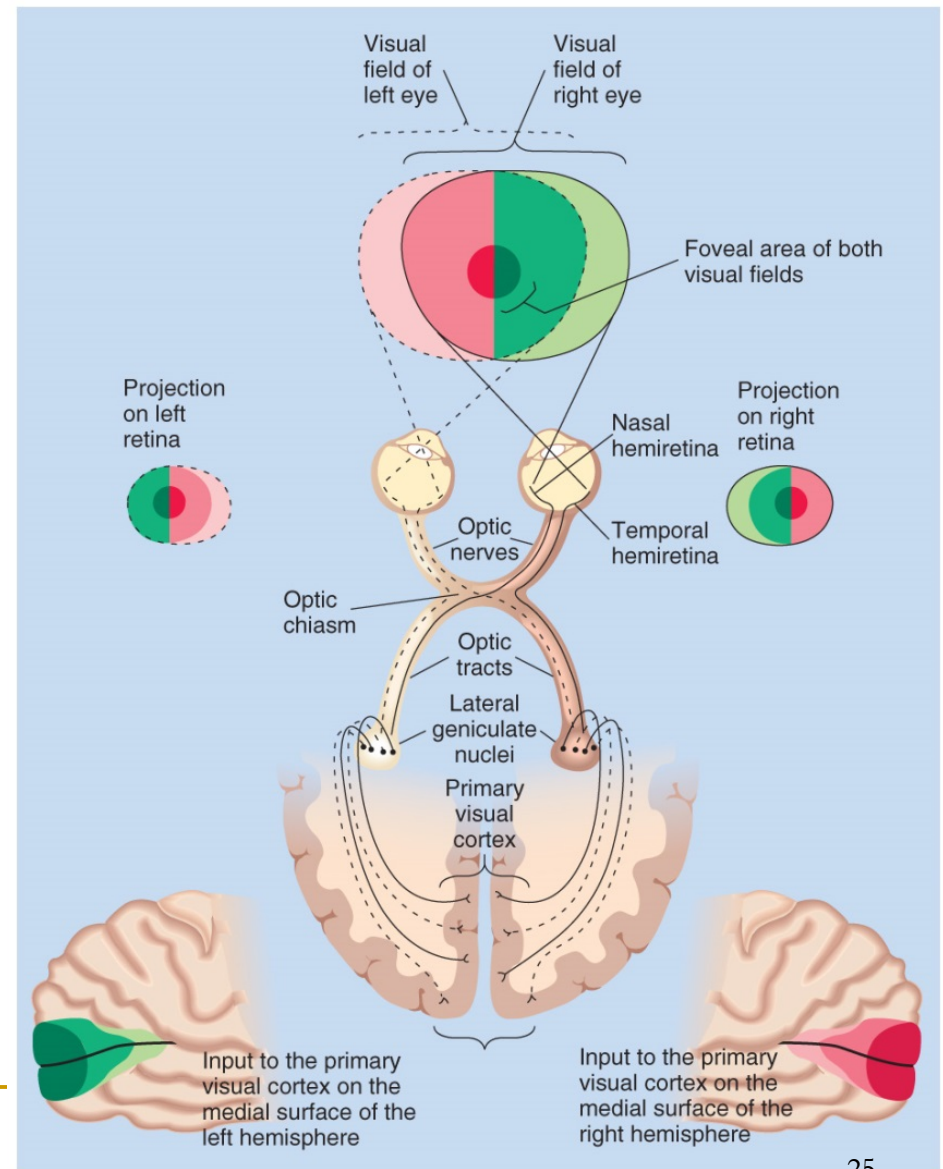
- **Aislamiento de la vía magno:** Estímulo perímetro FDT
  - La vía magno es más vulnerable al daño por glaucoma que la vía parvo

# Funciones de las vías Parvo y Magno

- Vías retinocorticales paralelas que desempeñan diferentes roles en la percepción visual
- La vía de **magno** codifica el movimiento, las bajas frecuencias espaciales y dirige nuestra atención
- El sistema magno es rápido y la información alcanza rápidamente el cortex.
- Posteriormente el sistema **parvo** analiza la información del color y los detalles espaciales de forma más lenta.

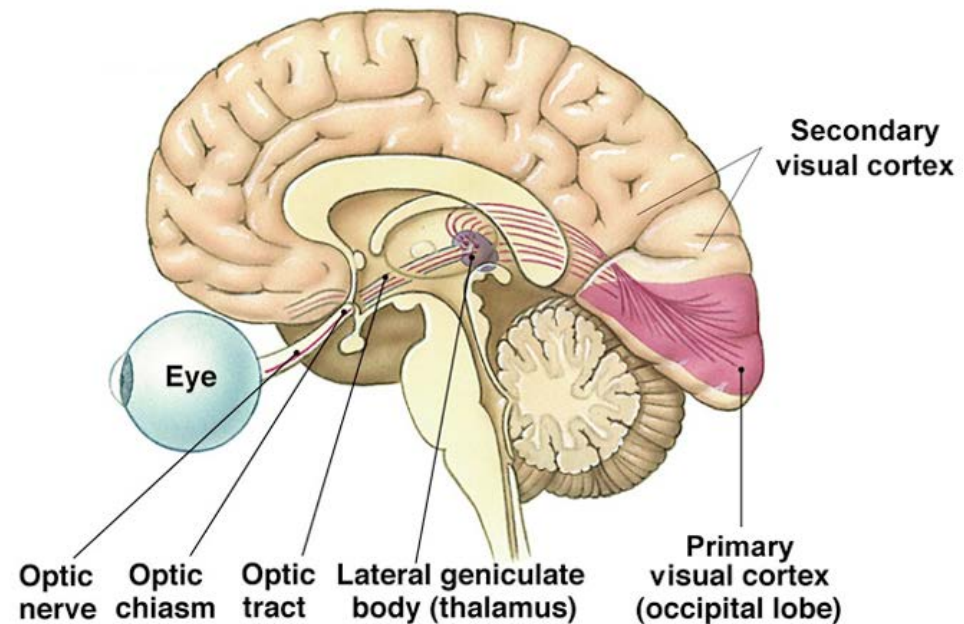
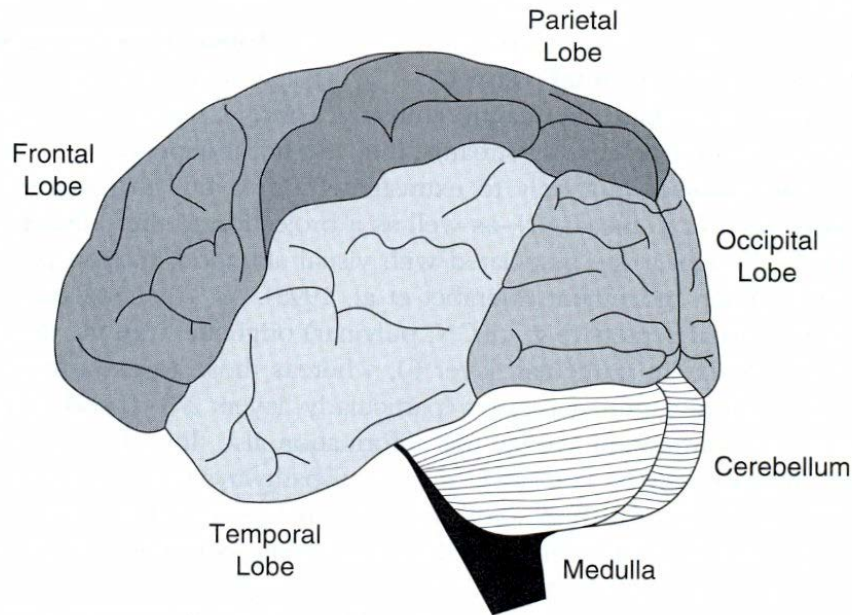
# Corteza estriada o corteza visual primaria (V1)

Proyecciones neurales desde las retinas a través de los NGL a la corteza visual primaria izquierda y derecha (corteza estriada)

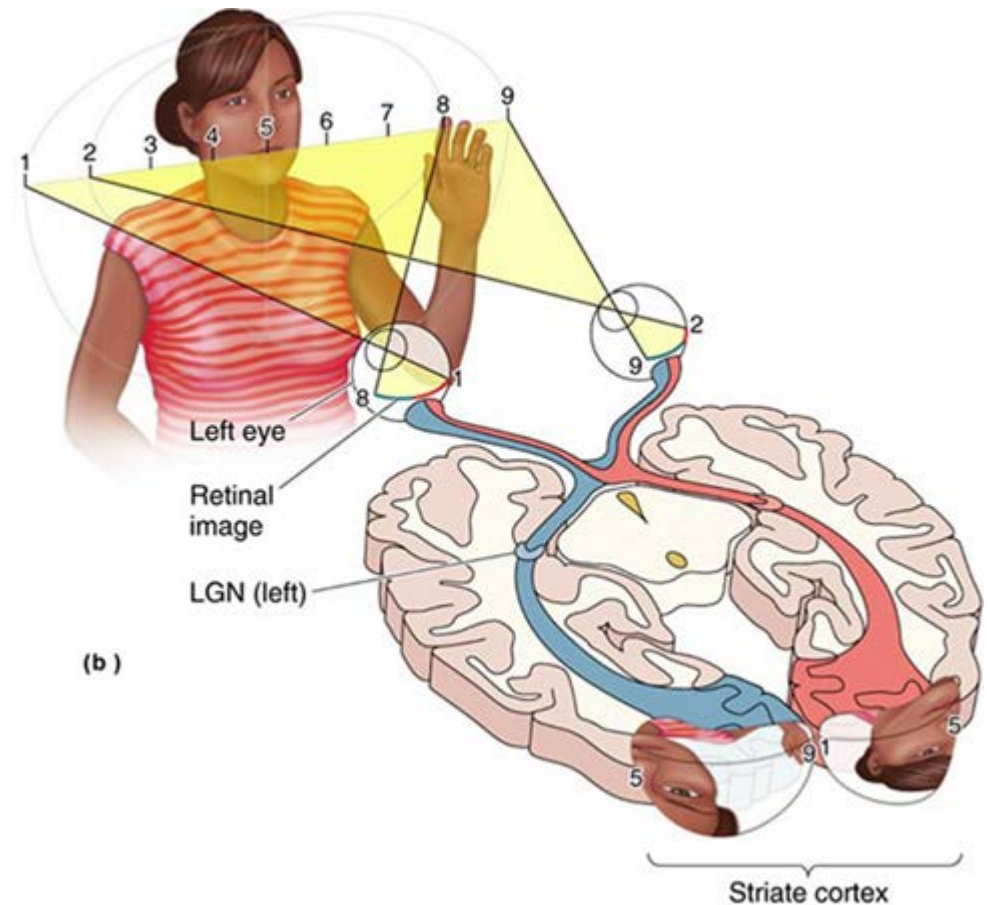
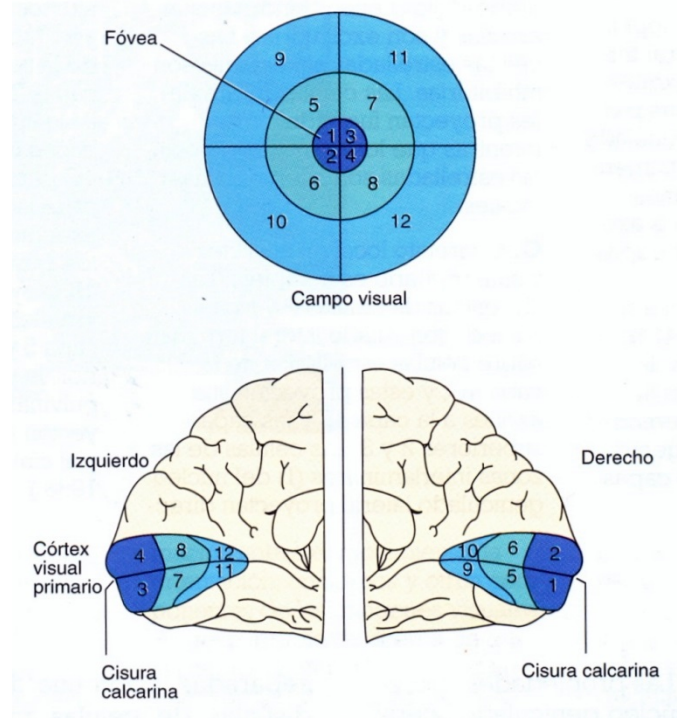


