



**VISIONE\_02**

# **FISIOLOGIA RETINICA**

**FGE aa.2015-16**

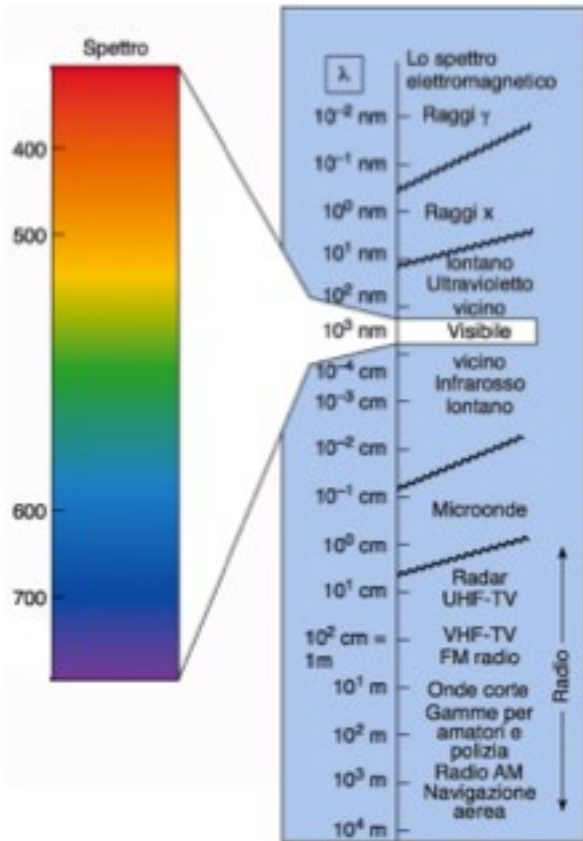


# OBIETTIVI

- Struttura della retina e cellule retiniche
- Fotorecettori (coni e bastoncelli)
- Pigmenti visivi e fototrasduzione
- Interazioni transinaptiche: ruolo e funzione delle cellule gangliari, bipolari e amacrine
- Campi recettoriali e cellule gangliari
- Cellule gangliari e rappresentazione bidimensionale

# FISIOLOGIA RETINICA - GENERALITÀ

- Il sistema visivo ci permette forma e colore di un oggetto
- L'**occhio** è l'organo sensoriale che trasduce gli **stimoli luminosi** in segnali elettrici

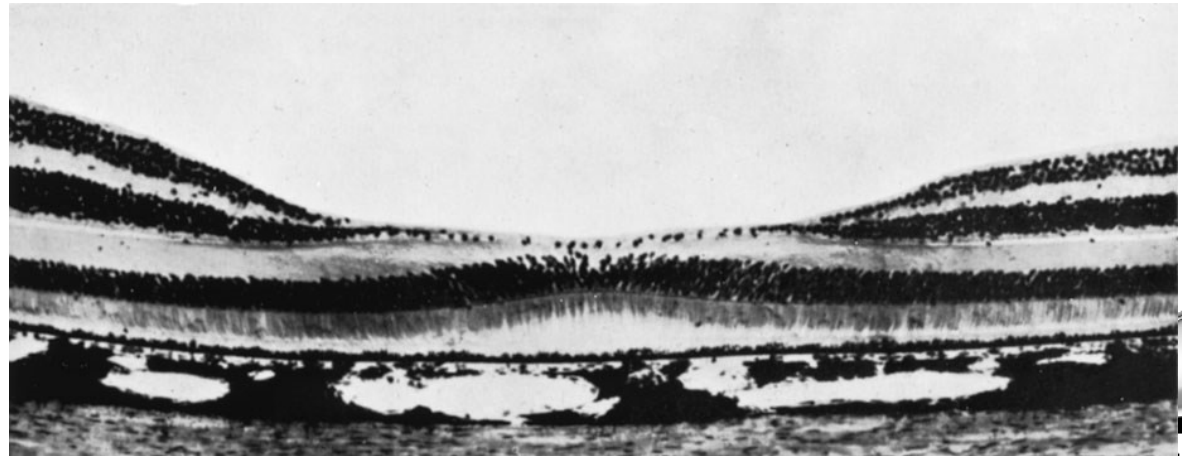
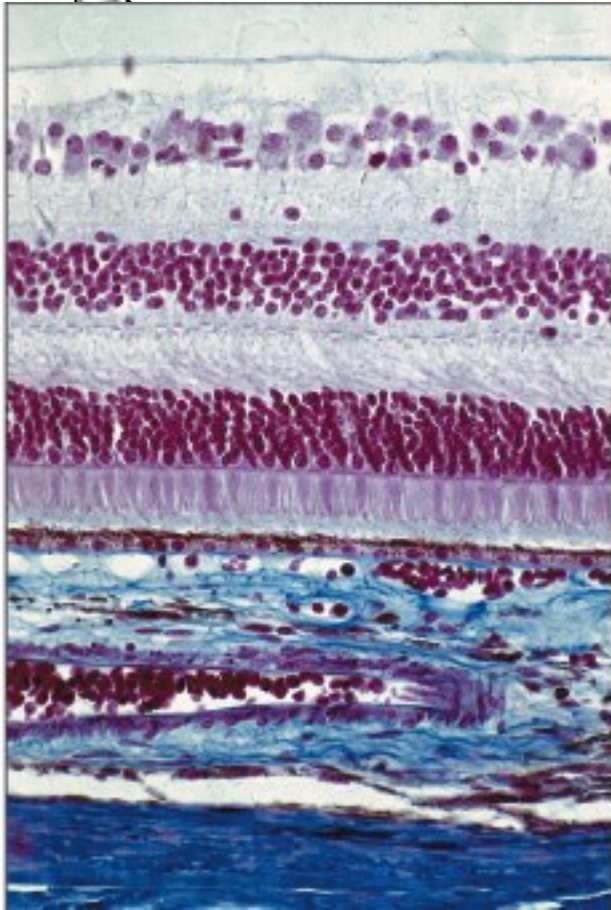


