



La vista

a cura di Antonio Incandela



La vista è il senso principe degli esseri umani

A conferma di ciò, ben il 70% di tutti i recettori sensoriali del corpo umano è concentrato negli occhi, mentre gran parte della corteccia cerebrale è impegnata nell'elaborazione di informazioni visive.

L'organo della vista comprende il bulbo oculare e alcune strutture accessorie

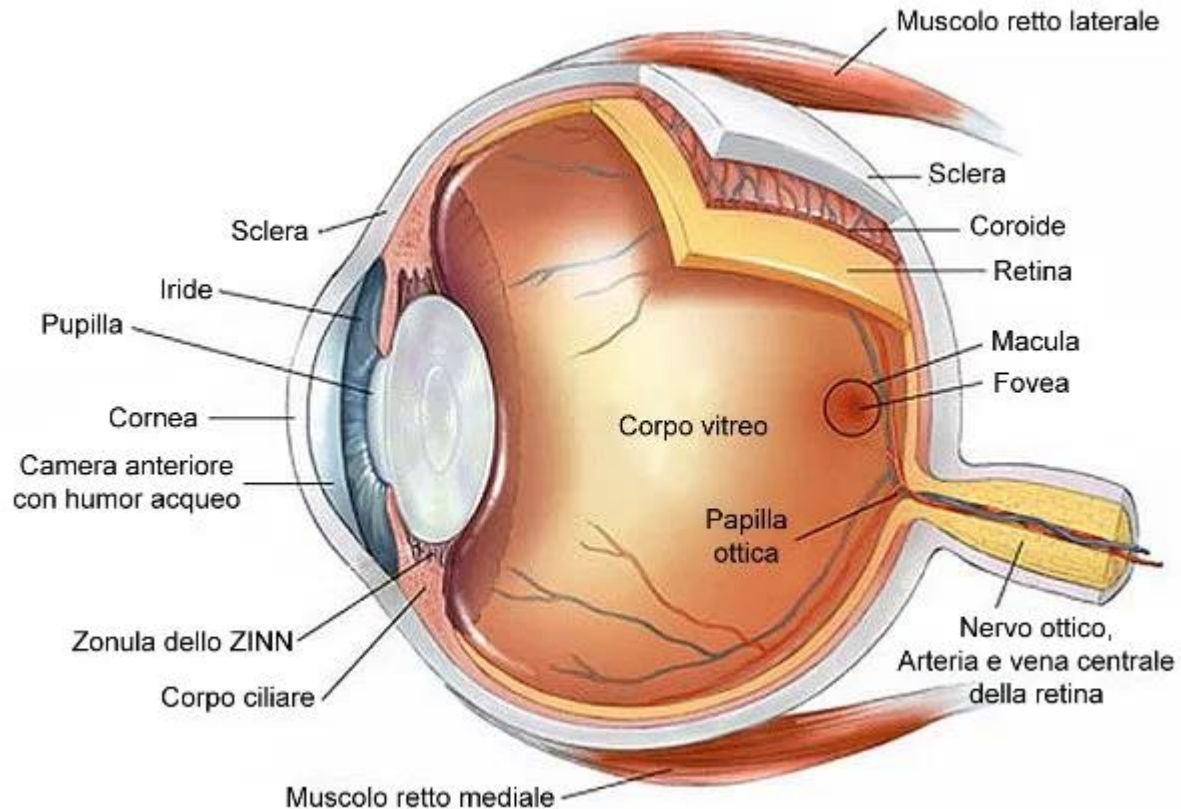
### Le strutture accessorie dell'occhio

- Le **sopracciglia** e le **ciglia** proteggono il bulbo oculare da corpi estranei, sudore e raggi solari diretti
- Le **palpebre** coprono gli occhi nel sonno, li proteggono da luce eccessiva e corpi estranei, cospargono sui bulbi secrezioni lubrificanti
- I **muscoli estrinseci** muovono i bulbi oculari e sono sei: retto superiore, retto inferiore, retto laterale, retto mediale, obliquo superiore e obliquo inferiore
- L'**apparato lacrimale** comprende un gruppo di ghiandole, dotti, canali e sacche che producono e drenano il liquido lacrimale. Le ghiandole lacrimali destra e sinistra hanno le dimensioni di una mandorla e secernono le lacrime attraverso i dotti lacrimali sulla superficie della palpebra superiore. Il liquido passa entro due canalicoli lacrimali (superiore e inferiore), un sacco lacrimale e un dotto nasolacrimale che permette alle lacrime di defluire nella cavità nasale.

Il liquido lacrimale è una soluzione acquosa contenente acidi organici, amminoacidi, proteine, sali, muco e lisozima (enzima antibatterico) e le sue funzioni principali sono:

Difesa dalle infezioni – Lubrificazione - Nutrizione - Trasparenza ottica - Pulizia dalle impurità esterne

## Il bulbo oculare



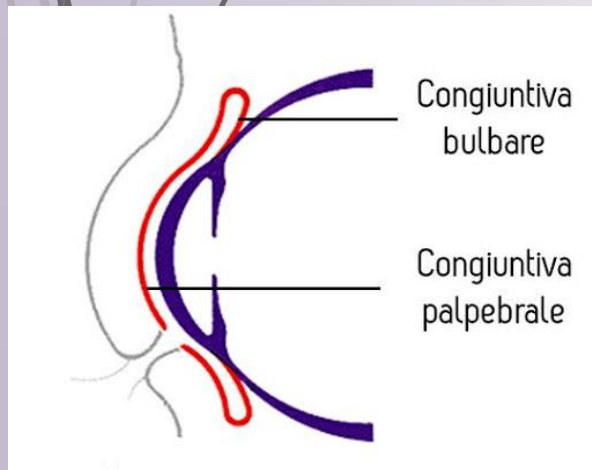
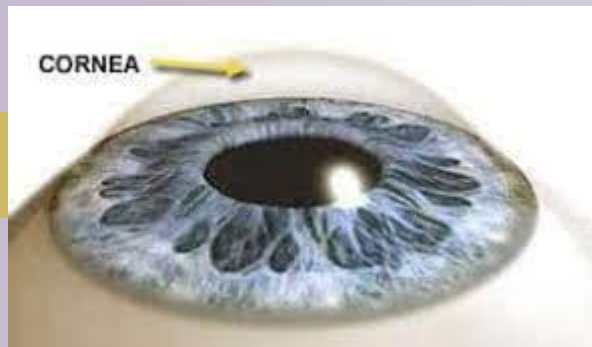
Il **bulbo oculare** si presenta come una sfera cava dal diametro di circa 2,5 cm, suddiviso in tre strati o tonache:

- **Tonaca fibrosa**, esterna
- **Tonaca vascolare** o uvea, intermedia
- **Tonaca sensoriale** o retina, interna

La **tonaca fibrosa** o esterna comprende la **cornea** e la **sclera**

La **tonaca vascolare** o intermedia comprende la **coroide**, il **corpo ciliare** e il **cristallino**

La **tonaca sensoriale** o retina comprende lo **strato pigmentato** e lo **strato nervoso** con i suoi fotorecettori



## La tonaca fibrosa

La tonaca fibrosa è il rivestimento più esterno del bulbo oculare costituito da:

- **cornea** (anteriore): rivestimento trasparente che copre l'iride colorata e con la sua curvatura contribuisce a mettere a fuoco i raggi luminosi. Essa è riccamente innervata, soprattutto di fibre dolorifiche, ma non vascolarizzata
- **sclera** (posteriore): parte bianca dell'occhio. Trattasi di un rivestimento di tessuto connettivo denso che, eccetto la cornea, ricopre tutto il bulbo a cui dà forma, rigidità e protezione.

La sclera e la parte interna delle palpebre risultano rivestite dalla **congiuntiva**, uno strato epiteliale riccamente vascolarizzato.

Nello strato sottocongiuntivale sono presenti ghiandole lacrimali accessorie (di Krause) e le ghiandole di Henle che producono muco



### Congiuntiviti

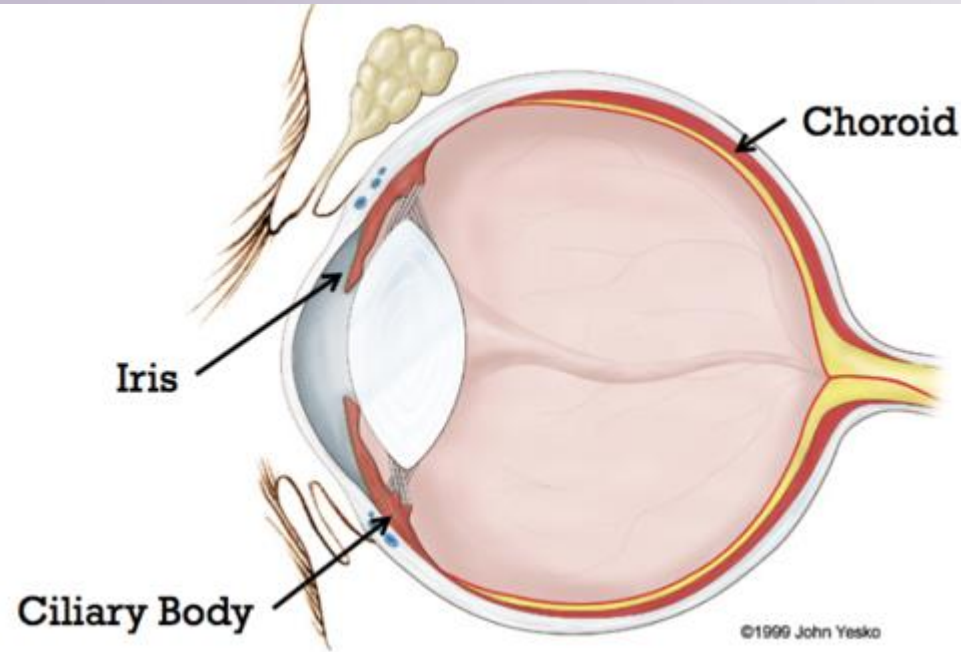
Patologie infiammatorie a carico della congiuntiva. Possono essere causate da infezioni, presenza di corpi estranei o allergie.

Il **tracoma** è una forma grave di congiuntivite causata dal batterio *Chlamydia trachomatis*, che rappresenta la maggiore causa di cecità nel mondo.

## La tonaca vascolare

La **tonaca vascolare** è lo strato intermedio del bulbo oculare e comprende:

- **Coroide**: sottile membrana che riveste internamente la sclera, riccamente vascolarizzata e pigmentata. Essa contiene melanociti. La melanina assorbe la luce impedendone la riflessione all'interno dell'occhio. Anteriormente la coroide si modifica formando l'**iride**, un anello muscolare pigmentato al centro del quale si trova la **pupilla**
- **Corpo ciliare**: composto dai processi ciliari, i cui capillari secernono l'umor acqueo, e dal muscolo ciliare, un muscolo liscio che permette di cambiare la curvatura del cristallino
- **Cristallino**: si trova dietro l'iride, è una lente trasparente che mette a fuoco i raggi luminosi sulla retina, contiene molte fibre elastiche; le fibre della zonula connettono il cristallino al muscolo ciliare e lo mantengono in posizione



L'**iride** è la parte colorata del bulbo oculare, comprende fibre di muscolatura liscia, circolari e radiali

La **pupilla** è l'orifizio centrale dell'iride attraverso cui la luce entra nel bulbo oculare