# Corteza estriada o corteza visual primaria (V1)

La corteza visual primaria (V1) está localizada en el lóbulo occipital



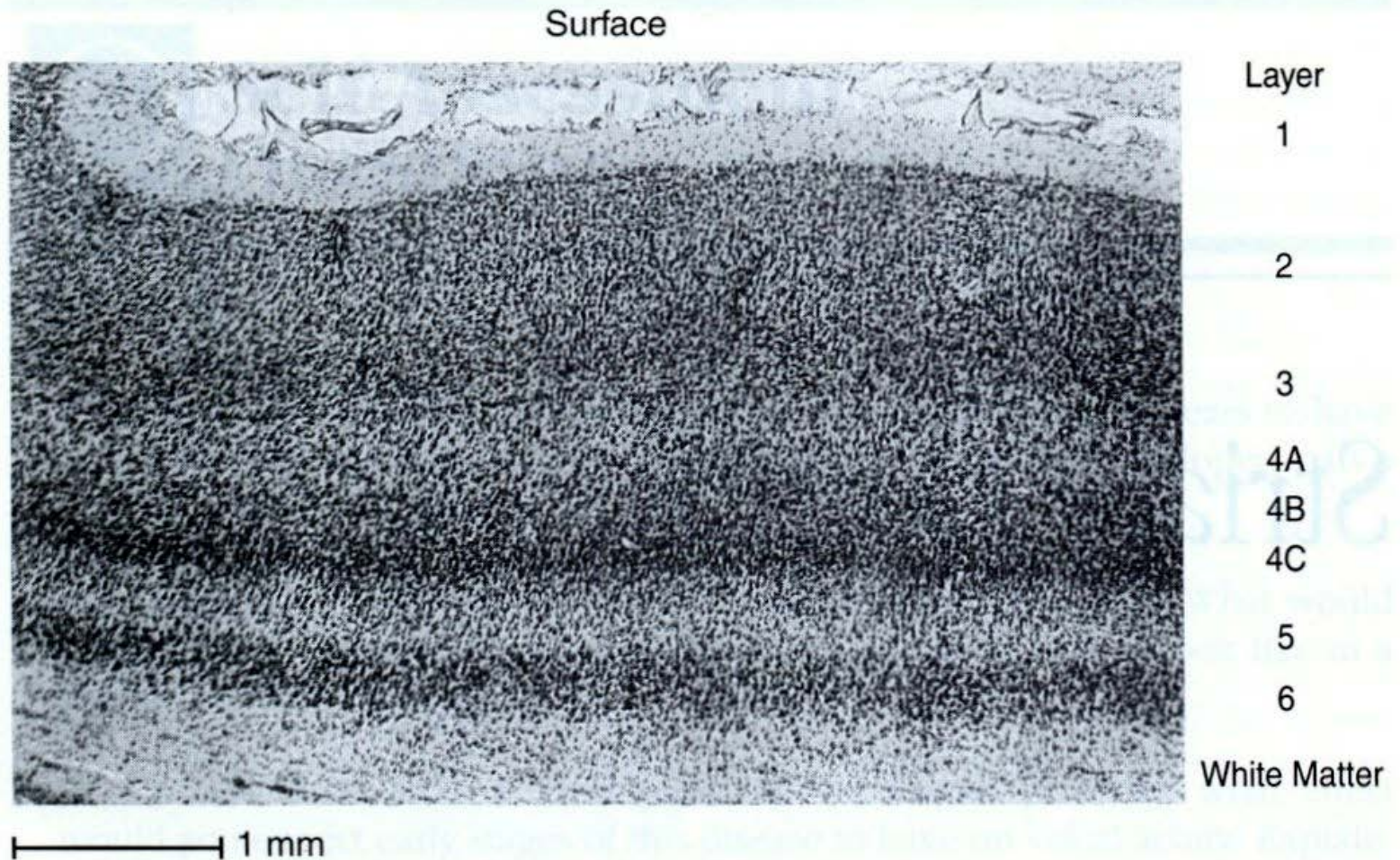
# Organización retinotópica



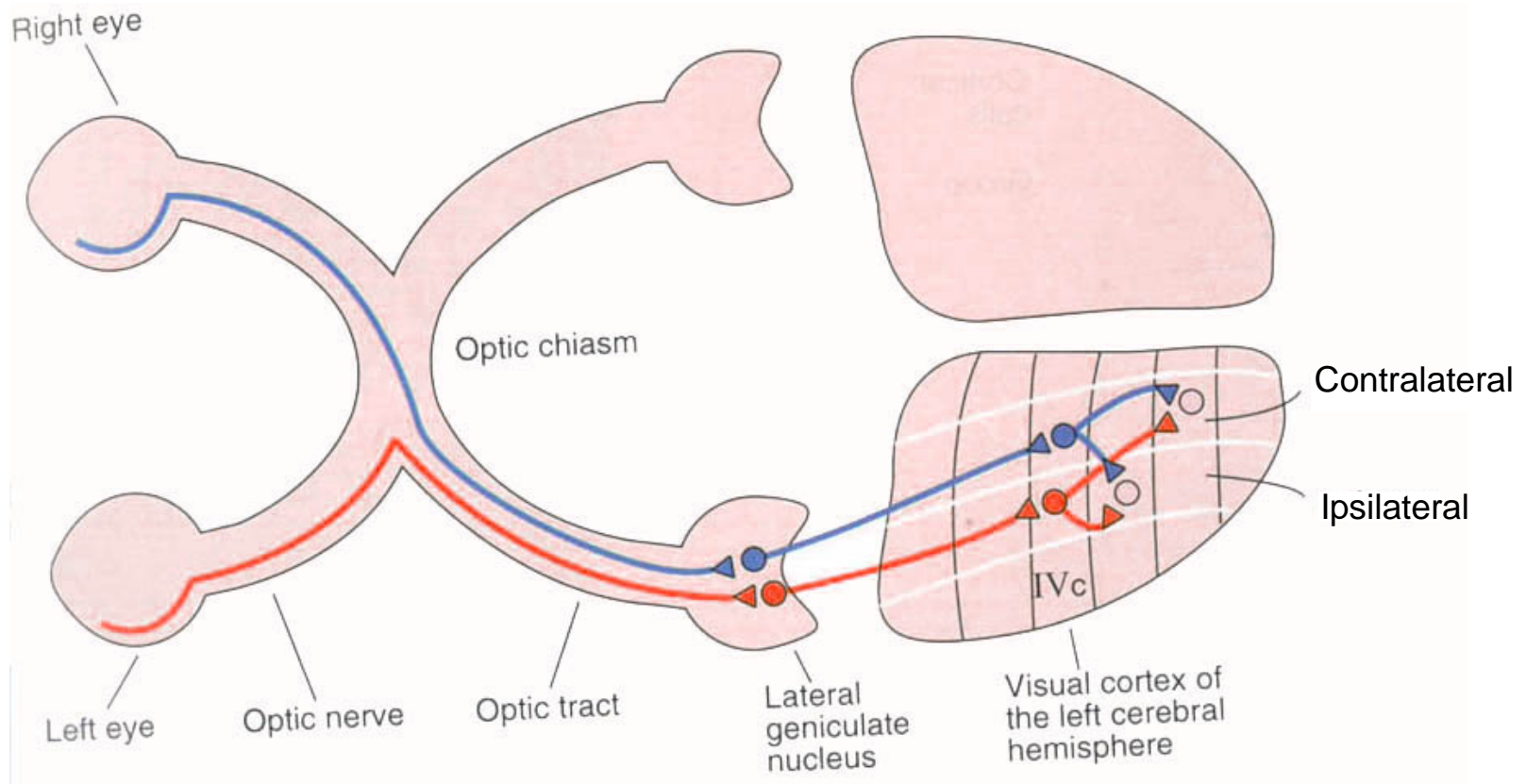
La corteza estriada contiene una representación de todo el campo visual.  
La información recibida en partes adyacentes de la retina permanece adyacente en V1 (**retinotópica**)

**Aumento cortical de la visión foveal:** aproximadamente el 25% de la corteza visual primaria se dedica a las señales desde la fóvea.

# Corteza visual primaria (V1 o área 17)

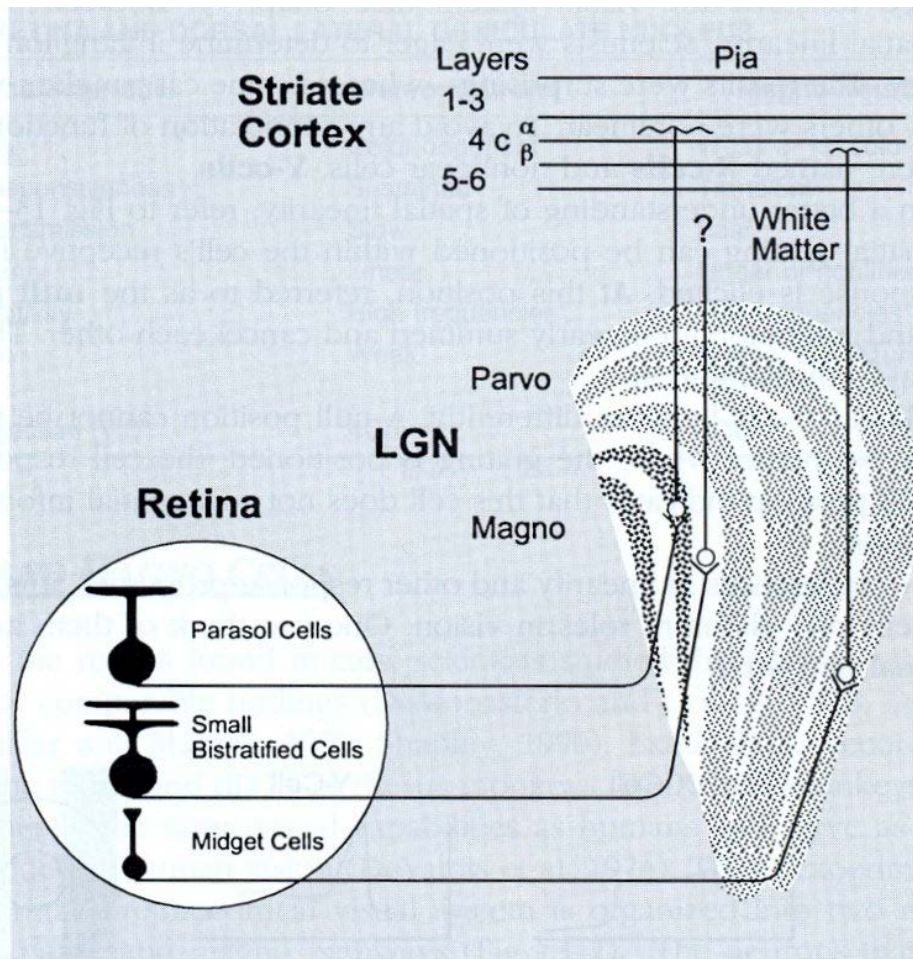


# Corteza visual primaria (V1 o área 17)



- Los axones de células del NGL sinaptan en la capa 4 C de V1
- Las células M y P están separadas.
  - Los ojos contralateral e ipsilateral están separados.

# Corteza visual primaria (V1 o área 17)



## Entradas a la corteza estriada

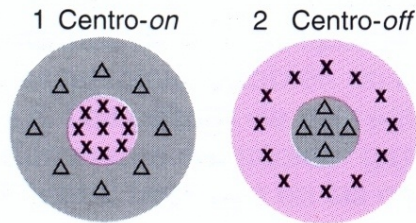
- ❑ Neuronas magnocelular NGL: Proyectan a la capa 4C $\alpha$
- ❑ Neuronas parvocelular NGL: Proyectan a la capa 4C $\beta$
- ❑ Axones koniocelulares NGL: Saltan la capa 4 para hacer sinapsis en las capas 2 y 3

---

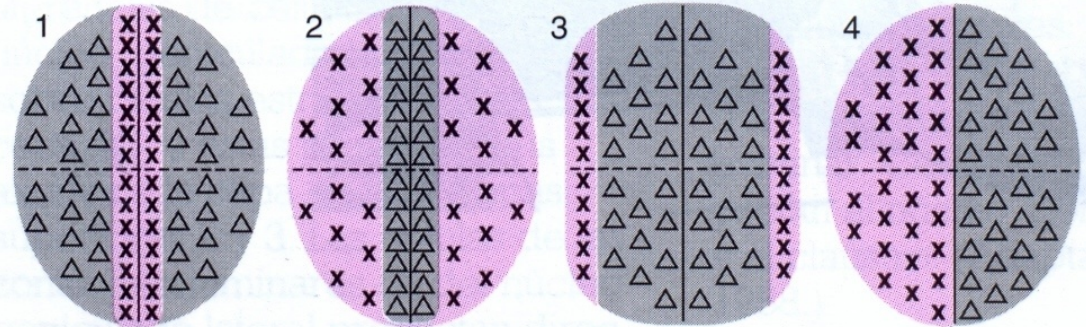
# Características del campo receptor de las neuronas corticales

- Células corticales simples
- Células corticales complejas
- Células corticales hipercomplejas (stop-end)

# Campo receptor células corticales simples



Campos receptores NGL



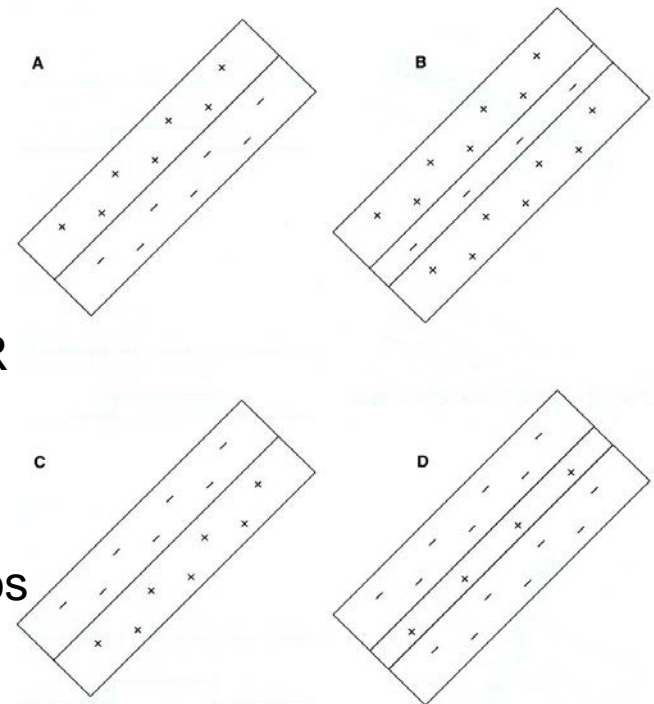
## Propiedades CR neurona simple:

Los CRs están divididos en zonas excitatoria e inhibitoria (On-Off) separadas y son CR alargados

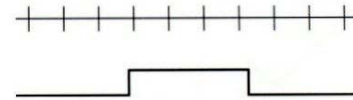
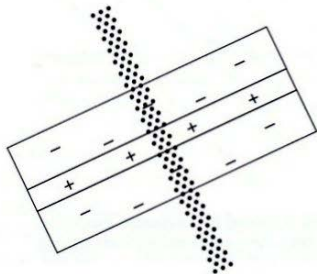
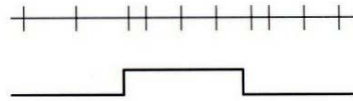
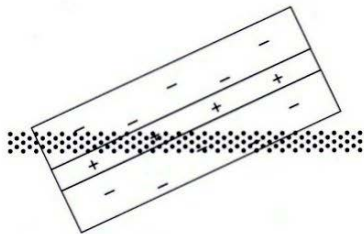
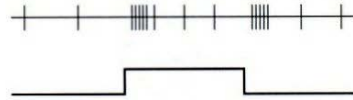
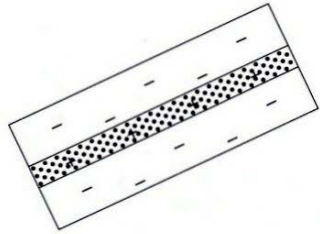
Responde a barras de luz orientadas de manera óptima con el **eje específico de orientación** del CR

Posición retiniana específica

Algunas neuronas son muy sensibles a barras oscuras o claras (B y D); otras responden mejor a los bordes (A y C)



# Campo receptor células corticales simples



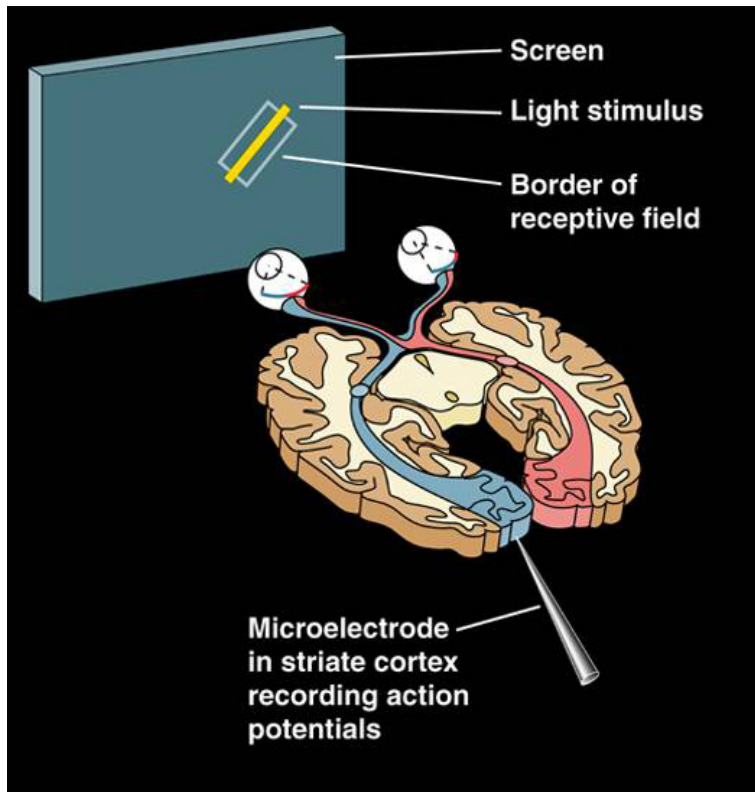
Las células simples son más sensibles a un borde o barra de luz de con una determinada **orientación específica**.

Además, la barra o el borde deben estar correctamente **posicionadas** dentro del CR.

La respuesta de la célula es más fuerte si el estímulo está alineado con su CR.

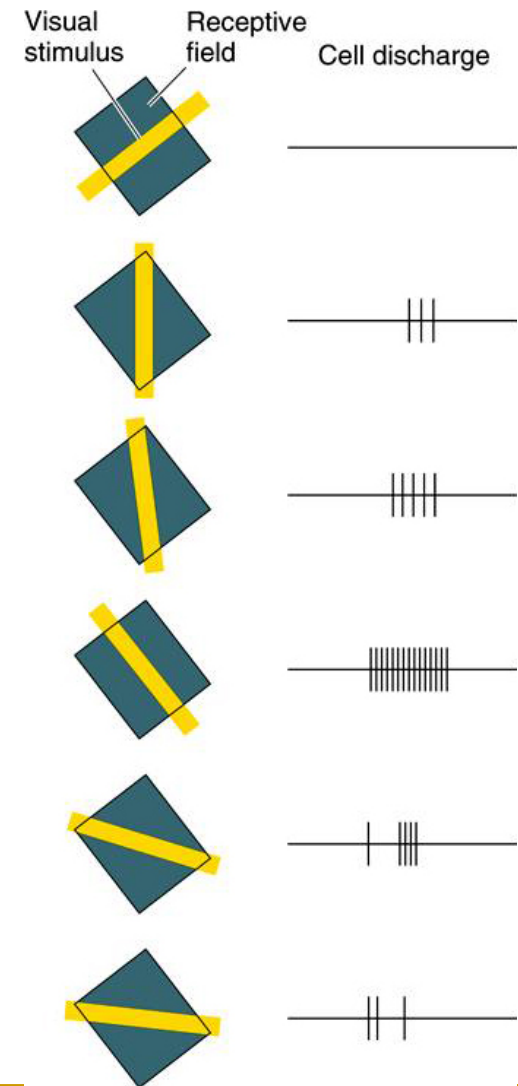
# Campo receptor células corticales simples

Selectividad de orientación y posición



(a)

Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins



(b)

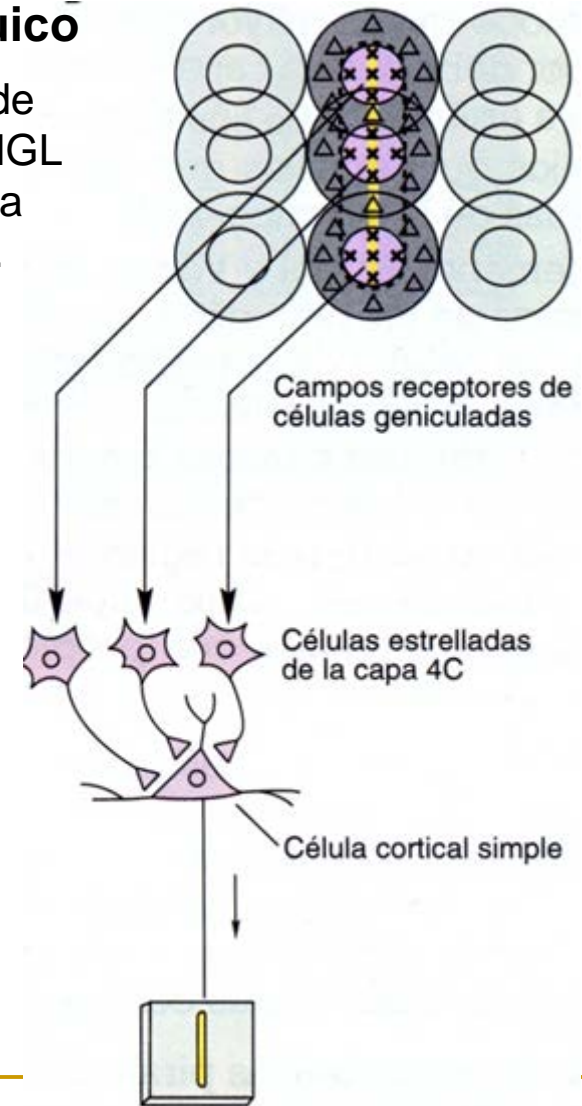
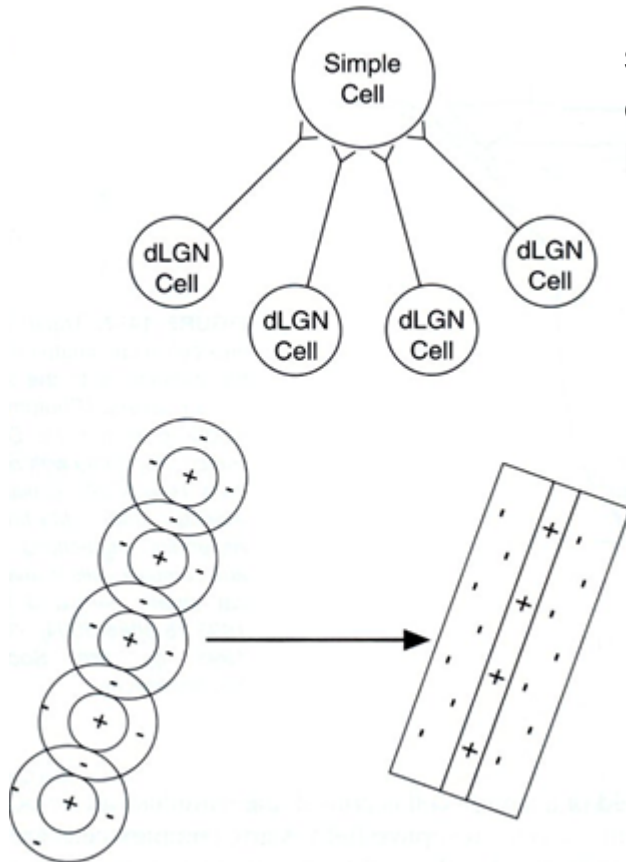
# Campo receptor células corticales simples

- Diferentes células simples son sensibles a diferentes orientaciones (selectividad a la orientación).
- Responden a límites generados por contraste de colores, pero no llevan información sobre que colores definen el límite.
- Sensibles a la presentación simultánea de dos colores complementarios que iluminan partes opuestas del campo receptor.
- Responden selectivamente a rejillas sinusoidales con una determinada frecuencia espacial (análisis de Fourier)
- Presentan binocularidad

# Campo receptor células corticales simples

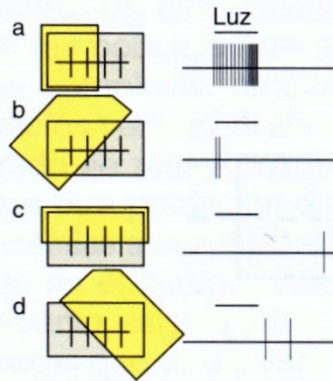
## Procesamiento jerárquico

Los CRs son el resultado de señales de neuronas del NGL cuyos CRs se encuentran a lo largo de una línea recta.

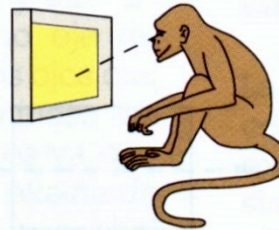


# Campo receptor célula cortical compleja

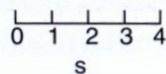
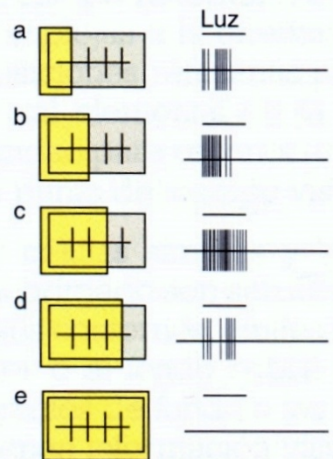
A<sub>1</sub> Respuesta a la orientación del estímulo



B<sub>1</sub>



A<sub>2</sub> Respuesta a la posición del estímulo



Las células complejas responder mejor a:

Estímulos elongados (o luz-oscuridad) con una orientación específica.

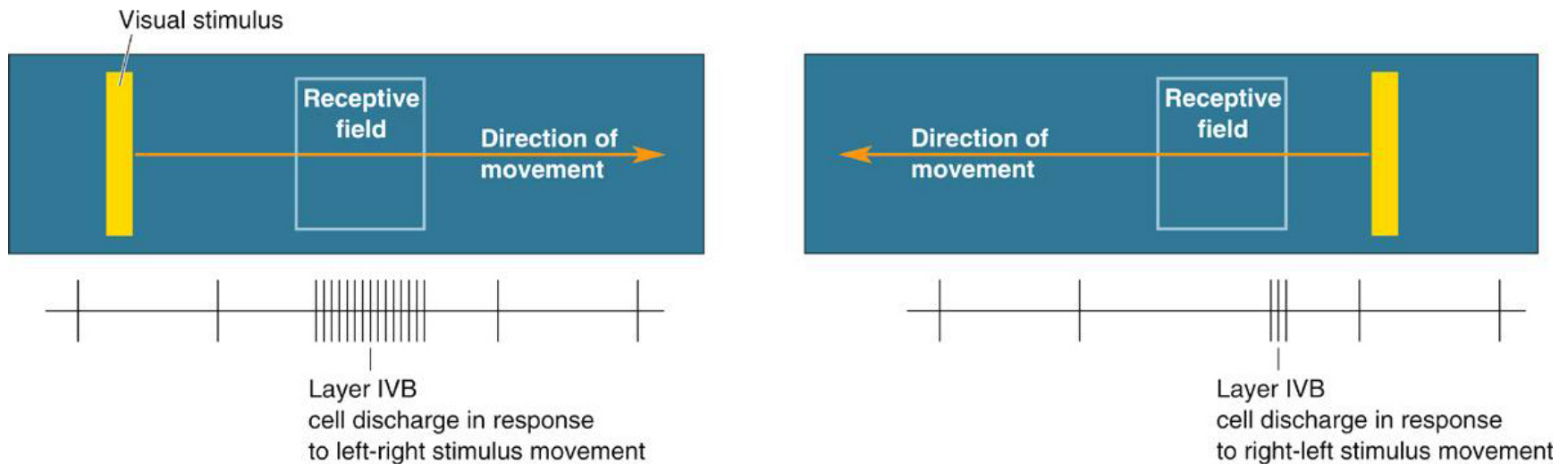
El estímulo puede estar en cualquier posición en el CR.

