

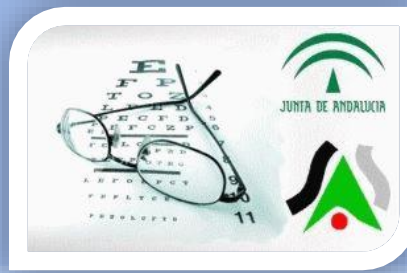
# **Sistema autónomo ocular**

## **Fisiología del Iris. Reflejos pupilares**

## **Fisiología del cuerpo ciliar y de la Coroides**



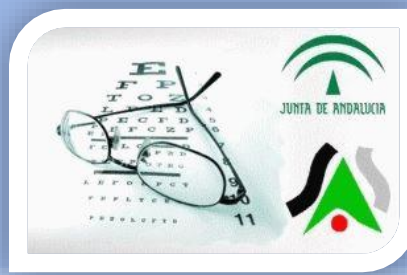
Lucía Ocaña Molinero  
MIR 2 Oftalmología



## Sistema autónomo ocular

- **Muy importante para el normal funcionamiento del sistema visual**
- **PS:** papel en la función lagrimal
- Tamaño pupilar: controlado por un equilibrio entre la inervación de las **fibras simpáticas** a los músculos dilatadores del iris y las **fibras parasimpáticas** a los músculos del esfínter
- Los músculos retractores, incluyendo el músculo Muller , reciben inervación **simpática**





## Sistema Nervioso Simpático:

### TRES NEURONAS:

#### 1. PRIMERA:

- i. Hipotálamo posterior
- ii. Centro cilioespinal de Budge

#### 2. SEGUNDA

- i. Budge
- ii. Ganglio cervical superior

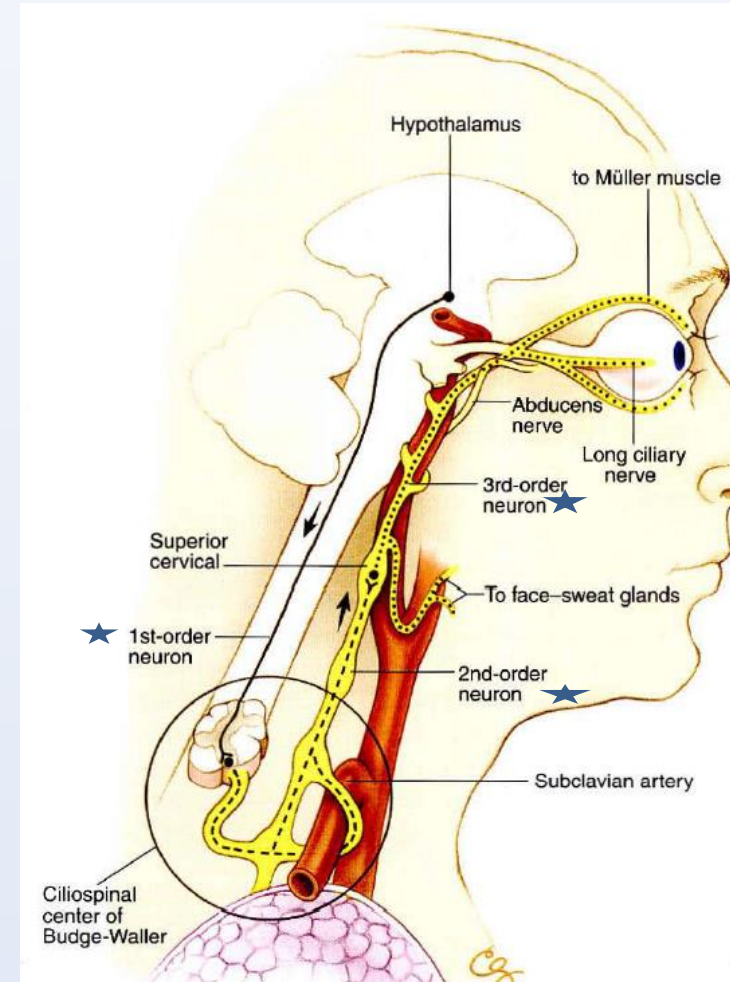
#### 3. TERCERA

- i. G. Cervical
- ii. Va
- iii. G. ciliar
- iv. N. ciliares largos
- v. Ms dilatador del iris