Gli stimoli luminosi sono **radiazioni elettromagnetiche** nello *spettro del visibile* – lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) da 400 a 700 nm

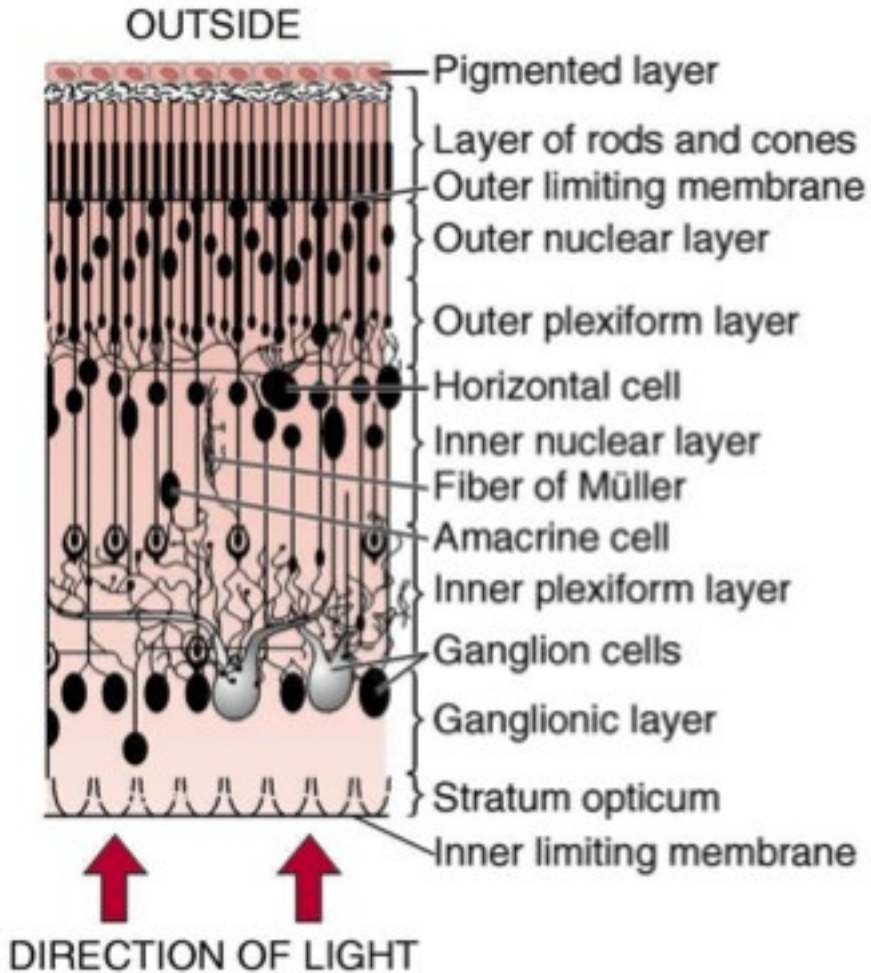
Le radiazioni sono suddivisibili in particelle elementari: **fotoni** che hanno  $\lambda$  dipendenti dal colore

# LA RETINA

- Contiene le cellule sensoriali, i **fotorecettori** situati nello strato più profondo
- La porzione più sensibile alla luce è la **fovea** dove le immagini, invertite, vengono focalizzate ad opera del cristallino
- Microfotografia di macula e fovea