Respuesta a límites colores. La relación espacial entre colores es importante.

Respuesta binocular.

# Campo receptor célula cortical compleja

**Selectividad direccional:** respuesta al estímulo en movimiento en una dirección específica



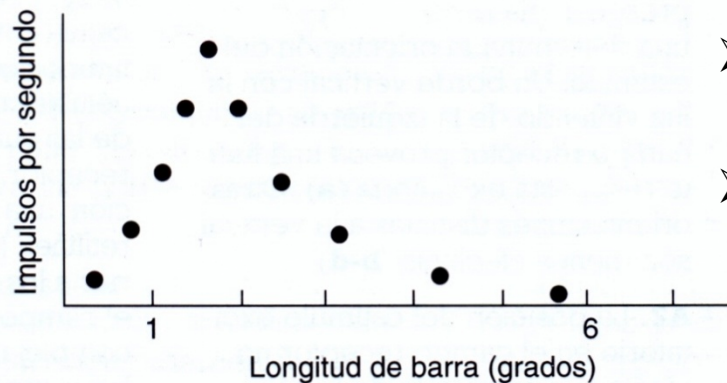
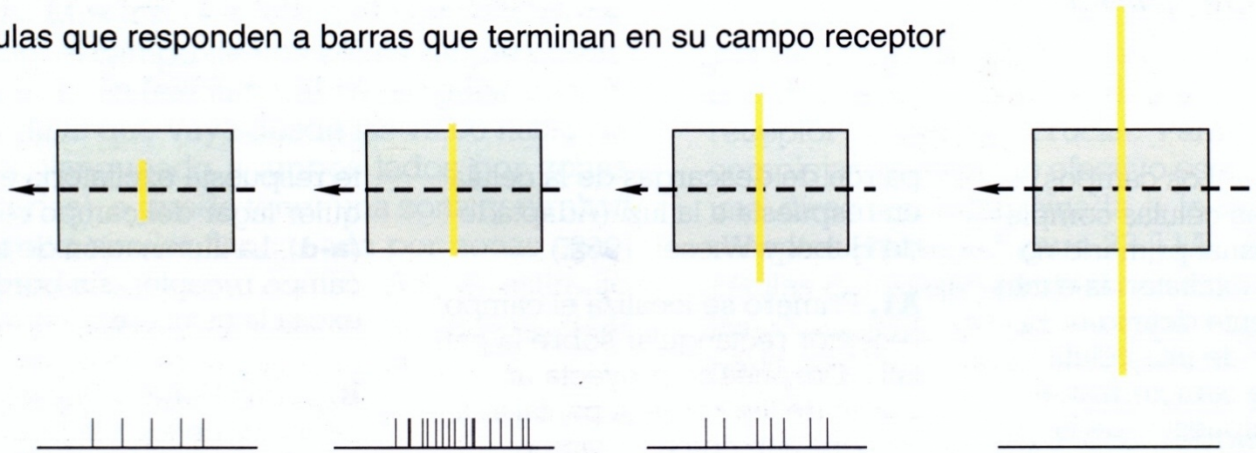
Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

# Campo receptor célula cortical compleja

- Una célula compleja recibe información del grupo de células simples que tienen CRs con el mismo eje de orientación, pero con ligeras diferencias en posición (procesamiento jerárquico).
- CRs muy grandes pero las zonas excitatorias e inhibitorias no están claramente definidas.
- El papel de las células simples y complejas es decisivo para la percepción de la forma.

# Campo receptor célula cortical hipercompleja (end-stop) (Área V2)

Células que responden a barras que terminan en su campo receptor



- Tienen sensibilidad crítica a la longitud del estímulo.
- Detectan ángulos

# Procesamiento jerárquico

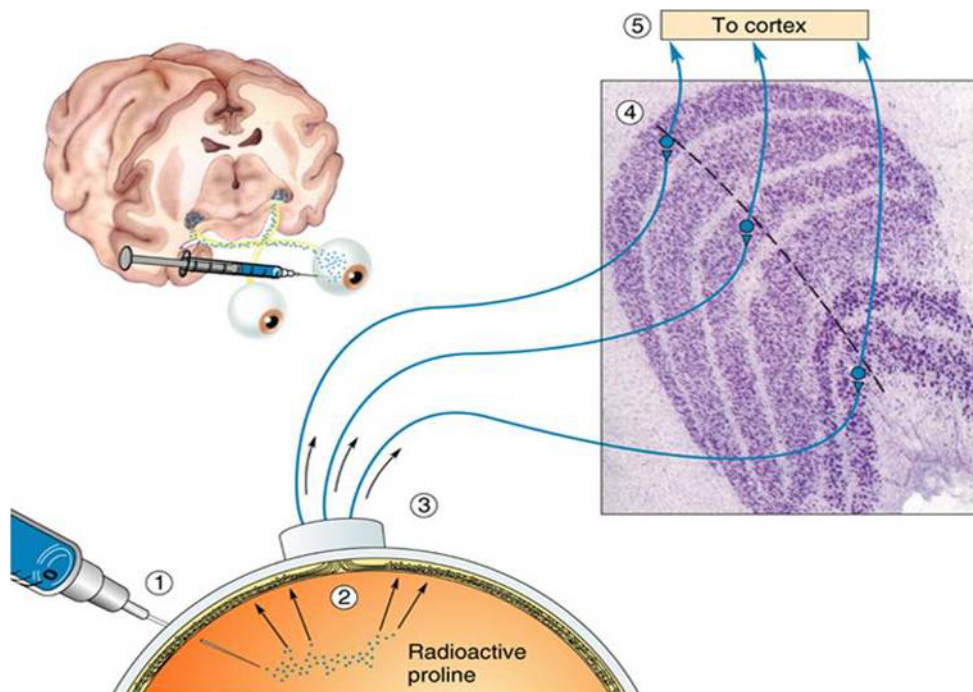
- Los CRs de las neuronas superiores se construyen a partir de las neuronas precedentes.
- Los parámetros del estímulo necesarios para activar una neurona son más específicos en etapas superiores del sistema visual:
  - C. ganglionares y NGL responden a puntos luminosos de un determinado diámetro y la posición es importante.
  - C. simples responden a barras de luz con orientación y posición específica.
  - C. complejas detectan una orientación específica dentro de un abanico de posiciones y movimiento en la dirección apropiada.
  - C. hipercomplejas responden a bordes y esquinas
- El procesamiento jerárquico ocurre a lo largo de cada vía paralela.
- El procesamiento paralelo y el procesamiento jerárquico son compatibles.

# Organización modular de la corteza visual primaria (V1)

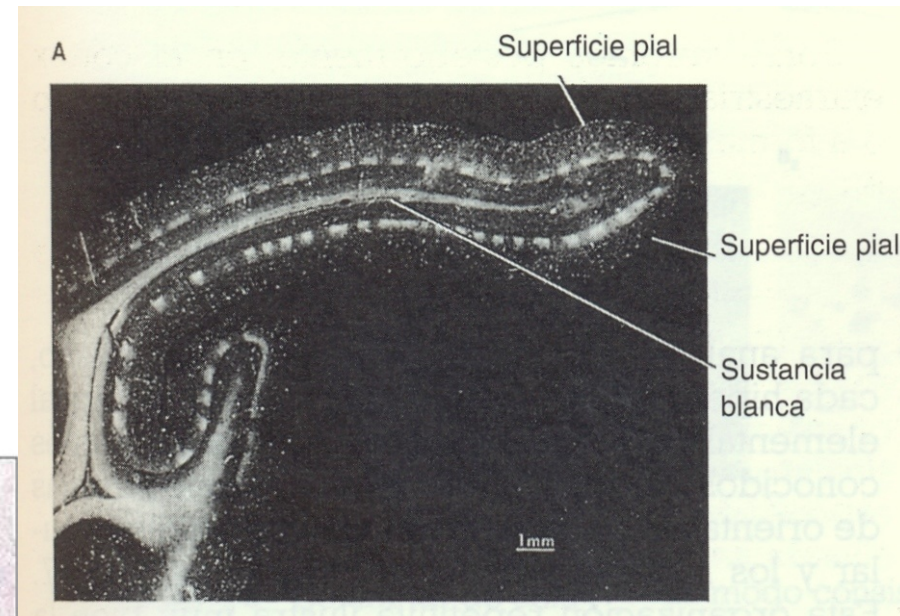
- Columnas de dominancia ocular
- Columnas de orientación
- Modulo cortical de gotas o “blobs”

# Columnas de dominancia ocular V1

Las columnas de dominancia ocular se pueden visualizar con autorradiografía después de inyectar en un ojo aminoácidos marcados radioactivamente que se transportan desde la retina hasta el cortex (capa 4 de V1).

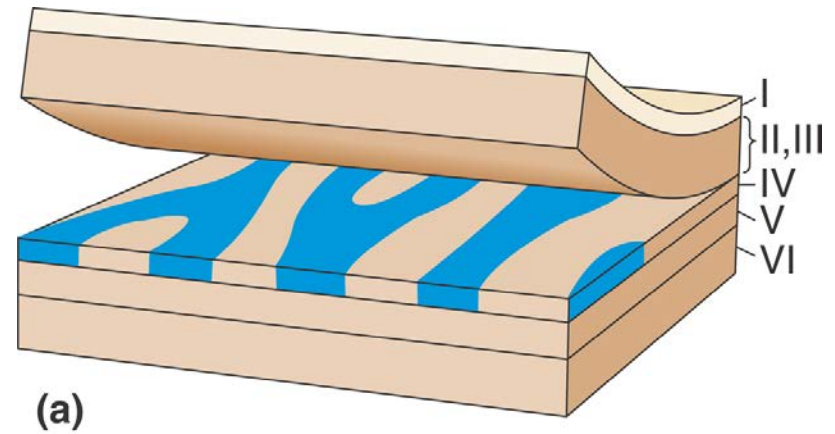
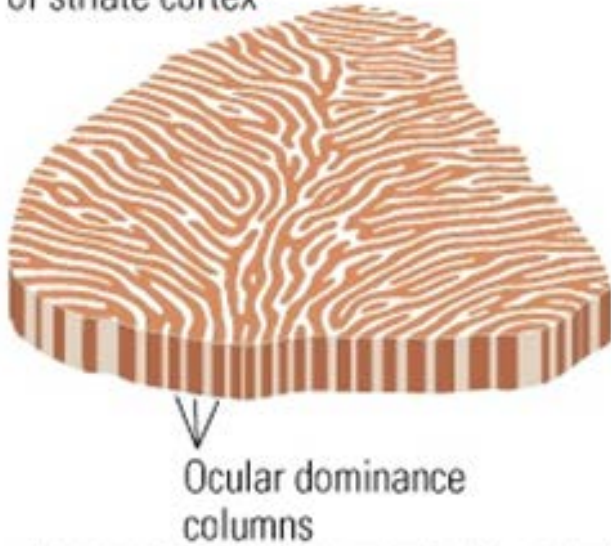


Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins



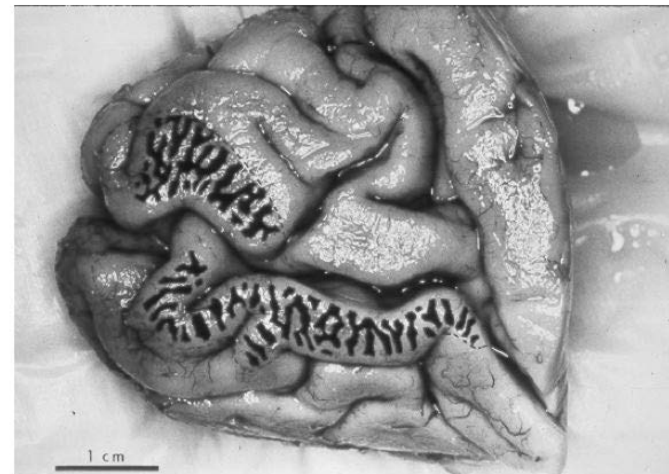
# Columnas de dominancia ocular V1

Horizontal section  
of striate cortex



Capa IV

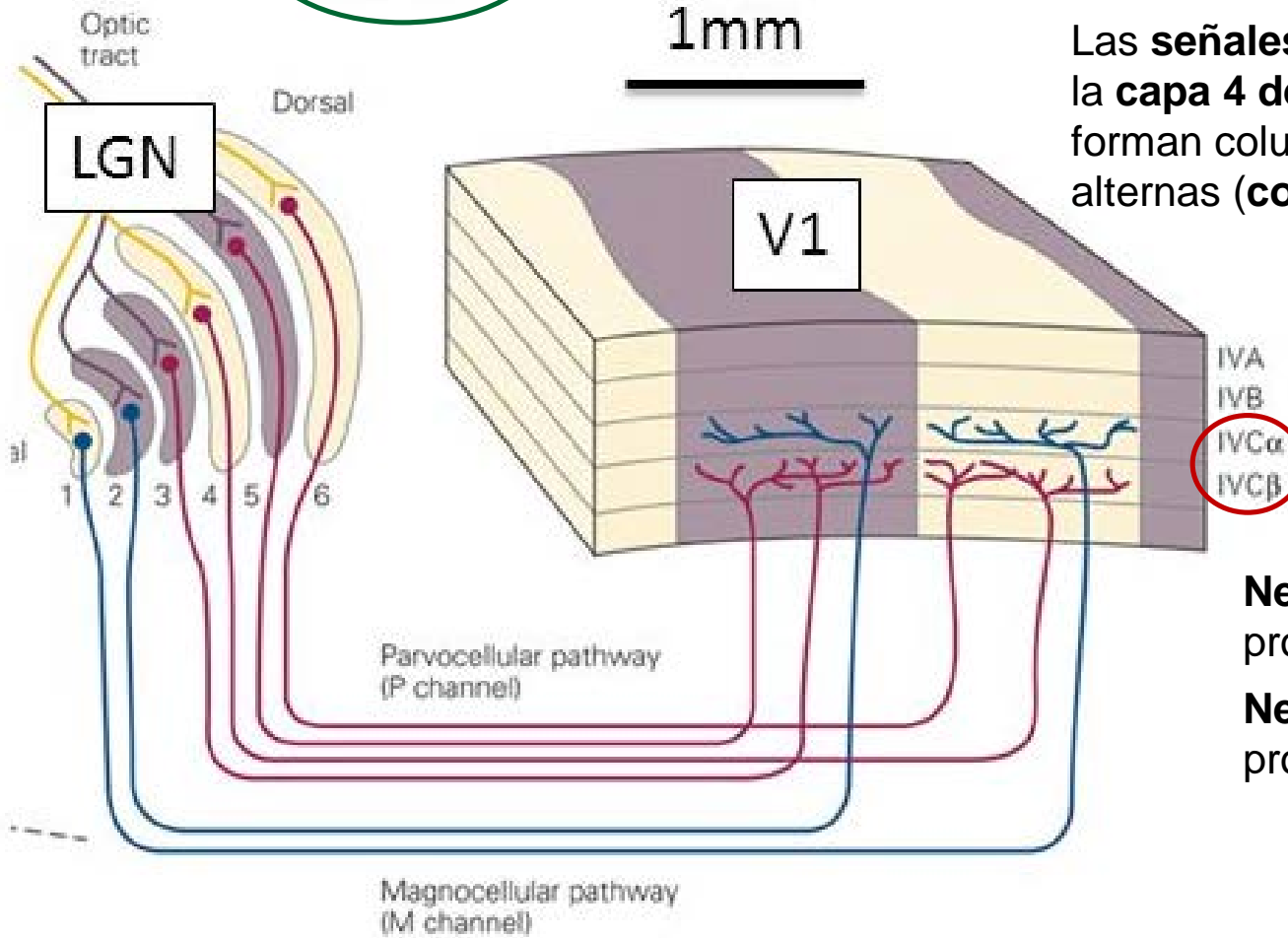
Human ocular dominance columns



# Columnas de dominancia ocular V1



**Contralateral** (recibe señales de capas 1, 4, 6 NGL)  
**Ipsilateral** (recibe señales de capas 2, 3, 5 NGL)



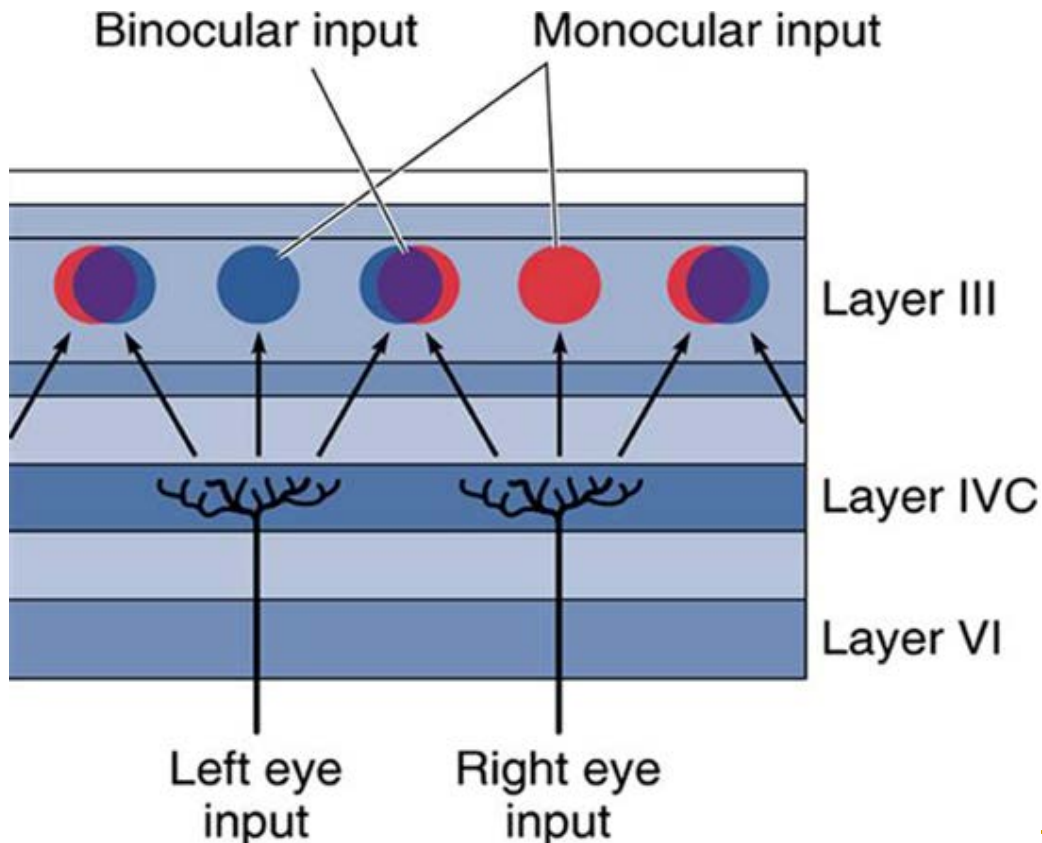
Las **señales de entrada** que llegan a la **capa 4 de V1** están separadas y forman columnas de dominancia ocular alternas (**contralateral e ipsilateral**).

**Neuronas magno NGL:**  
proyectana a la capa 4C $\alpha$

**Neuronas parvo NGL:**  
proyectan a la capa 4C $\beta$

# Columnas de dominancia ocular V1

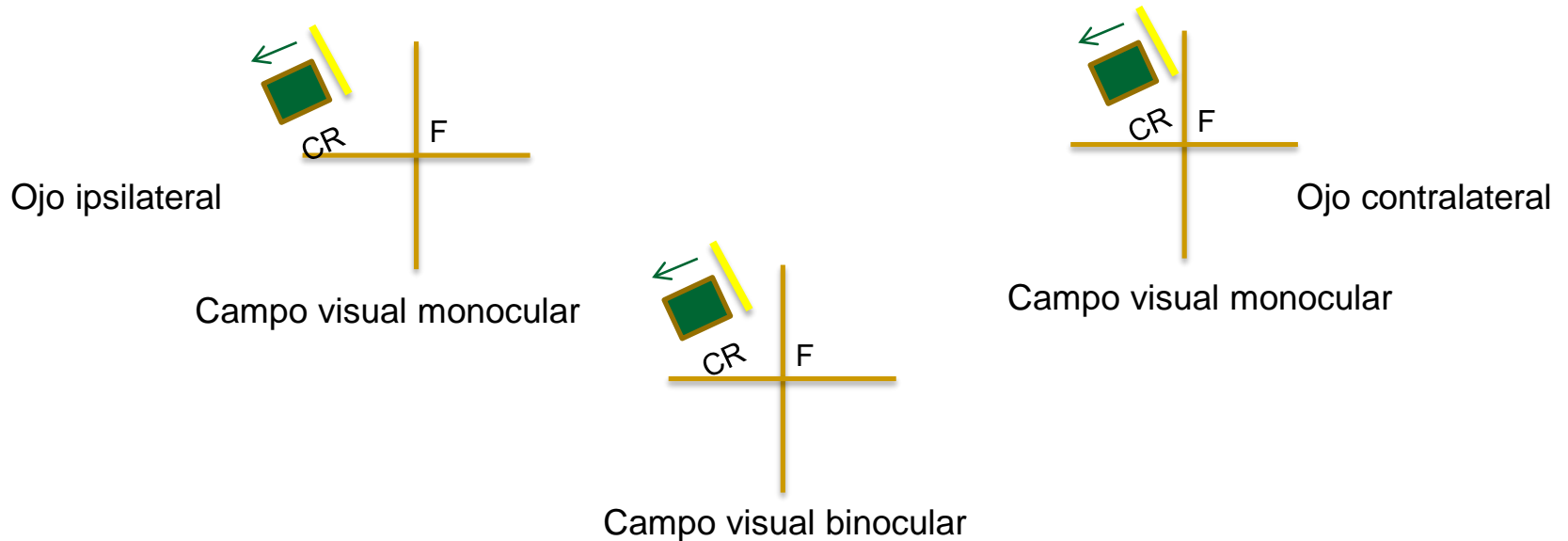
Aunque las neuronas en la **capa 4 son monoculares**, las neuronas en las otras capas de la **misma columna** combinan señales de los dos ojos (**son binoculares**), pero su activación tiene **preferencia por el mismo ojo**.



**Neuronas binoculares:**  
la mayoría de la capa 3  
(pero no capa 4)

# Células corticales binoculares y estereopsis

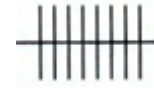
Las células binoculares (p.e. células complejas) reciben información de ambos ojos desde campos receptivos (CR) ligeramente dispares.



## Célula cortical binocular en columna contralateral



Respuesta cuando solo se estimula el ojo ipsilateral.

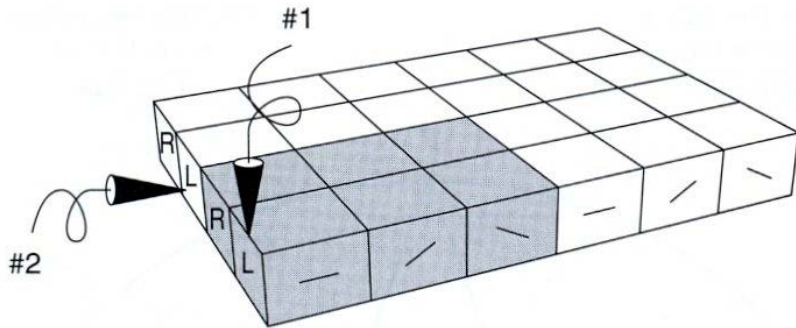


Respuesta mayor cuando solo se estimula el ojo contralateral "ojo dominante"

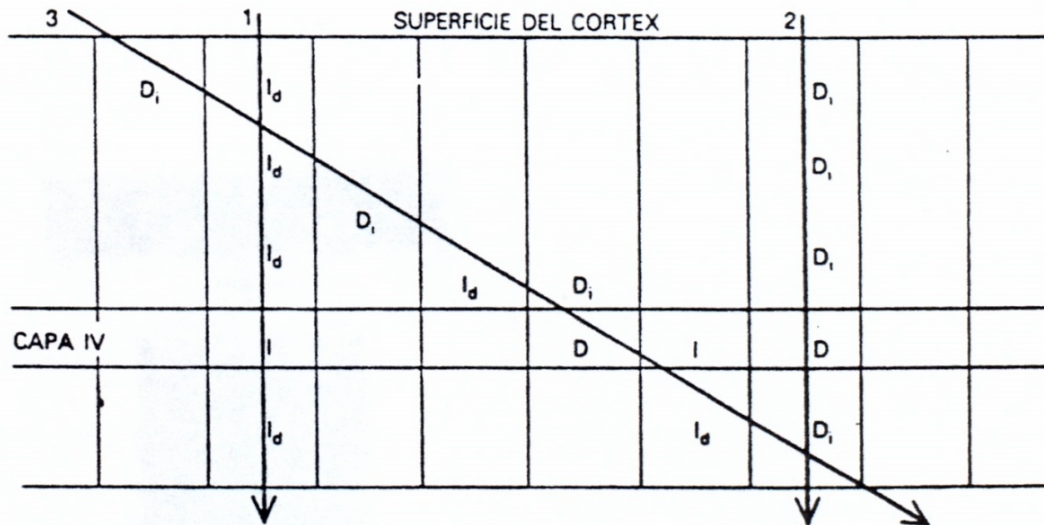


Respuesta más fuerte cuando se estimulan los dos ojos

# Columnas de dominancia ocular V1



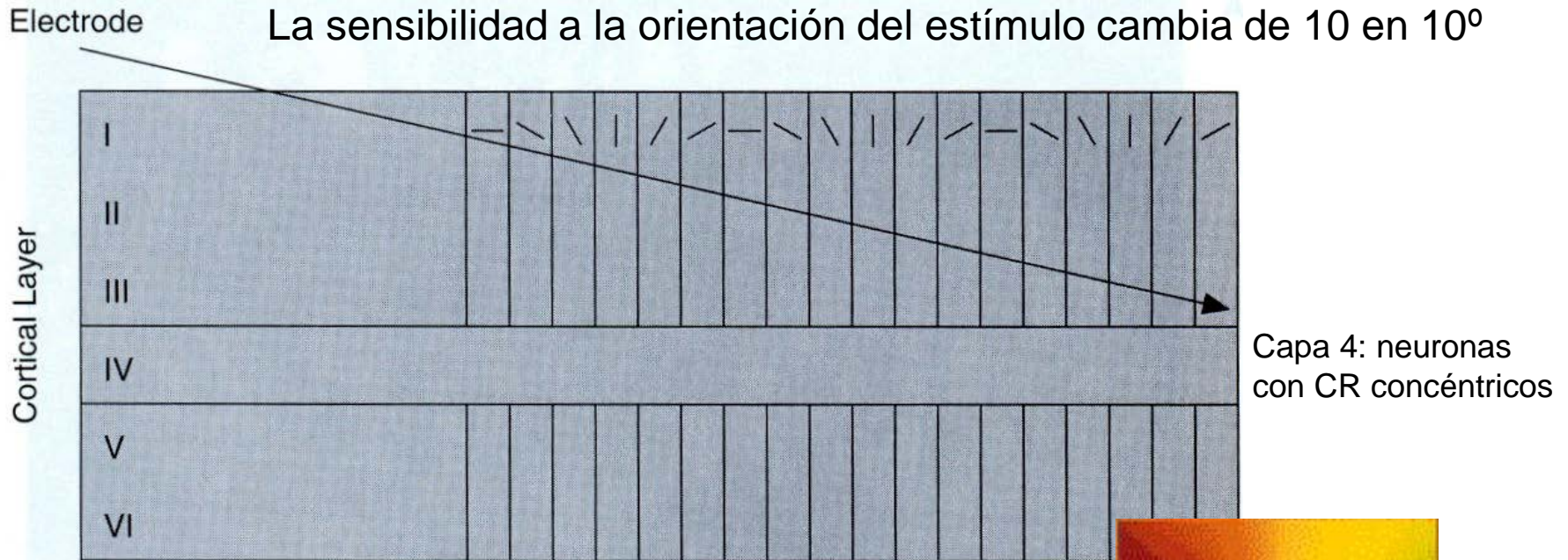
Todas las células de una columna (perpendicular a la superficie cortical) registradas con el electrodo son de la misma dominancia ocular.