## Sistema Nervioso Simpático:

- Se origina en la región **posterolateral del hipotálamo**
- Las fibras **S** destinadas a la órbita se dividen en segmentos de **PRIMER, SEGUNDO Y TERCER ORDEN**

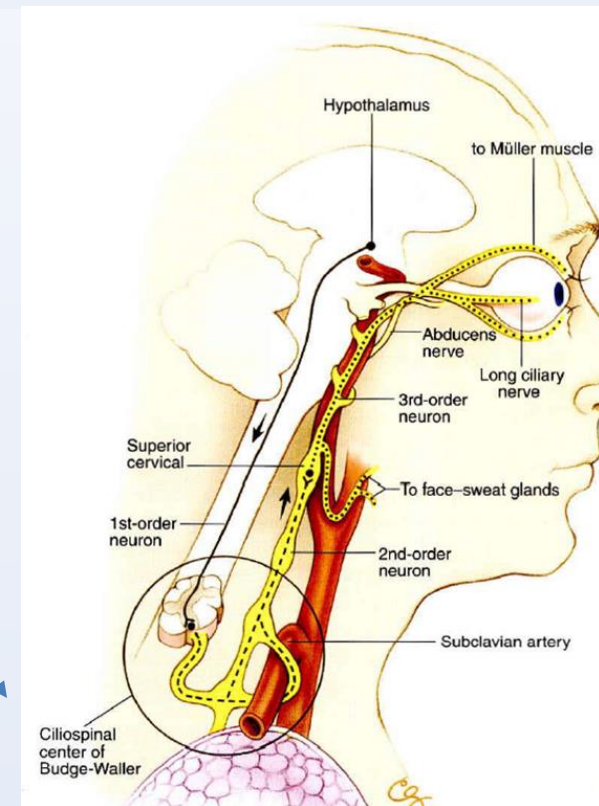
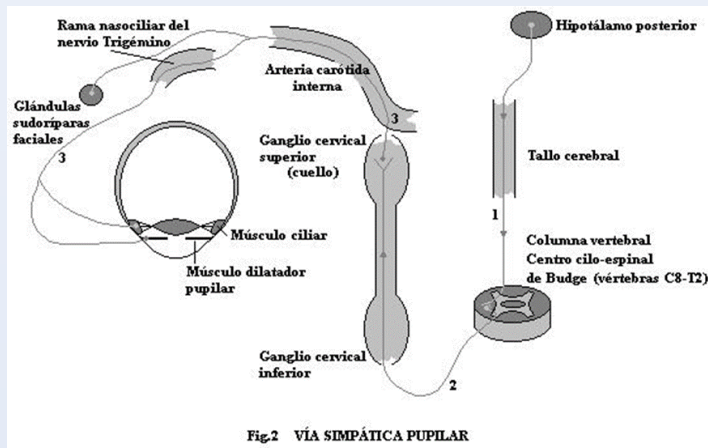




# Sistema Nervioso Simpático:

## Segmento de Primer Orden:

- ❖ Los axones destinados a *Ms dilatadores de la pupila* y *Ms Muller* descienden por este segmento, superficial-antromedial desde TE hasta ME
- ❖ Médula cervical: fibras S en columna intermedio-lateral
- ❖ C8-T2: sinapsis en **NÚCLEO CILIOESPINAL DE BUDGE-WALLER**