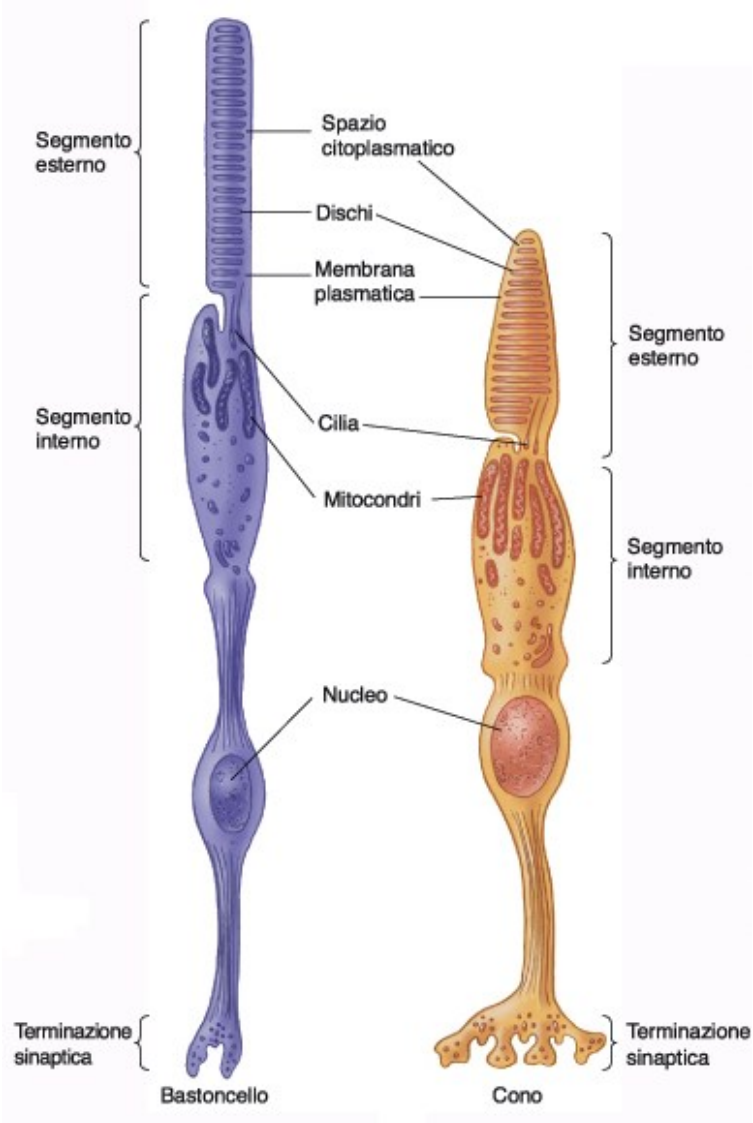


# LE CELLULE NERVOSE DELLA RETINA



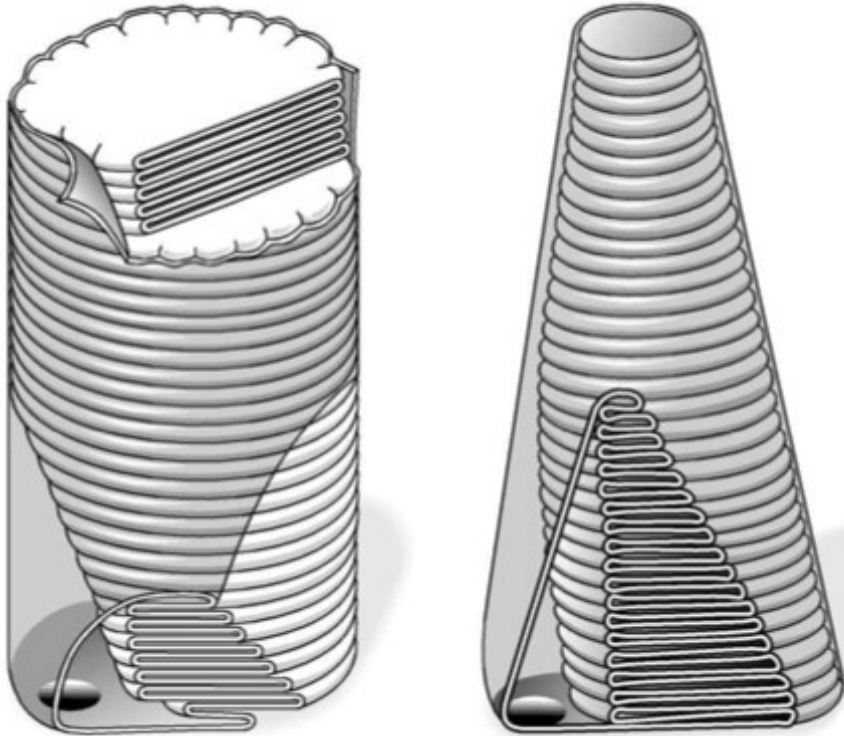
- Oltre ai fotorecettori, la retina contiene:
  - le cellule **orizzontali**,
  - le cellule **bipolari**
  - le cellule **amacrine**
  - le cellule **gangliari**  
(*nervo ottico*)