**Columna de dominancia ocular:** grupo de células binoculares en las capas 2, 3, 5 y 6, y células monoculares capa 4

# Columnas de orientación V1

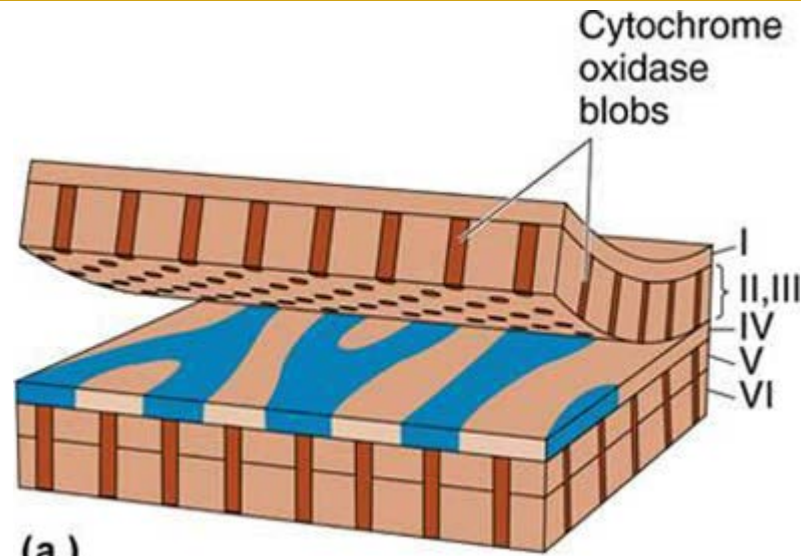
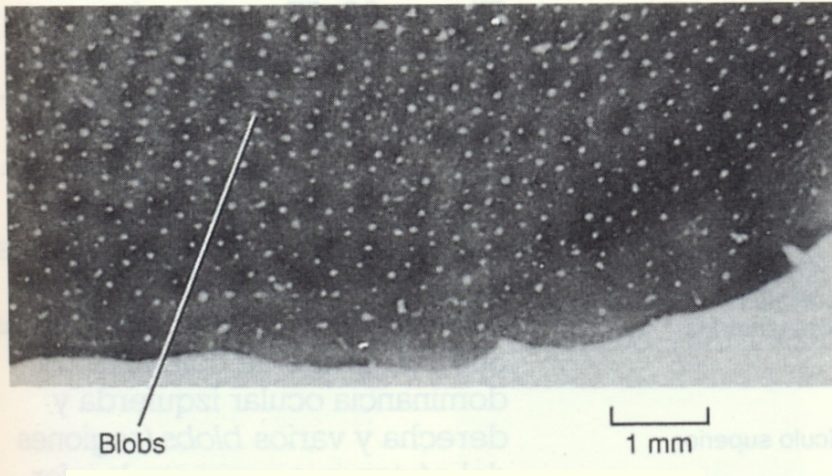
Las células corticales con la misma preferencia de orientación se agrupan en **columnas de orientación** (perpendiculares a la superficie de la corteza).



La **selectividad de orientación** está organizada en una configuración de molinete, con cada sector del molinete representando una orientación diferente.

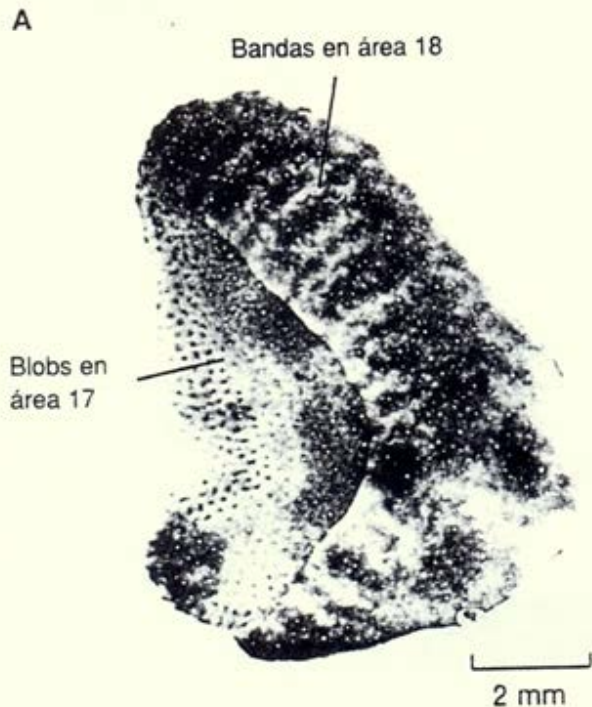


# Gotas o Blobs V1



(a)

Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins



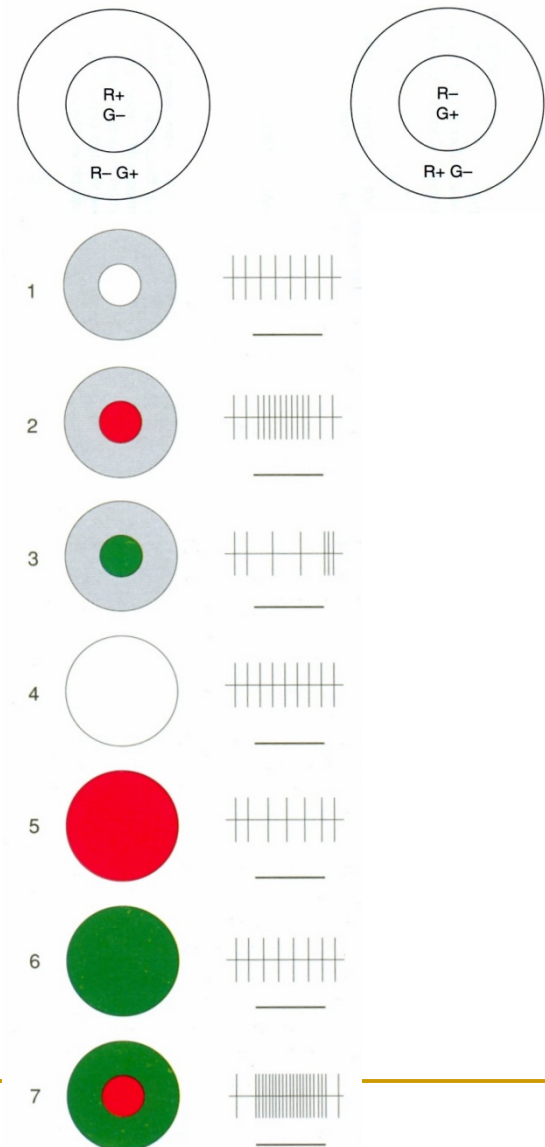
- ❑ La tinción con citocromo oxidasa revela un patrón irregular de manchas (gotas).
- ❑ Cada gota centrada en una columna de dominancia ocular
- ❑ Las gotas contienen neuronas que responden al brillo y color (entrada parvo).
- ❑ La región interblob (entre gotas) también recibe señales parvo.

Citocromo oxidasa (enzima mitocondrial que sirve como marcador de los niveles de actividad de las neuronas)<sup>50</sup>

# Gotas V1: células color-oponentes dobles

## Campos receptivos:

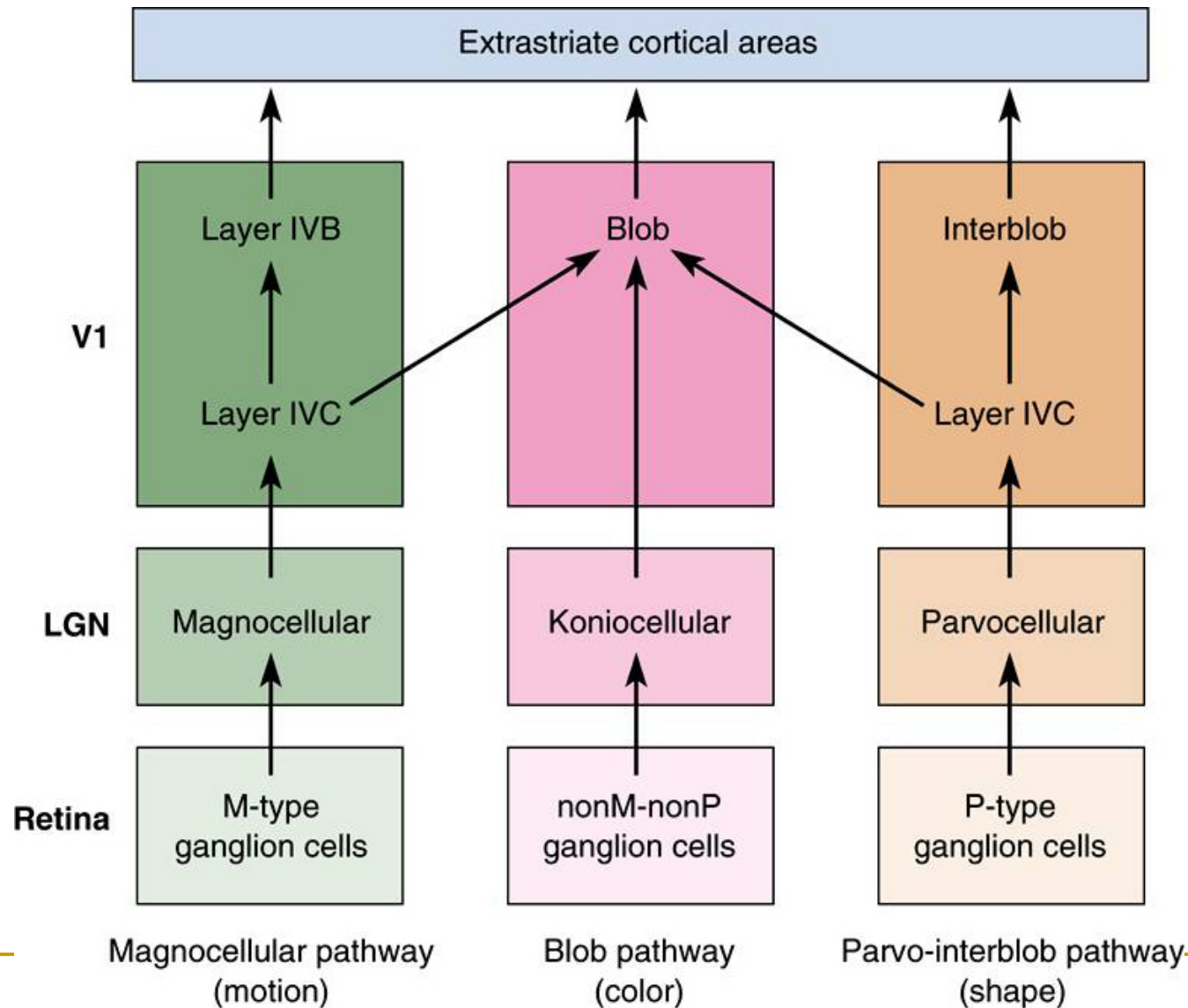
- Organización concentrica
- Neuronas con oponencia al color doble (canal R-V y Az-Am)
- Entrada parvo
- Monoculares
- Sin selectividad de orientación
- Respuesta optima a estímulos que tienen contraste de color.
- La mayoría están fuera de la capa 4C.