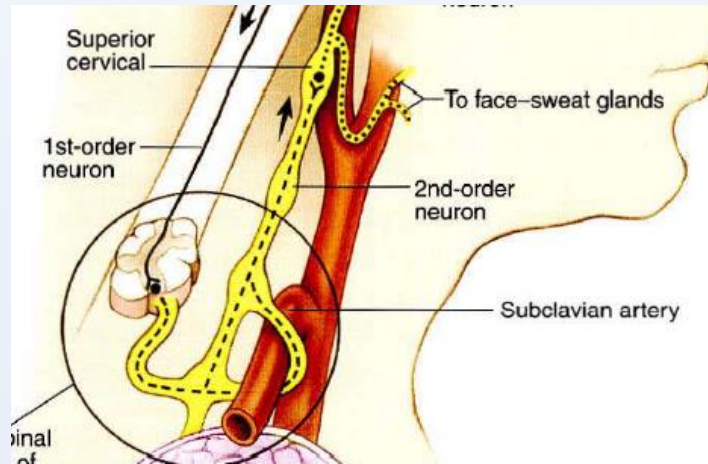


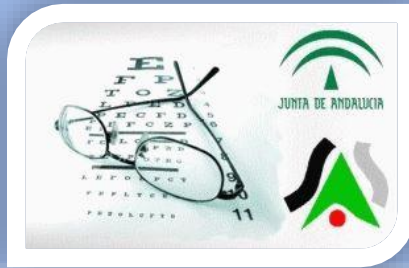


## Sistema Nervioso Simpático:

### Fibras de Segundo Orden

- Salen de la ME a través de ramas ventrales de C8 y T1-T2 antes de unirse al plexo simpático paravertebral.
- Ascienden y pasan por el bucle anterior de la A.subclavia encima del vértice de pulmón.
- Ganglio cervical inferior, medio y terminan en G. Superior (nivel C2, bifurcación de la A. Carótida)

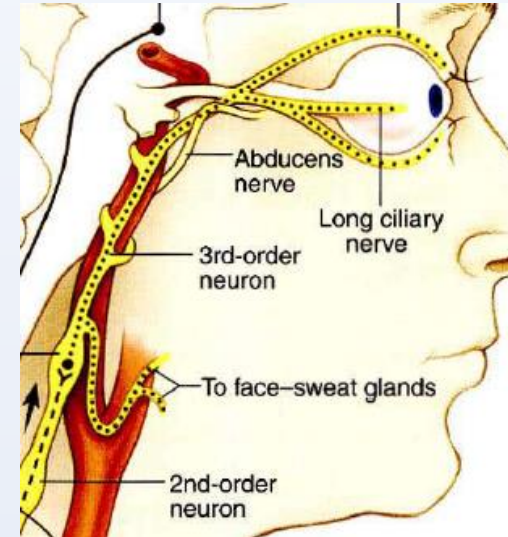




## Sistema Nervioso Simpático:

### Fibras de tercer orden:

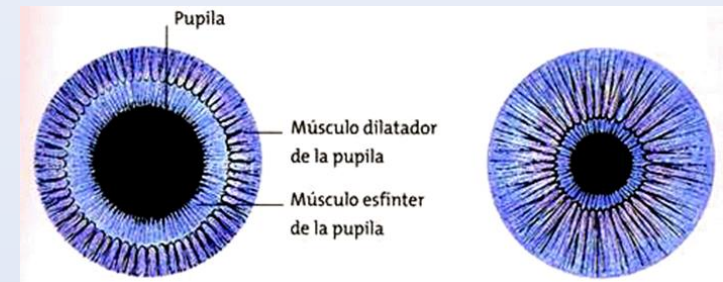
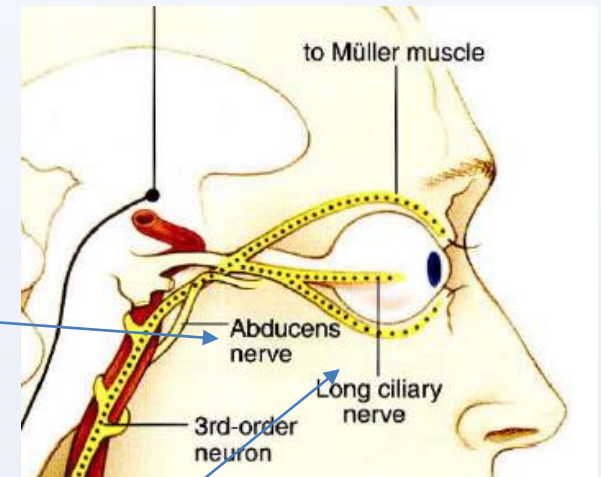
- Siguen la bifurcación de la Carótida
- Fibras S que inervan las Gl. Sudoríparas faciales inferiores siguen la ACE
- Fibras S destinadas a la pupila continúan a lo largo de la ACI hasta entrar en el cráneo por el canal carotídeo