# I FOTORECETTORI



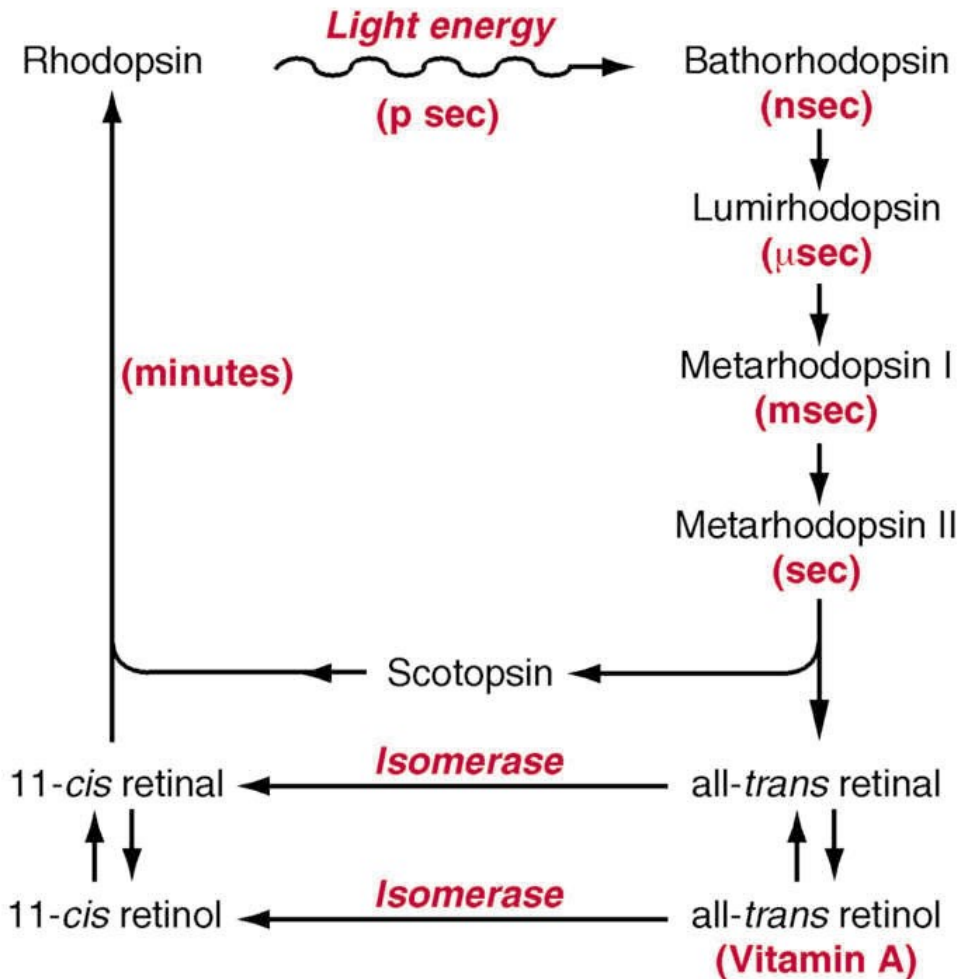
- **Coni e bastoncelli**
  - *Bastoncelli*
    - contengono pigmenti capaci di assorbire fotoni appartenenti a una larga gamma di  $\lambda$
    - Elevato grado di convergenza scarsamente discriminativa
    - Molto sensibili a bassi livelli di illuminazione: **visione notturna**
  - *Coni*
    - Assorbono fotoni entro particolari  $\lambda$  (tre tipi di cono)
    - Basso grado di convergenza con elevato livello di risoluzione spaziale
    - **Visione diurna e percezione cromatica**

# FOTORECETTORI E FOTOTRASDUZIONE



- Nella membrana dei **dischi** si sono i **pigmenti visivi**
- Pure presenti sono la proteina **transducina** e l'enzima **fosfodiesterasi**