# Funciones de las células corticales (V1)

- Las neuronas en V1 son sensibles a la orientación, la dirección del movimiento, las diferencias de color o la disparidad binocular.
- La orientación ayuda a detectar bordes y contornos.
- La dirección del movimiento es importante para detectar movimientos peligrosos de un atacante.
- El color ayuda a diferenciar e identificar objetos, particularmente en un entorno de camuflaje.
- Las disparidad binocular ayuda a la percepción de la profundidad .
- Responden bien a las rejillas de onda sinusoidal y son selectivas para una frecuencia espacial particular
- **Vía parvo:** células entregotas  $\Rightarrow$  forma y células gotas  $\Rightarrow$  color
- **Vía magno:** grupo células capa 4 B  $\Rightarrow$  forma dinámica y movimiento

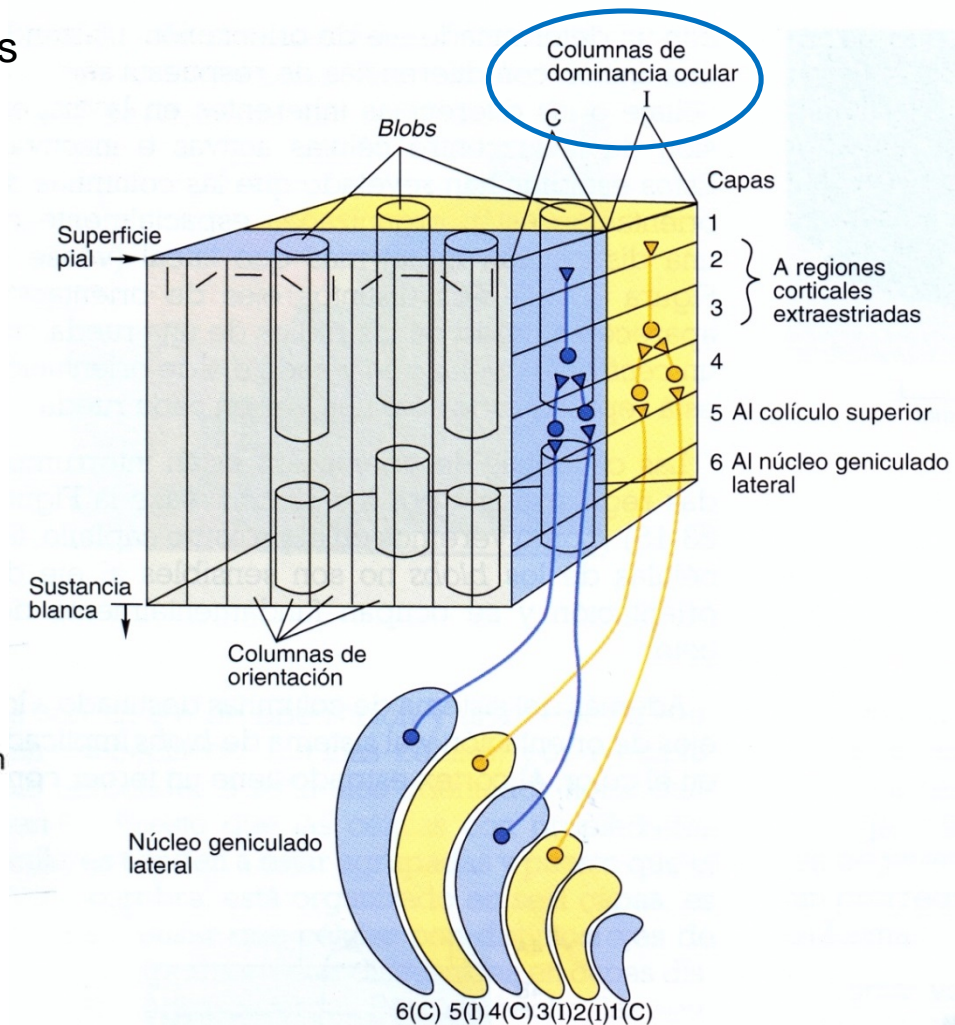
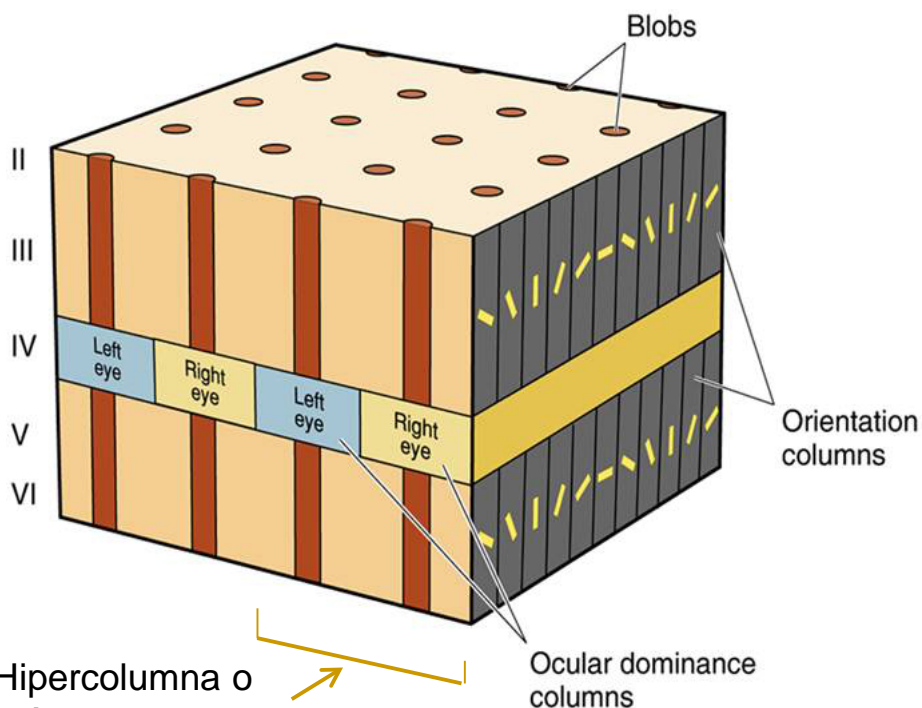
# Vías paralelas corteza estriada (V1)



# Arquitectura funcional de V1: hipercolumna

**Hipercolumna:** conjunto de columnas que responden a líneas de todas las orientaciones de una región particular en el campo visual y vistas por ambos ojos (1 x 1 mm).

Cada módulo es capaz de analizar cada aspecto de una porción del campo visual.



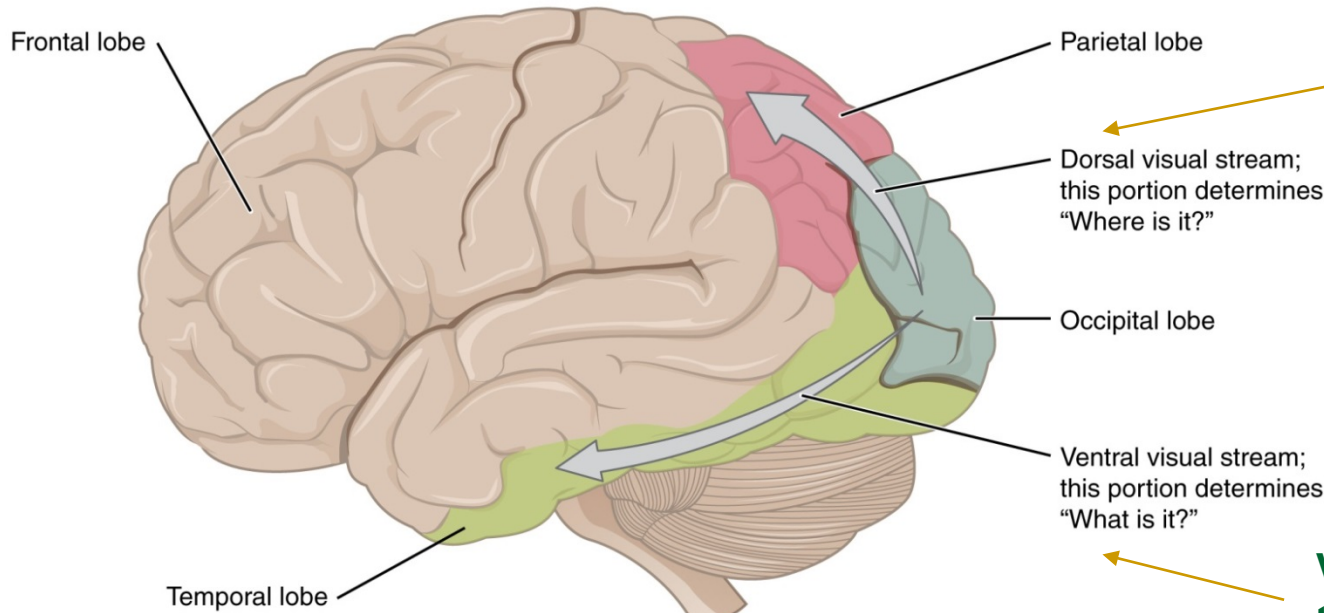
Hipercolumna o módulo cortical

Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

# Vías de información y procesamiento corteza extraestriada

## extraestriada

V1 proyecta a áreas visuales superiores (corteza extraestriada) especializadas en análisis de atributos específicos.

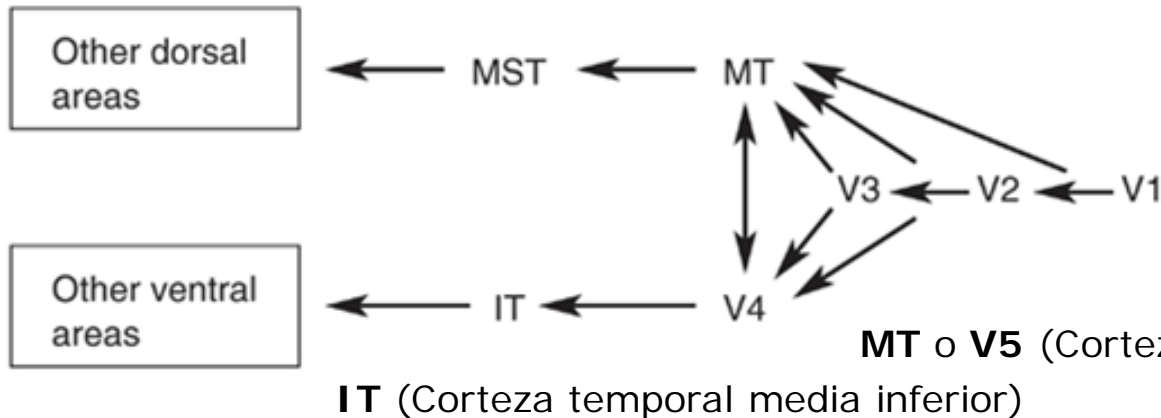


### Vía dorsal al lóbulo parietal (dónde)

Análisis de movimiento, localización espacial (profundidad) y organización de la acción.

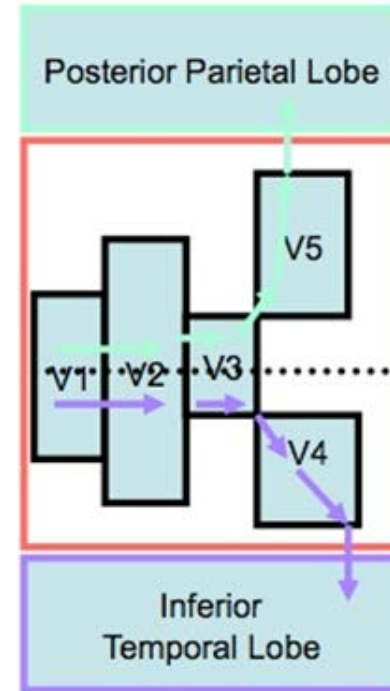
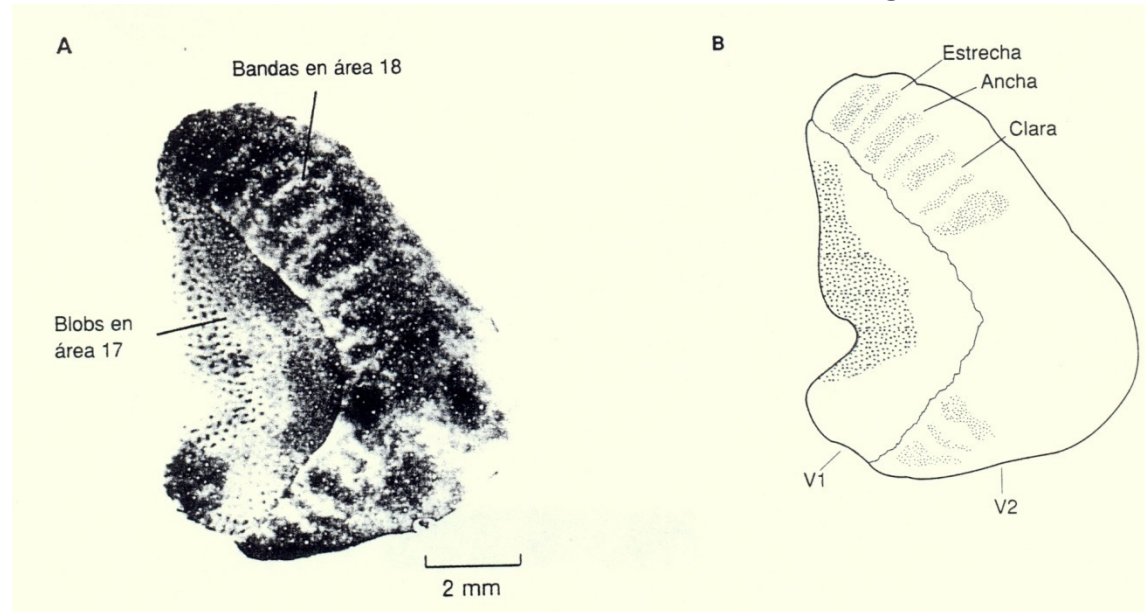
### Vía ventral al lóbulo temporal (qué)

Reconocimiento de objetos (forma y color)