Il muscolo liscio dell'iride regola la quantità di luce in entrata

- Se la luce è intensa, il parasimpatico fa contrarre i muscoli circolari dell'iride (costrizione pupillare)
- Se la luce è debole, il simpatico fa contrarre i muscoli radiali (dilatazione pupillare)

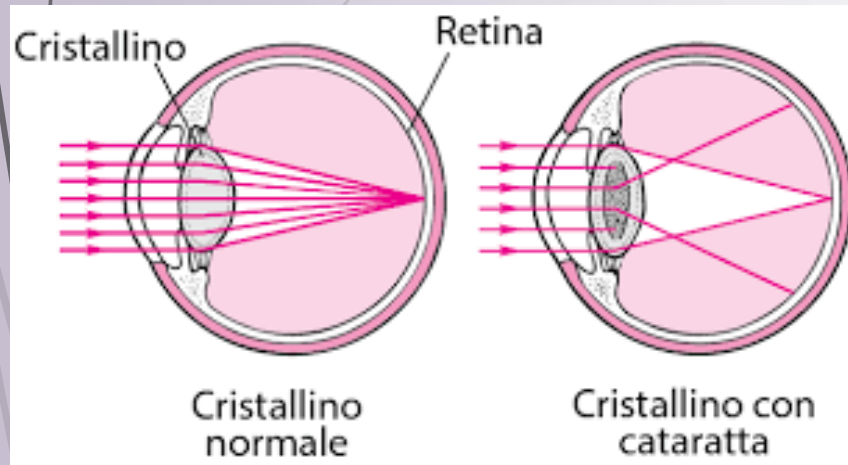




## La perdita di trasparenza del cristallino: la cataratta

La **cataratta** è causata dalla progressiva perdita di trasparenza del cristallino, con conseguente diminuzione della vista.

È una condizione che può interessare uno o entrambi gli occhi.

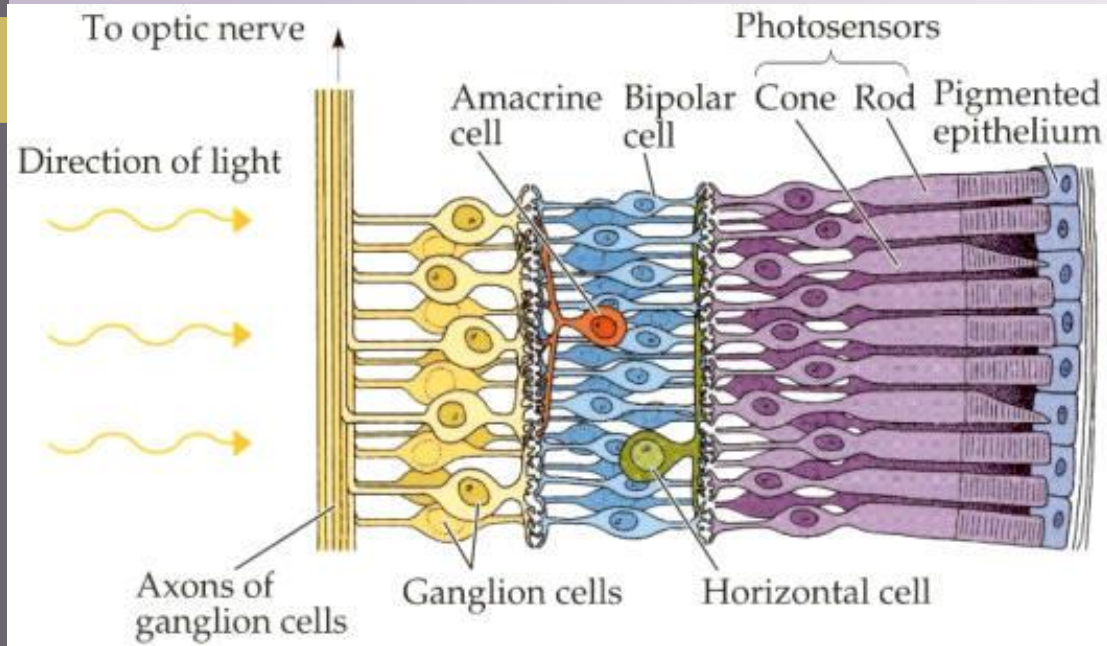


- **Cause:** invecchiamento, traumi, fenomeni infiammatori, esposizione eccessiva a IR o UV.

Le proteine costituenti il cristallino si degradano nel tempo: questo processo è accelerato da malattie come il diabete mellito e l'ipertensione, dal fumo e dall'esposizione prolungata alla luce solare.

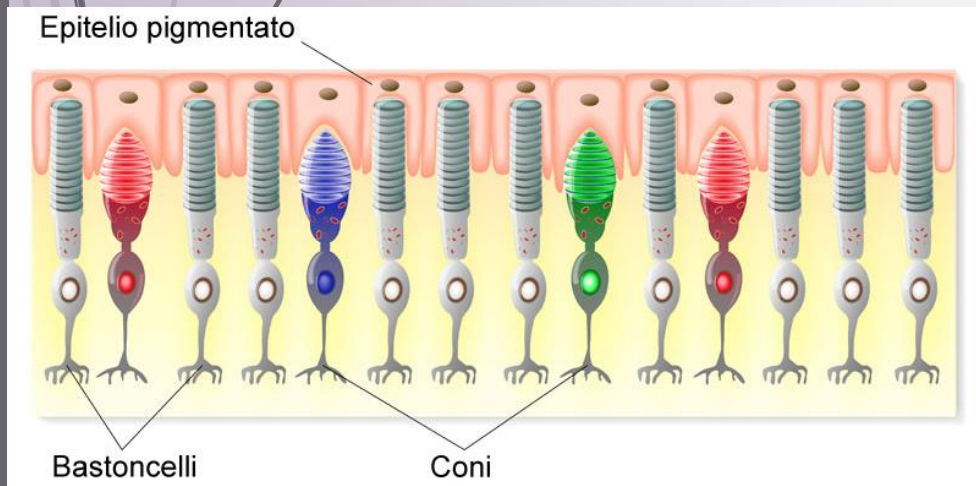
- **Trattamento:** intervento chirurgico di rimozione del cristallino opaco e sostituzione con una lente artificiale





La **retina** è la tonaca più interna, costituita da due strati.