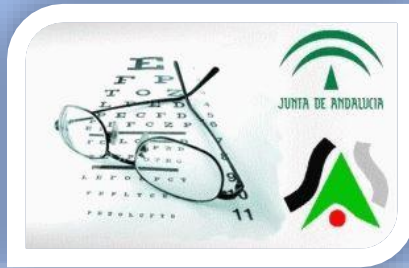


## Sistema Nervioso Simpático:

- ❖ Dentro del seno cavernoso , fibras **S** destinadas a los ms. dilatadores salen de la carótida **junto con VI pc**
- ❖ En la parte anterior del seno cavernoso , las fibras S se unen a la rama nasociliar
- ❖ En el vértice de la órbita , las fibras *pasan a través del ganglio ciliar ( sin sinapsis )* .
- ❖ Junto con la rama nasociliar, el S alcanza el globo y viaja con los nervios ciliares largos a los músculos dilatadores de la pupila

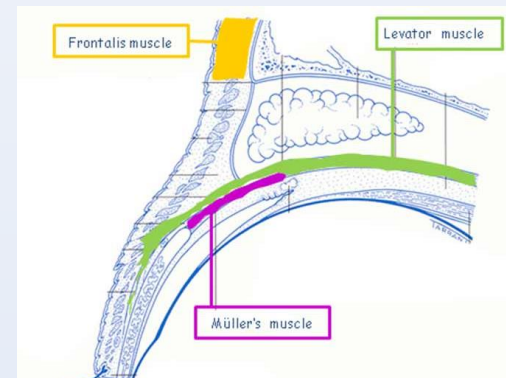
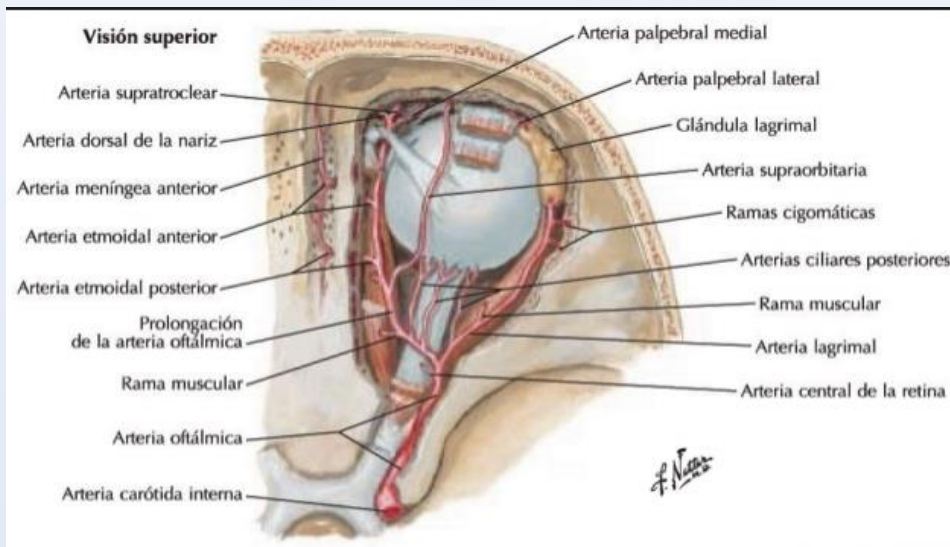






# Sistema Nervioso Simpático:

- Las **fibras S** con destino al **músculo Muller** viajan a lo largo de la arteria oftálmica y sus ramas. Las fibras S orbitales superiores también inervan las **glándulas sudoríparas de la frente**.
  - Alteración de estas fibras simpáticas es responsable tanto de ***ptosis leve como de anhidrosis frontal***.