# Área visual secundaria V2

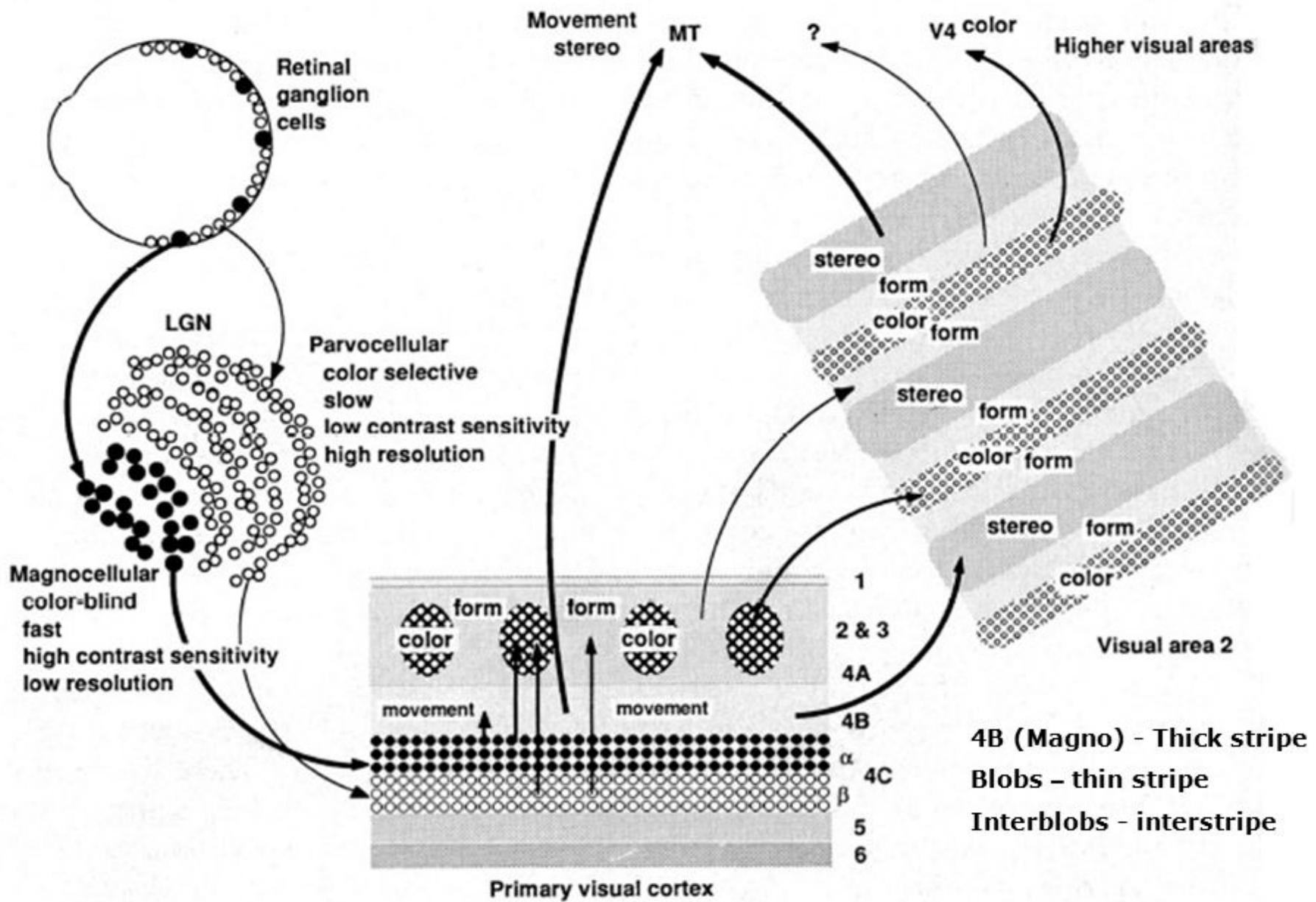
La citocromo oxidasa revela un patrón regular de franjas



**V1**

**V2**

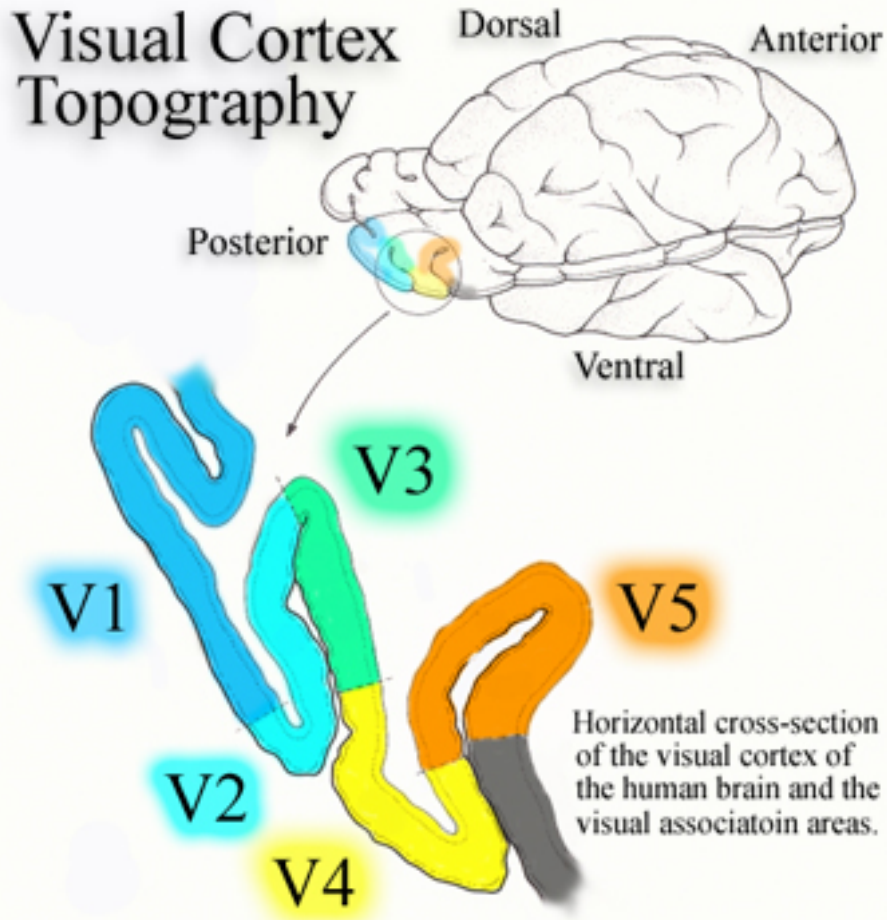
- Gotas ⇒ Franja estrecha: células color ⇒ V4
- Entregotas ⇒ Entrefranjas clara: células forma + color ⇒ V4
- Capa 4B ⇒ Franja ancha: células movimiento ⇒ V5  
células forma dinámica ⇒ V3



4B (Magno) - Thick stripe  
 Blobs - thin stripe  
 Interblobs - interstripe

# Vías de información y procesamiento corteza extraestriada

## Visual Cortex Topography

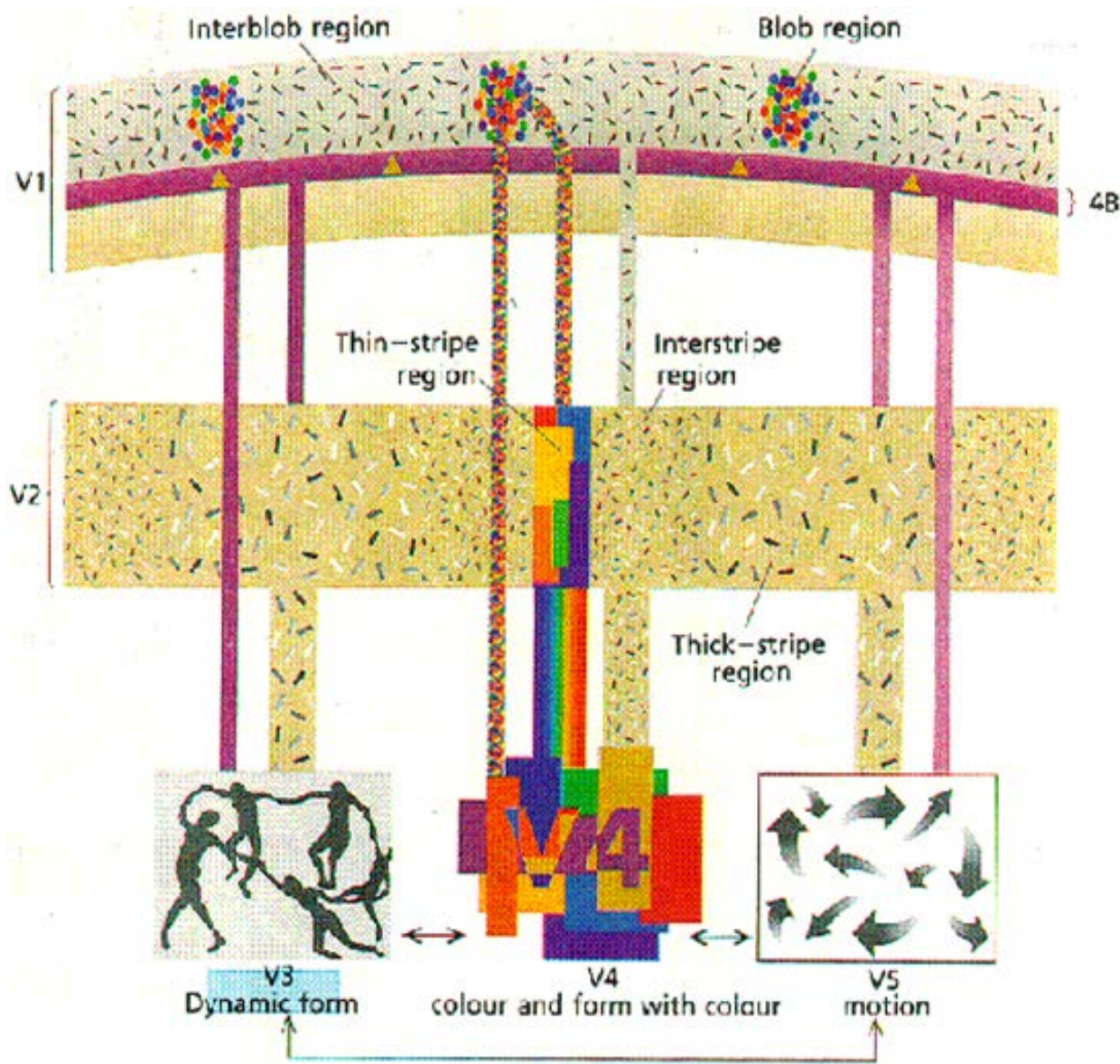


## Áreas visuales asociativas

- **V5** (o MT) movimiento, profundidad
- **V4** color, forma + color
- **V3** forma dinámica

Las áreas asociativas asocian señales de otras modalidades sensoriales para crear una representación multisensorial integrada del mundo.

# Vías de información paralelas



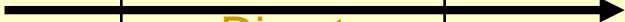


- Vía forma dinámica (V3)
- Vía color y forma (V4)
- Vía Color (V4)
- Vía movimiento (V5)

---

# Vías paralelas de procesamiento

- Vía del movimiento
- Vía cromática
- Vía de formas ligada al color
- Vía de formas dinámicas

NGL	Área V1	Área V2	Área asociativa	Función
Parvosistema	Gotas	F. Estrechas	V4	Color y luminosidad
	 <b>Directo</b>			
Parvosistema	Entregotas	Entrefranjas	V4	Forma más color
Magnosistema	4B	F. Anchas	V3	Forma dinámica
	 <b>Directo</b>			
Magnosistema	4B	F. Anchas	V5	Movimiento, localización y organización espacial
	 <b>Directo</b>			

# Vía del movimiento

- Área asociativa V5 (MT), área extraestriada de la vía dorsal (dónde)
- Sensibilidad al movimiento, dirección y disparidad binocular.
- Entradas directas desde las capas 4B de V1 o alternativamente pasando por las franjas anchas de V2.
- Acinetopsia o akinetopsia (pérdida de la percepción del movimiento)
  - Se desarrolla después de lesiones bilaterales en la corteza occipitotemporal lateral
  - Las lesiones unilaterales conducen a un déficit contralateral que puede pasar inadvertido para los pacientes.

Episodio de la serie House que muestra la akinetopsia

<https://www.youtube.com/watch?v=oOFmfV5dIJE>

---

# Vía cromática

- Área asociativa V4
- Entradas desde el módulo de gotas de V1 y franjas estrechas de V2
- Sensibilidad al color y brillo.
- Color sin detalle (baja resolución)
- Generalmente, insensibles al movimiento, forma y estereopsis.

# Vía de formas ligada al color

- Área asociativa V4, área extraestriada de la vía ventral (qué)
- Muestra sensibilidad a la orientación y al del color, así como a la disparidad binocular.
- Entradas se señales fuertes de la zona de entregotas de V1 y entrefranjas de V2 y V3
- Respuesta a límites generados por el contraste cromático: forma.
- Análisis detallado de objetos estacionarios (alta resolución espacial)
- Acromatopsia cerebral (pérdida de la percepción del color)
  - En las lesiones bilaterales los pacientes perciben el mundo en diferentes tonos de gris
  - Las lesiones unilaterales pueden pasar desapercibidas para los pacientes.

---

# Vía de formas dinámicas

- Área asociativa V3
- Recibe entradas desde las franjas anchas y entrefranjas de V2
- Respuestas a bordes con una orientación particular.
- Formas de los objetos en movimiento
- Alguna percepción del movimiento.
- Generalmente insensible al color

# Percepción Visual

- La percepción no se basa en la actividad de células individuales de orden superior.
- Procesamiento y percepción
  - Diferentes grupos de áreas corticales contribuyen a la percepción.
  - La percepción combina propiedades identificadas individualmente de objetos visuales
  - Procesamiento simultáneo y paralelo de varias vías visuales.