- Lo **strato pigmentato**: una pellicola di cellule epiteliali contenenti melanina, posta tra la coroide e la parte nervosa della retina. La melanina assorbe i raggi deviati.
- Lo **strato nervoso** contiene tre strati di cellule:
  - ❖ **strato dei fotorecettori** (coni e bastoncelli), cellule specializzate che convertono i raggi luminosi in impulsi nervosi che vengono trasferiti ai neuroni (cellule bipolari e gangliari) e, attraverso il nervo ottico, al cervello.
  - ❖ **strato delle cellule bipolari**
  - ❖ **strato delle cellule gangliari**, i cui assoni si riuniscono formando il nervo ottico, che fuoriesce dal globo oculare



**Bastoncelli:** (120 milioni per occhio) sono responsabili della visione notturna, consentono di distinguere le sfumature del grigio in luce debole (visione scotopica)

**Coni:** (6 milioni per occhio) stimolati dalla luce intensa, producono la visione a colori (visione fotopica) Vi sono 3 tipi di con: rossi, verdi e blu e la visione a colori è il risultato della stimolazione di varie combinazioni dei tre tipi di con

## I fotorecettori

I fotorecettori contengono fotopigmenti, capaci di assorbire la luce e mutare la loro struttura

Il fotopigmento dei **bastoncelli** è la **rodopsina** costituita dalla proteina opsina e dal pigmento retinene derivato dalla vitamina A. L'arrivo di un fotone scinde le molecole di rodopsina in opsina e retinene, innescando cambiamenti chimici che determinano un'alterazione della permeabilità di membrana. Da 6 a 600 bastoncelli stabiliscono sinapsi con una singola cellula bipolare il che accresce la loro sensibilità alla luce.

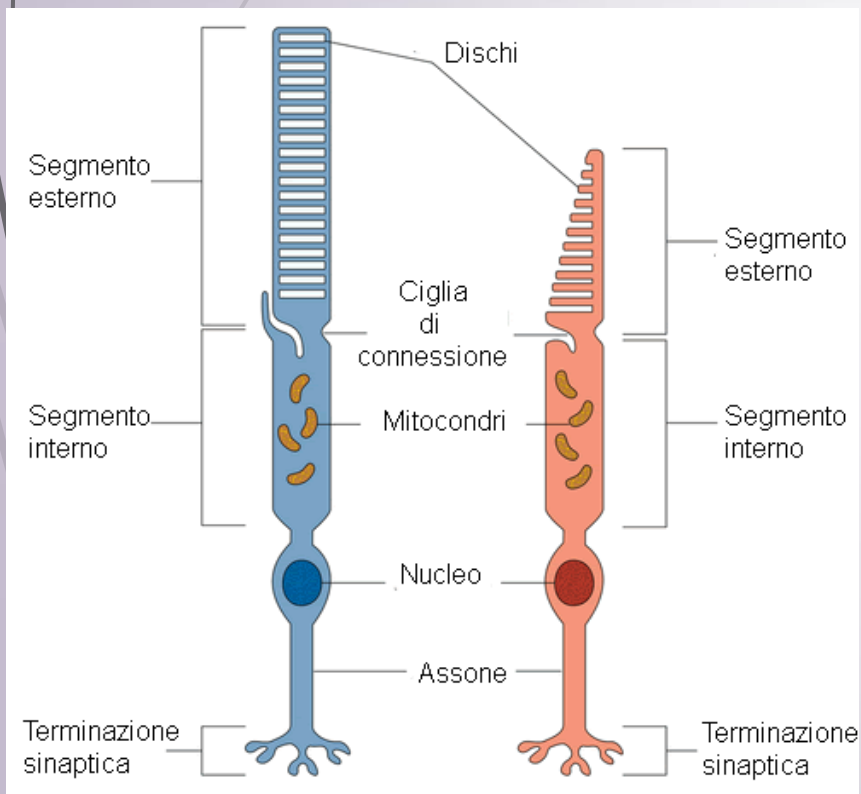
I **coni** oltre al retinene, contengono 3 diverse proteine opsiniche, una per ogni tipo di cono. Ogni cono stabilisce sinapsi con una sola cellula bipolare, ragione per cui la visione dei coni è meno sensibile rispetto a quella dei bastoncelli, ma garantisce maggiore acutezza.

La perdita della funzione dei coni comporta cecità, mentre la perdita della funzione dei bastoncelli comporta difficoltà nella visione notturna.

- La **cecità notturna** o **emeralopia** può essere dovuta a carenza di vitamina A (deficit di rodopsina)
- Il **daltonismo** o **discromatopsia** è un difetto genetico che produce un'alterata percezione dei colori