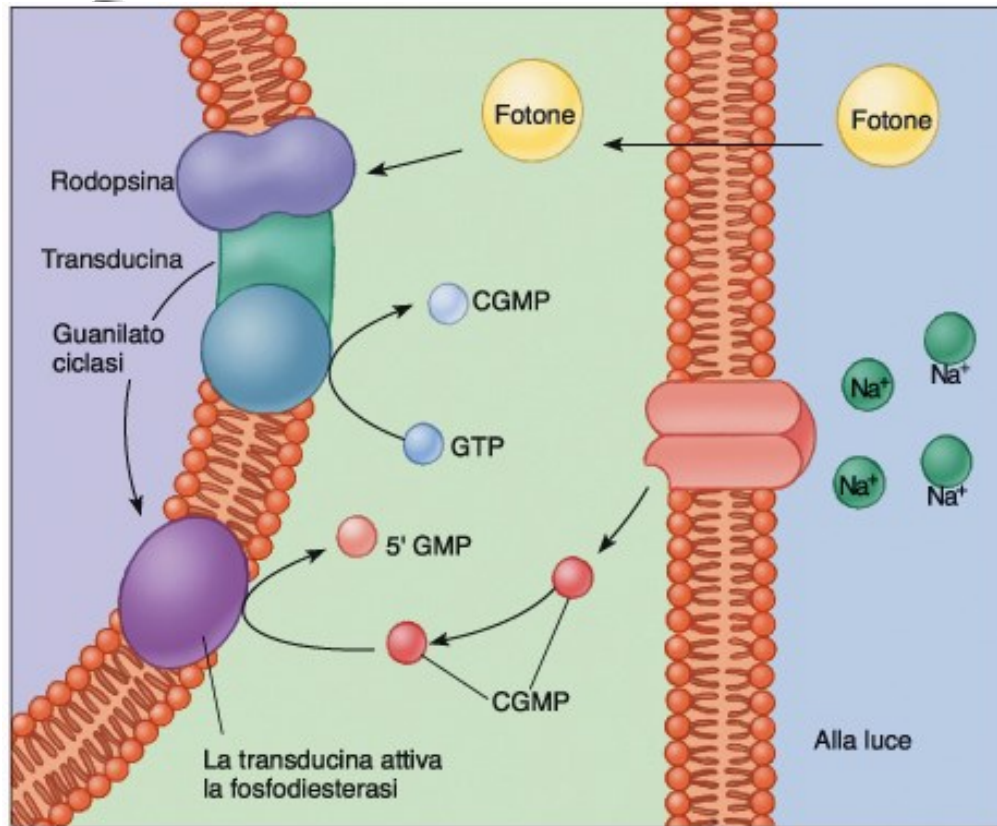
# PIGMENTI VISIVI



- **Rodopsina** (bastoncelli): quando assorbe un fotone, cambia la sua conformazione tridimensionale è *attiva la transducina*
- A sua volta, la transducina attiva la fosfodiesterasi



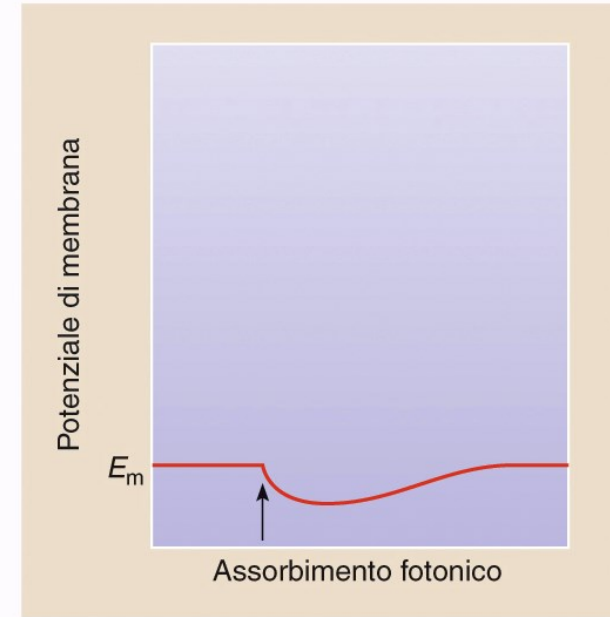
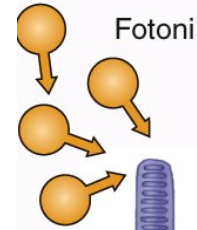
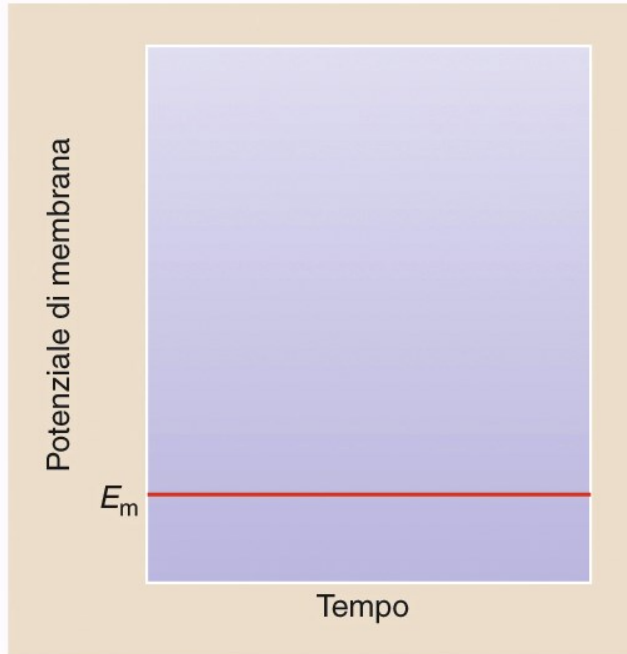
# FOTOTRASDUZIONE