# Sistema Nervioso Parasimpático:

## 1. VÍA AFERENTE

### i. Primera Neurona:

- i. Retina
- ii. NO
- iii. Quiasma
- iv. Núcleo pretectal del mesencéfalo

## 2. VÍA EFERENTE

### i. Segunda neurona:

- i. Pretectal
- ii. Ambos núcleos EW

### ii. Tercera neurona

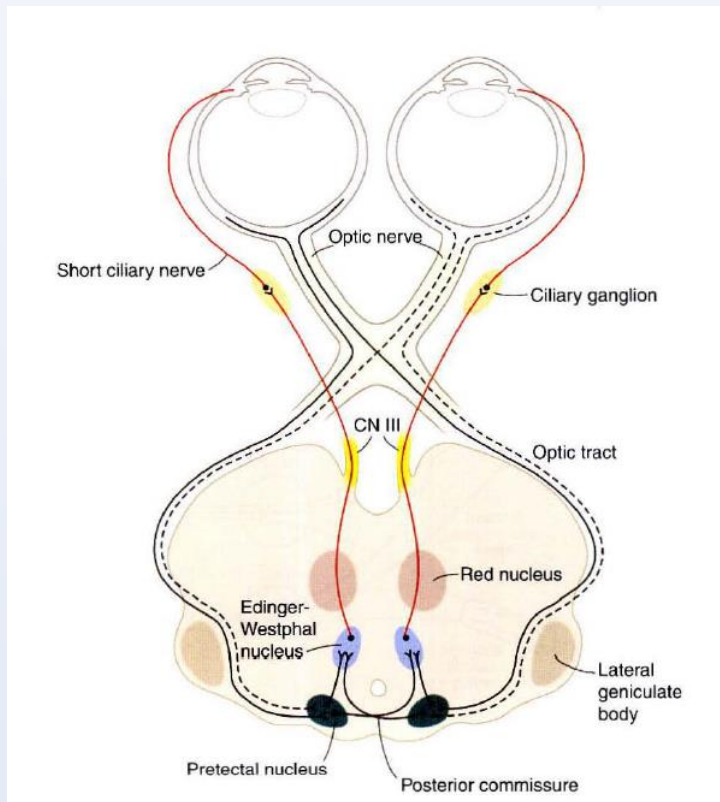
- i. EW
- ii. IIIpc
- iii. Ganglio ciliar

### iii. Cuarta neurona

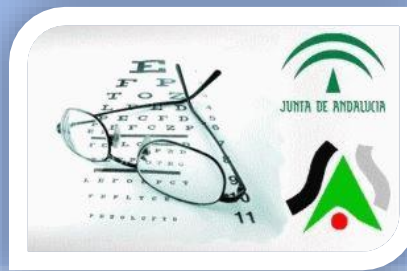
- i. G. ciliar
- ii. N. ciliares cortos
- iii. Esfinter pupilar.



## Sistema Nervioso Parasimpático:



- Los núcleos pretectales reciben información directamente de las vías aferentes visuales a través del tracto pupilar, y sale por el tracto óptico en el brazo del colículo superior (Anterior al cuerpo geniculado lateral)

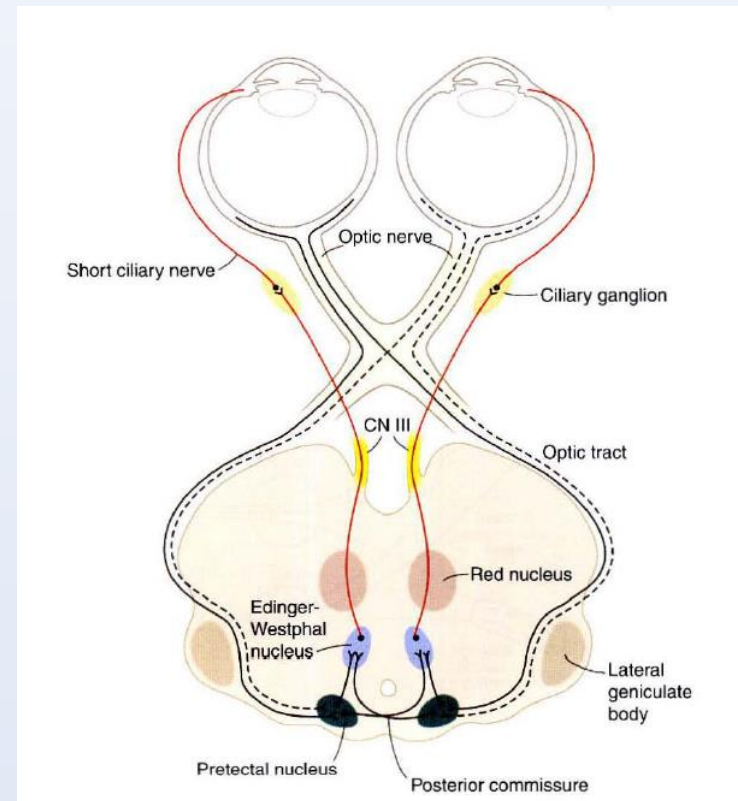


## Sistema Nervioso Parasimpático:

- Originada en varias áreas del tronco del encéfalo
- Las fibras que controlan los ms. del esfínter pupila se originan en los núcleos de **Edinger-Westphal** (IIIpc) en el mesencéfalo