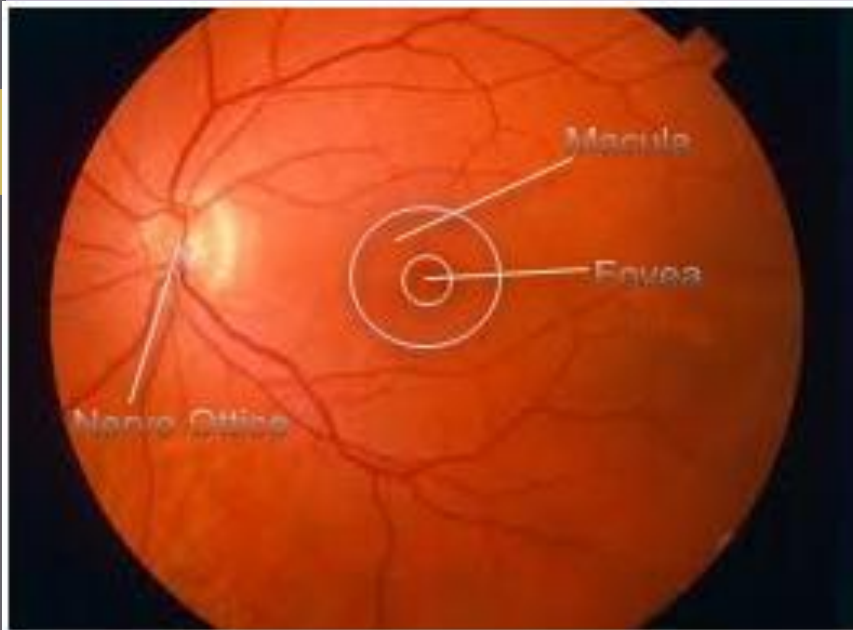
Nella struttura dei fotorecettori si possono identificare tre parti:

- il **segmento esterno**: caratterizzato da strutture membranose (chiamate "dischi"), su cui sono posizionati i pigmenti che reagiscono allo stimolo dei fotoni.
- il **segmento interno**: caratterizzato dalla presenza del nucleo e degli organuli indispensabili per il metabolismo cellulare
- la **terminazione sinaptica**: permette la trasmissione dei segnali dal fotorecettore alle cellule bipolari mediante sinapsi





## La fovea centralis



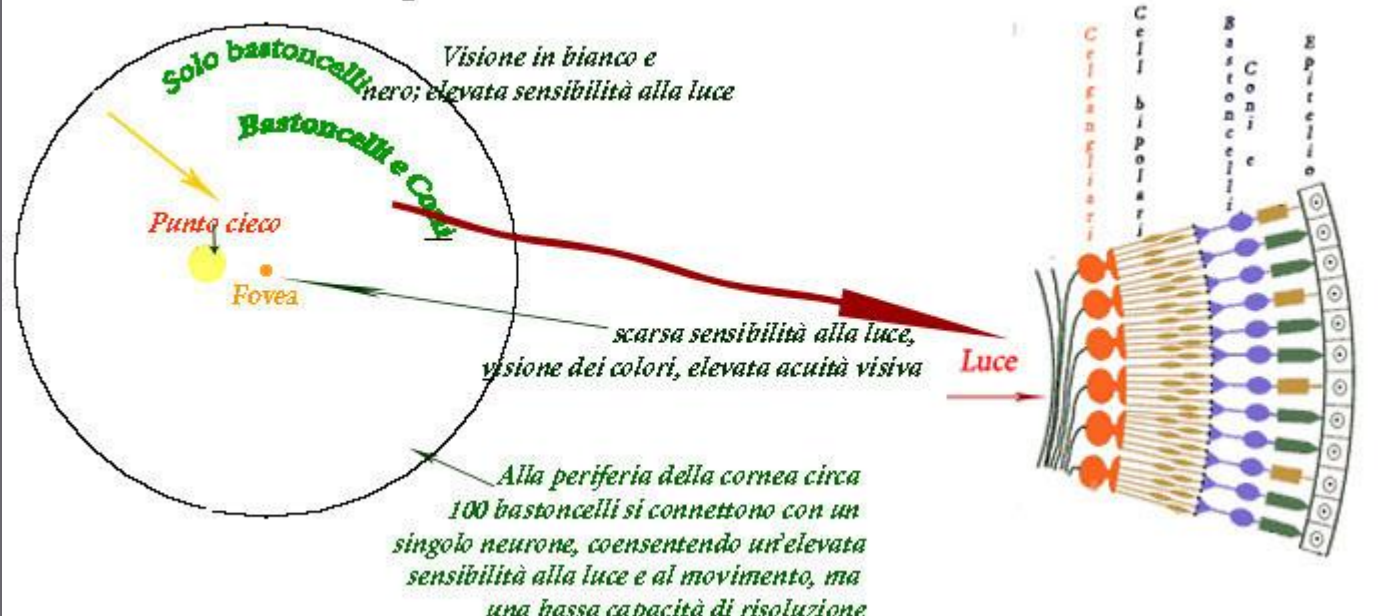
La **fovea centrale** è una piccola cavità al centro della macula lutea, presente nella parte centrale della retina

Essa rappresenta l'area di massima acutezza visiva della retina a causa dell'elevatissima concentrazione di coni, mancano invece i bastoncelli, che aumentano verso la periferia della retina

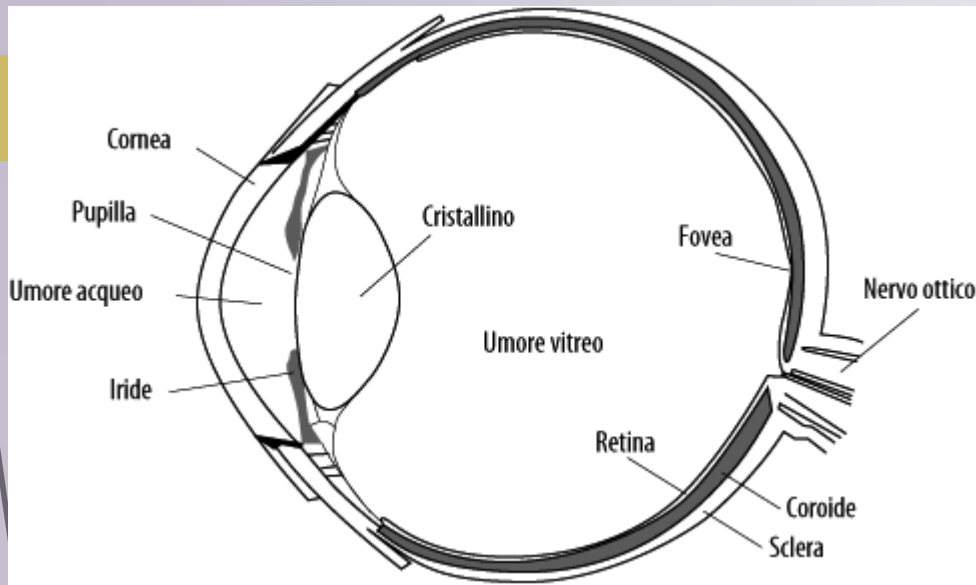
- Dai fotocettori l'informazione si propaga attraverso i vari strati della retina fino alle cellule gangliari, i cui assoni raggiungono una piccola area retinica, detta **papilla ottica**, dove si riuniscono a formare il **nervo ottico**