- La fosfodiesterasi idrolizza il cGMP in 5'-GMP
- Quindi [cGMP] diminuisce
- Di norma il cGMP determina l'apertura dei canali di membrana per il Na<sup>+</sup>
- Quindi, se [cGMP] diminuisce, un certo numero di canali per il Na<sup>+</sup> si chiude
- La membrana cellulare si **iperpolarizza**
- Si **riduce il rilascio di neurotrasmettitore.**

# IPERPOLARIZZAZIONE

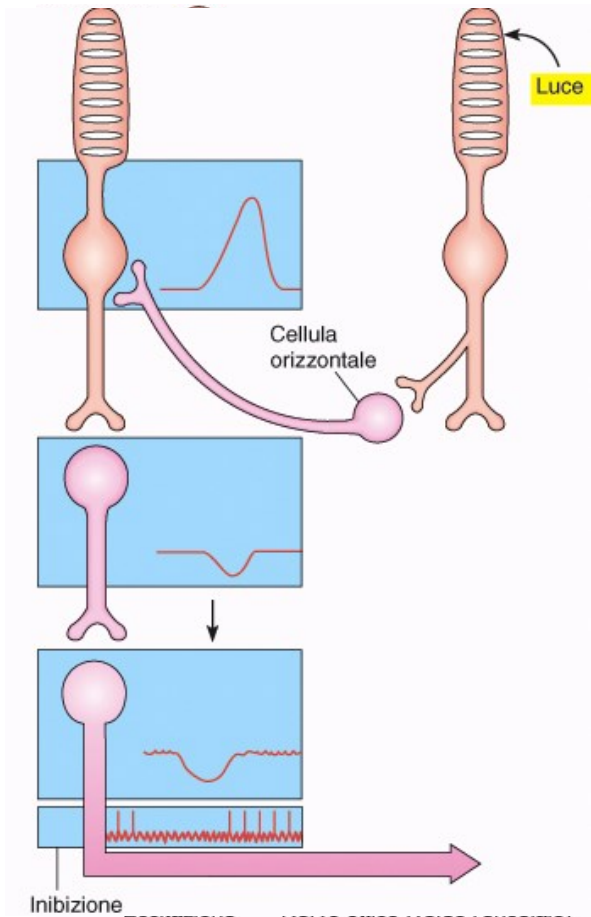
Con l'iperpolarizzazione, si riduce il rilascio di neurotrasmettitore



Riduzione del rateo di rilascio del neurotrasmettitore

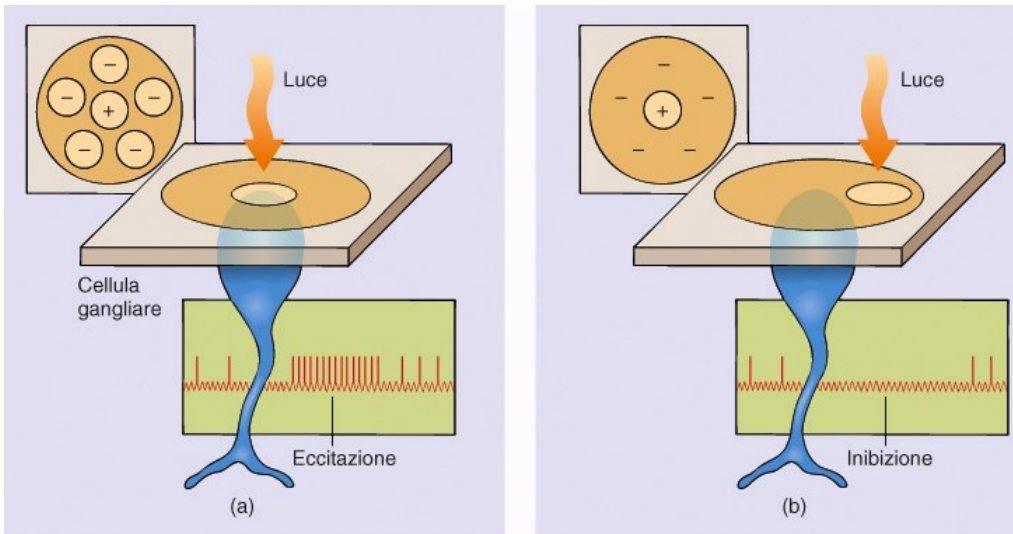
# INTERAZIONI TRANSINAPTICHE

- Il processo primario di trasmissione dell'informazione all'interno della retina ha luogo transinapticamente a partire dai fotorecettori verso le cellule bipolari e gangliari in sequenza