- La entrada principal al núcleo EW procede del **N. Pretectal** tanto directamente como a través de la comisura posterior

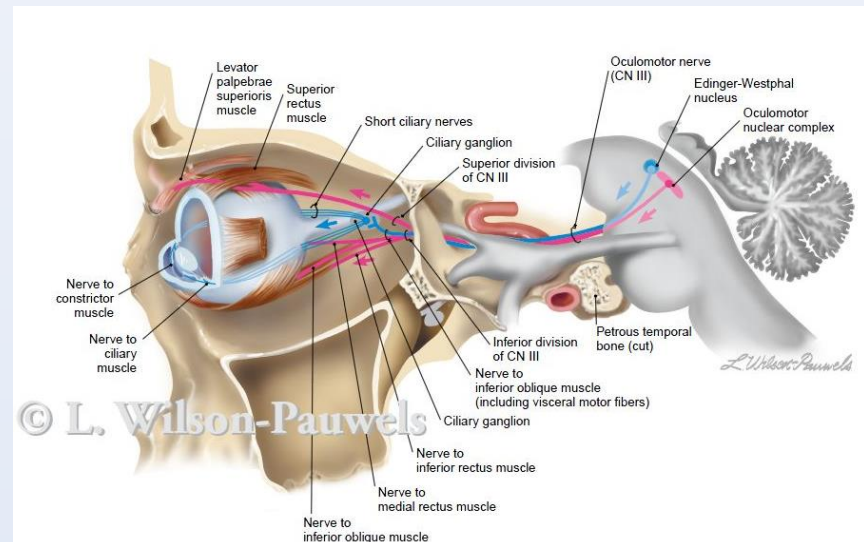
- ❖ Corteza, hipotálamo, S. reticular activado aportan señales inhibitorias al EW
  - *Durante el sueño, la pupila se vuelve pequeña, debido a la pérdida de esta actividad*