La **papilla ottica**, non contenendo fotocettori, rappresenta il punto cieco della retina,

### Disposizione dei coni e dei bastoncelli sulla retina



## L'interno del bulbo oculare



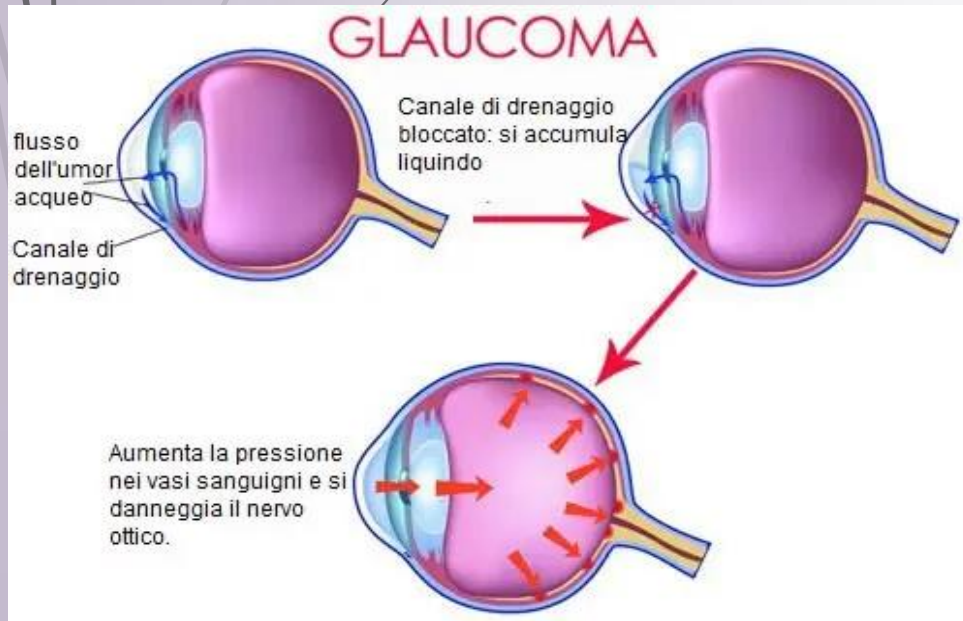
Il **cristallino** divide l'interno del bulbo oculare in due cavità:

- La **CAMERA ANTERIORE** contiene **umore acqueo**, un liquido che contribuisce a mantenere la forma dell'occhio e nutre il cristallino e la cornea privi di vasi sanguigni; tale liquido, che viene ricambiato ogni 90 minuti circa, drena nel seno venoso della sclera e rientra nel sangue

- La **CAMERA VITREA**, posteriore e più grande, contiene una sostanza trasparente e gelatinosa, il **corpo vitreo**, che si forma nell'embrione e non è più sostituito. Il corpo vitreo dà forma al bulbo oculare e mantiene la retina attaccata alla coroide

L'umore acqueo, e in minor misura il corpo vitreo, determinano la **pressione endoculare**, che mantiene la forma del bulbo impedendone il collasso.

La pressione endoculare elevata è uno dei maggiori fattori di rischio del **glaucoma**, patologia che comporta un danno progressivo e irreversibile al nervo ottico.



## La visione

Il meccanismo della visione è paragonabile al funzionamento di una macchina fotografica

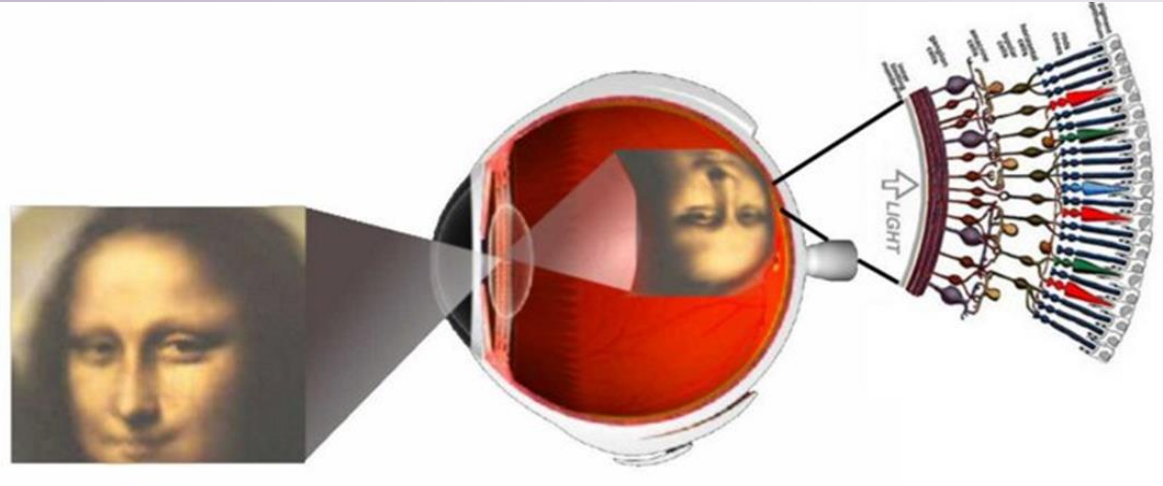
- Nel **processo fotografico** le immagini, dopo essere passate attraverso l'obiettivo, vengono proiettate capovolte sul piano di fondo della camera oscura
- Nell'**occhio umano** la pupilla corrisponde all'obiettivo fotografico e il piano di fondo è costituito dalla retina