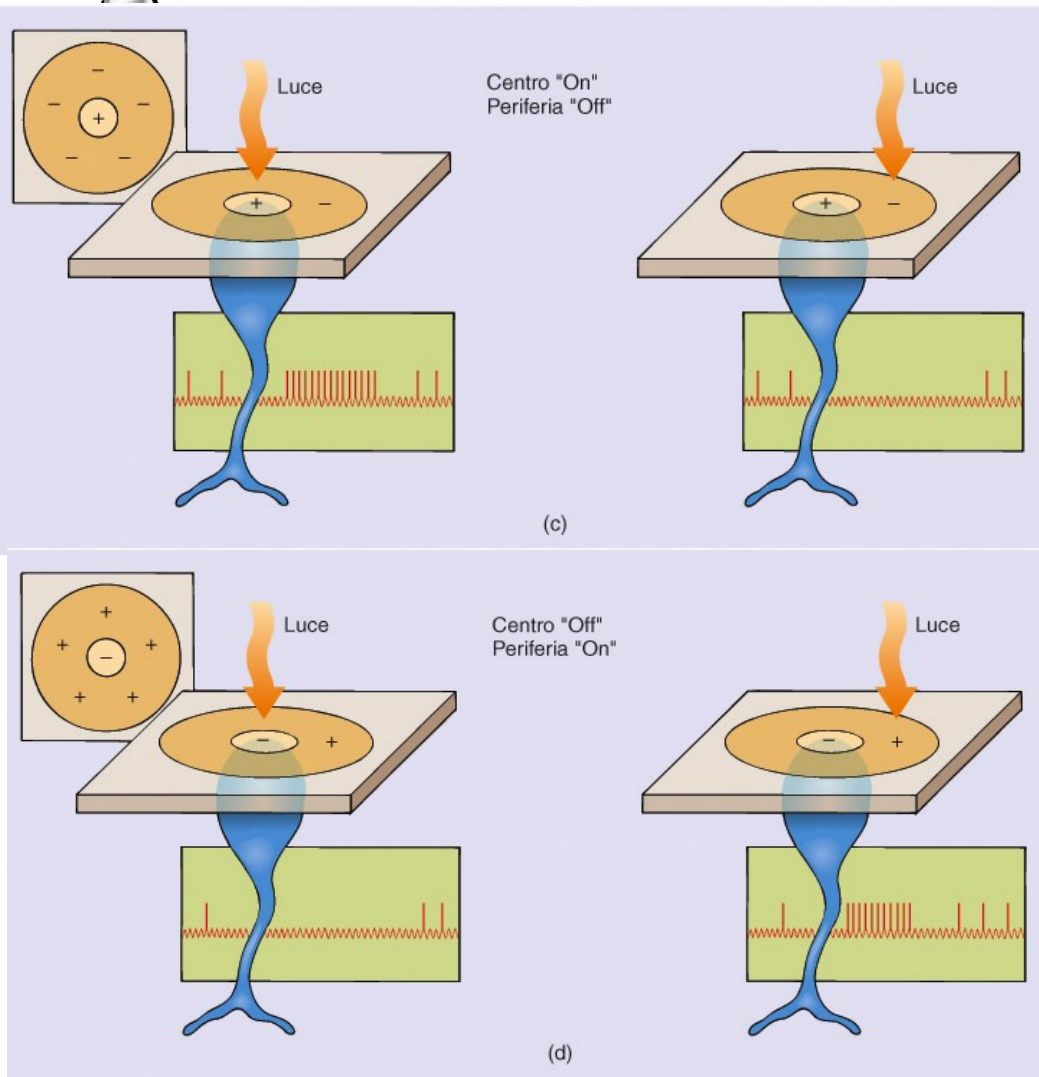
Le cellule bipolari B1 si depolarizzano al iperpolarizzano di elettrochimico da parte del fotorecettore e da parte del fotorecettore