Il meccanismo della visione si basa sui seguenti processi:

- La rifrazione
- L'accomodazione
- La costrizione pupillare
- La convergenza



## 1- la rifrazione



La **rifrazione** consiste nella deviazione che subiscono i raggi luminosi quando passano da un mezzo trasparente a un altro di diversa densità

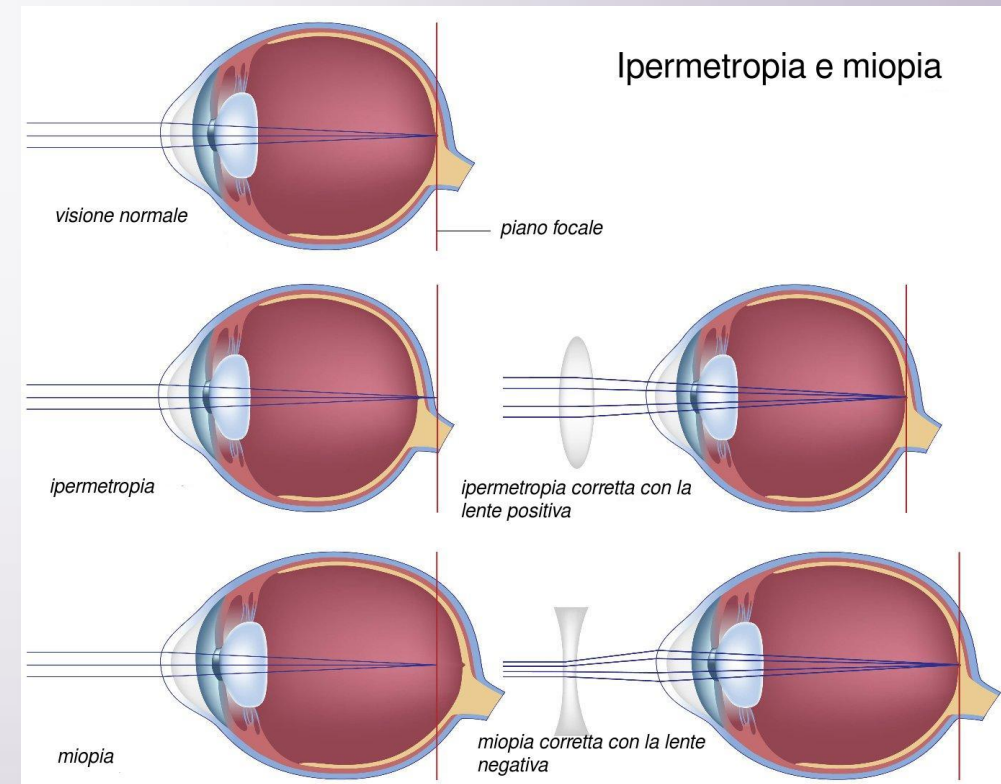
- Il 75% della rifrazione della luce si verifica nella cornea, il cristallino rifrange ulteriormente i raggi luminosi, deviandoli in modo che siano messi a fuoco sulla retina, sulla quale le immagini risultano capovolte e invertite da destra a sinistra.

### Difetti visivi di rifrazione

**Ipermetropia:** globo oculare troppo corto rispetto al potere di messa a fuoco della cornea e del cristallino.

Si ha una visione chiara degli oggetti lontani ma non di quelli vicini

**Miopia:** globo oculare più lungo rispetto alla capacità di messa a fuoco della cornea e del cristallino. Si ha una chiara visione degli oggetti vicini ma non di oggetti lontani

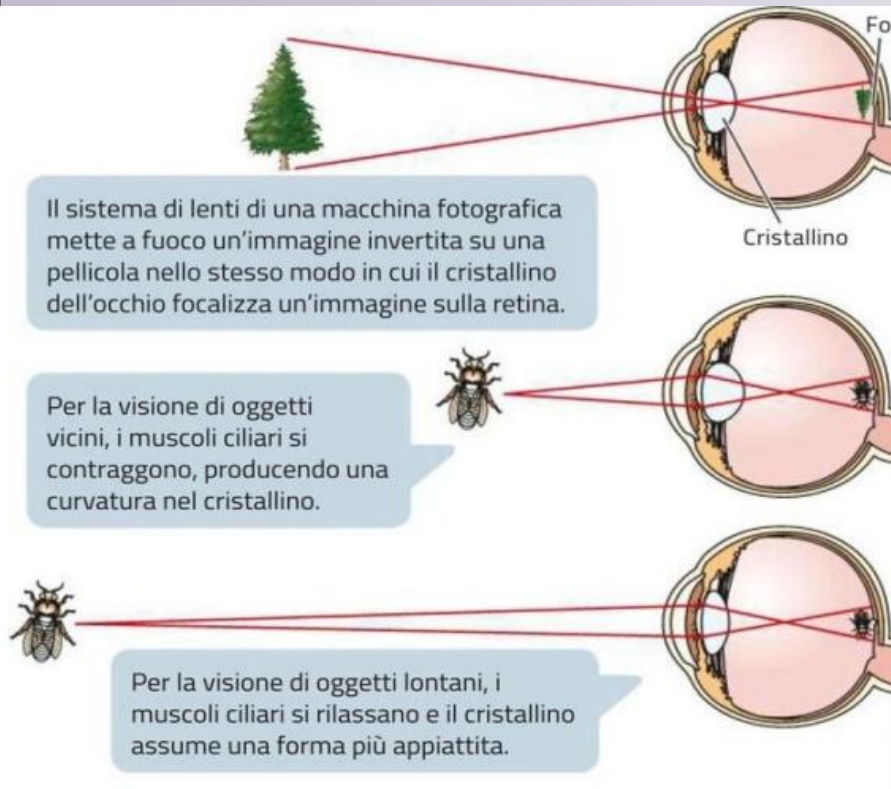


## 2- l'accomodazione

L'**accomodazione** consiste nell'aumento della curvatura del cristallino per la visione da vicino.

- Quando un oggetto è **distante più di 6 m** dall'osservatore, i raggi luminosi riflessi dall'oggetto risultano paralleli tra loro e la normale curvatura della cornea e del cristallino mettono a fuoco l'immagine sulla retina. Il muscolo ciliare è rilassato e il cristallino è quasi piatto.

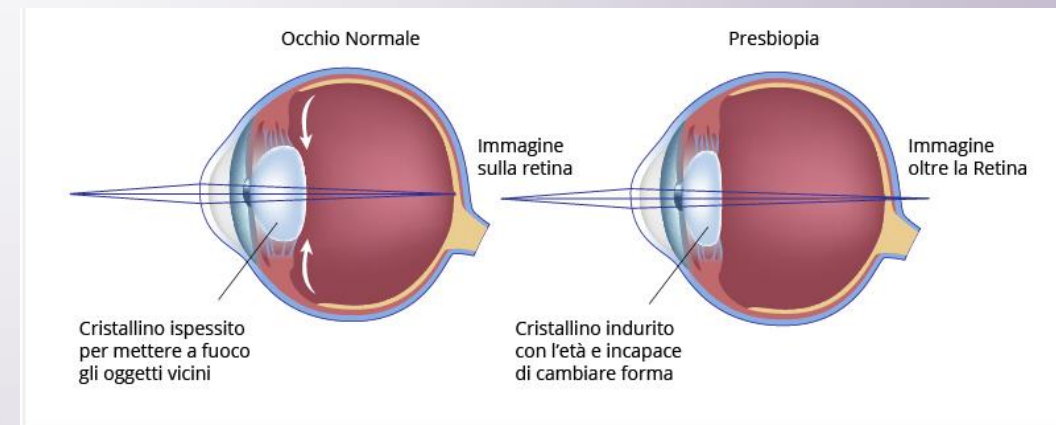
- Quando un oggetto è **distante meno di 6 m** dall'osservatore, i raggi riflessi risultano divergenti, per cui devono essere rifratti ulteriormente per arrivare a fuoco sulla retina. Il muscolo ciliare si contrae e il cristallino diventa più convesso aumentando il proprio potere convergente.



### Difetti visivi di accomodamento

**Presbiopia:** È un difetto visivo fisiologico che si verifica con l'invecchiamento. Si manifesta con la difficoltà nel mettere a fuoco gli oggetti da vicino e con la necessità di allontanarli. È causata dalla progressiva perdita di elasticità del cristallino con conseguente riduzione del potere di accomodazione dell'occhio.

**Astigmatismo:** Difetto nella messa a fuoco, dovuto alla curvatura irregolare della cornea o del cristallino.



### 3- la costrizione della pupilla

La **costrizione pupillare** è un riflesso autonomo dovuto alla contrazione dei muscoli circolari dell'iride

Tale riflesso si verifica insieme all'accomodazione e impedisce ai raggi luminosi di entrare nell'occhio attraverso la periferia del cristallino. Se ciò accadesse i raggi non andrebbero a fuoco sulla retina e la visione risulterebbe sfuocata

- La costrizione pupillare avviene anche nel caso di elevata intensità luminosa, per ridurre la quantità di luce che colpisce la retina



**Miosi:** riduzione del diametro pupillare

**Midriasi:** condizione fisiologica di dilatazione della pupilla in carenza di luce

**Anisocoria:** diversità di diametro delle pupille.



midriasi



miosi



anisocoria

## 4- la convergenza



Per **convergenza oculare** si intende quel movimento che compiono gli assi visivi che permette di mettere a fuoco un oggetto quando si passa da una visione da lontano ad una da vicino.

Nell'essere umano la visione è binoculare. Entrambi gli occhi mettono a fuoco un solo gruppo di oggetti, in modo da poter percepire la profondità del campo visivo e la tridimensionalità

Più l'oggetto è vicino e maggiore è la convergenza necessaria per il mantenimento della visione binoculare



Lo **strabismo** è una condizione nella quale gli assi visivi degli occhi risultano disallineati a causa di un malfunzionamento dei muscoli oculari che impedisce di orientare lo sguardo di ciascun occhio sullo stesso soggetto.

Nel soggetto strabico, infatti, gli occhi guardano verso due direzioni diverse e il cervello non riesce a trarre informazioni dalle due retine, causando una fastidiosa visione binoculare che può influenzare in maniera negativa la percezione delle profondità.

Lo strabismo si distingue in:

**Convergente** - l'occhio è rivolto verso l'interno

**Divergente** - l'occhio è rivolto verso l'esterno

**Verticale** - l'occhio è rivolto verso l'alto (Iperopia) o verso il basso (Ipotropia)

## La via ottica

In seguito a stimolazione luminosa, i bastoncelli e i coni innescano segnali elettrici nelle cellule bipolari

Le **cellule bipolari** trasmettono segnali alle **cellule gangliari** che si depolarizzano e generano impulsi nervosi

Tali impulsi si propagano dal **nervo ottico** (costituito dagli assoni delle cellule gangliari) al **chiasma ottico**, da qui al **tratto ottico**, al **talamo** e alle **aree visive primarie** dei lobi occipitali della corteccia cerebrale

Grazie all'incrocio di metà degli assoni nel chiasma ottico, ogni emisfero cerebrale riceve segnali da entrambi gli occhi per l'elaborazione delle sensazioni visive