# CELLULE GANGLIARI E CAMPI RECETTIVI



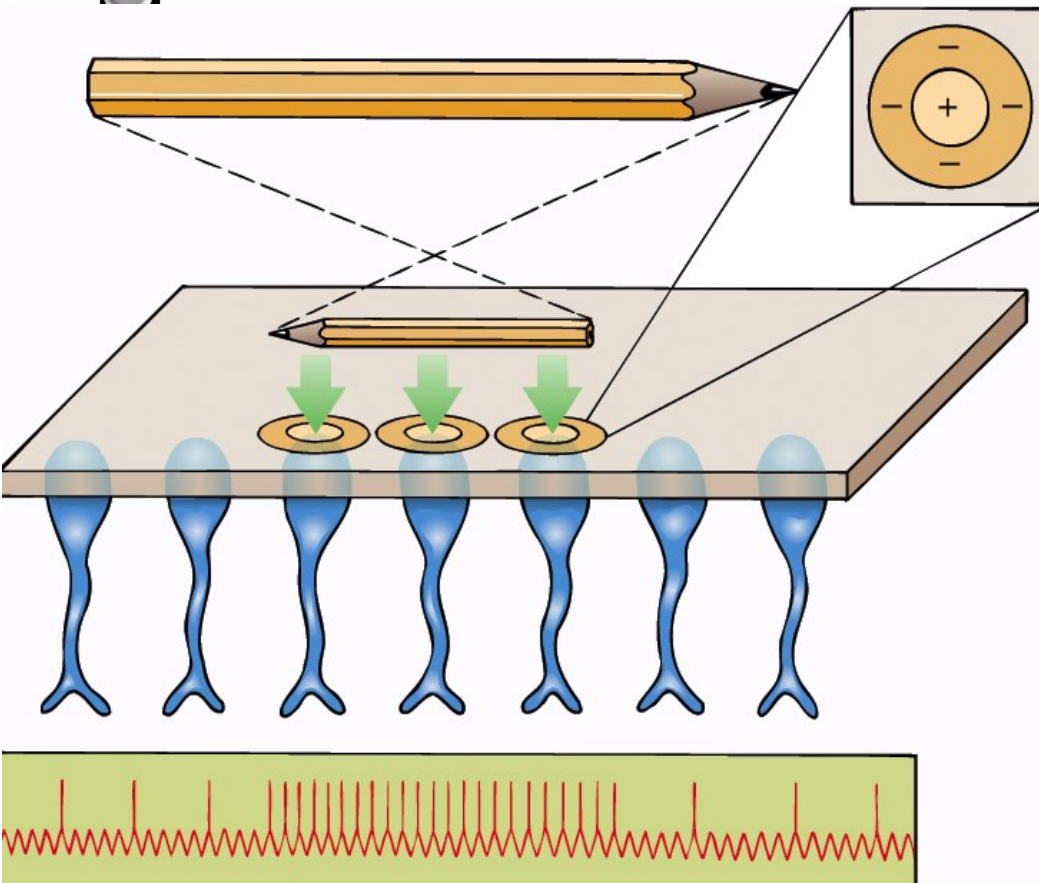
- Anche in completa oscurità, le cellule gangliari generano PA a bassa frequenza
- Questa attività è *modulata* dalle cellule bipolari
- Con la luce, alcune cellule gangliari aumentano la frequenza di scarica, altre la diminuiscono
- Campo recettivo di una c. gangliare: porzione di retina in grado di eccitarla o inibirla

# CELLULE GANGLIARI E CAMPI RECETTIVI



- **Neuroni a centro ON:** parte *centrale* del campo *eccitatoria*, *periferia inibitoria*
- Cellule bipolari B1
  
- **Neuroni a centro OFF:** parte *centrale* del campo *inibitoria*, *periferia eccitatoria*
- Cellule bipolari B2

# CELLULE GANGLIARI E RAPPRESENTAZIONE BIDIMENSIONALE



- La disposizione spaziale delle cellule gangliari attivate nel contesto di un piano bidimensionale rispecchia la forma dell'oggetto, proiettato sulla retina
- Ulteriori informazioni saranno apprezzate utilizzando altri processi elaborativi quali *l'inibizione laterale* esercitata dalle cellule orizzontali e *l'azione eccitatoria* sui neuroni gangliari operata dalle cellule amacrine

# CELLULE ORIZZONTALI

- Le cellule orizzontali connettono i fotorecettori ad altri fotorecettori immediatamente circostanti
- Fotorecettori di centro ON: le connessioni con le cellule orizzontali *inibiscono* i fotorecettori della zona anulare OFF - **inibizione laterale**
- Fotorecettori di centro OFF: le connessioni con le cellule orizzontali *attivano* i recettori della zona anulare *ON*
- Questi fenomeni permettono di definire meglio le variazioni di illuminazione tra le due zone (*effetto di contrasto*)
  
- Nel dettaglio, se prendiamo il caso del centro ON, le cellule orizzontali al buio - a riposo - iperpolarizzano il fotorecettore e ne aumentano l'eccitabilità.
- Quando un fotorecettore è stimolato inibisce le cellule orizzontali ad esso connesse che riducono il rateo di rilascio di neurotrasmettitore iperpolarizzante.
- I fotorecettori connesso a queste cellule orizzontali, quindi, si depolarizzano e diminuiscono la trasmissione alle cellule gangliari connesse
- In conclusione, l'attività spontanea di una cellula gangliare può essere esaltata o inibita in funzione della localizzazione retinica dello stimolo. Ciò vale specularmente anche per i centri OFF.

# CELLULE AMACRINE

- Le cellule amacrine ricevono impulsi eccitatori dalle cellule bipolari
- Trasmettono quindi un segnale eccitatorio alle cellule gangliari
- In funzione della localizzazione retinica dello stimolo luminoso, la frequenza di scarica di una cellula gangliare potrà essere influenzata





# BIBLIOGRAFIA

- **Fisiologia dell' Uomo, autori vari, Edi.Ermes, Milano**
    - **Capitolo 5: Sensibilità somatica e dolore**
  - **Rhoades R e Pflanzner R. Fisiologia Generale ed Umana, II edizione italiana sulla IV americana, Piccin, Padova**
    - **Capitolo 8: Sistemi Sensoriali**
- 