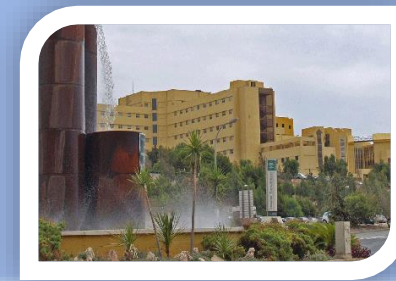




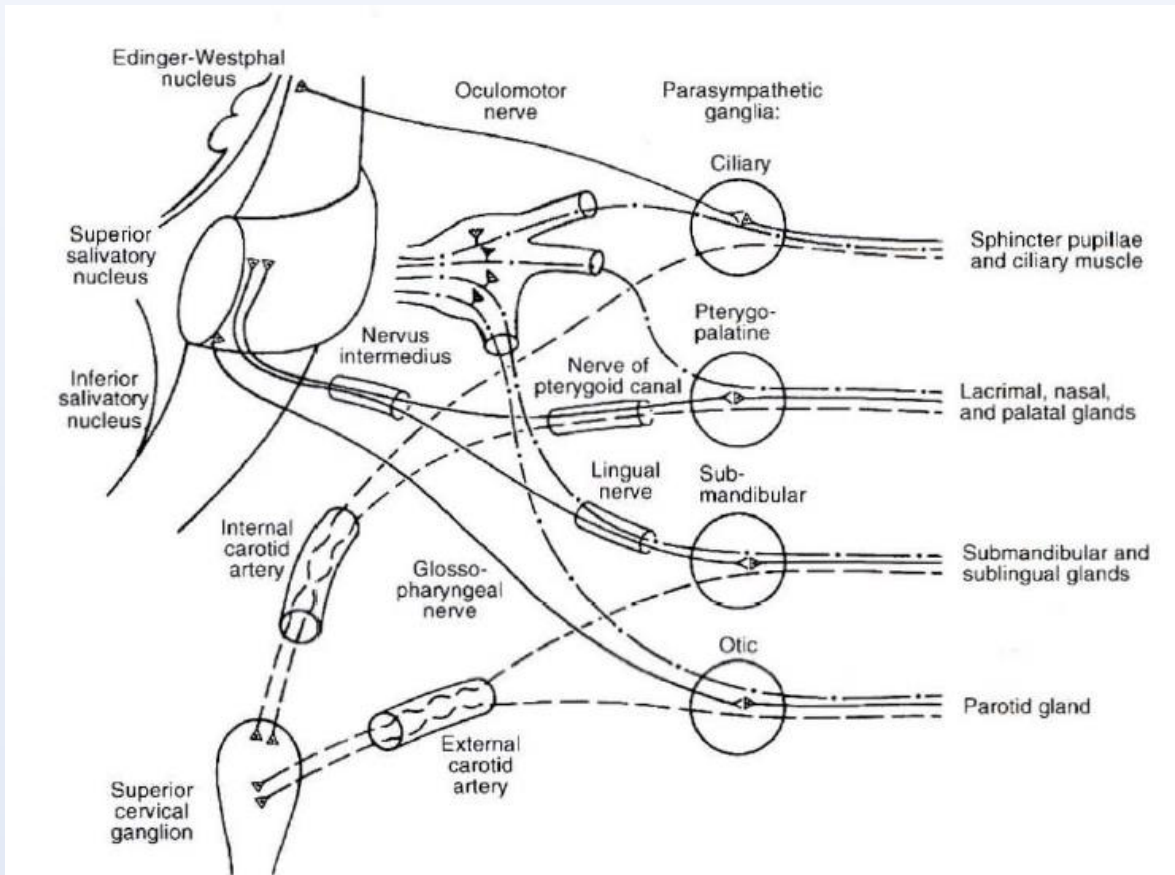
## Sistema Nervioso Parasimpático:

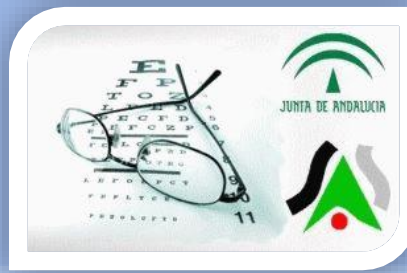
- Fibras PS y IIIpc salen del núcleo del IIIpc
- En el espacio subaracnoideo , las fibras Ps discurren en la superficie medial del III par. Cuando éste se bifurca en el seno cavernoso, el PS discurre en su división inferior
- En vértice orbitario: **sinapsis en ganglio ciliar**
- Las fibras postsinápticas van con la **rama del Oblicuo inferior** para unirse a los **nervios ciliares posteriores** y llegar al segmento anterior y ms. esfínter del iris.





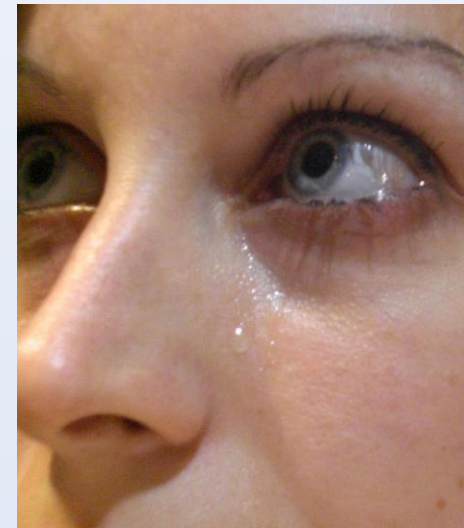
# Sistema Nervioso Parasimpático:

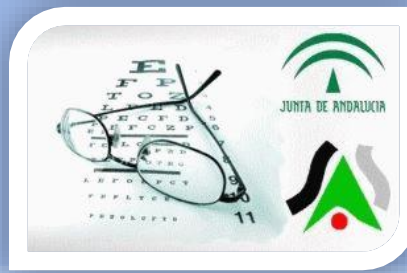




## Sistema Nervioso Parasimpático:

- La **inervación PS de Gl. Lagrimal** se origina en el N. salivar superior.
- Las fibras postganglionares viajan superiormente a través de la fisura orbital inferior y luego con el nervio lagrimal para llegar a la glándula.
  - ❖ Fibras parasimpáticas son responsables de **lagrimeo reflejo**





## FUNCIONES DEL IRIS

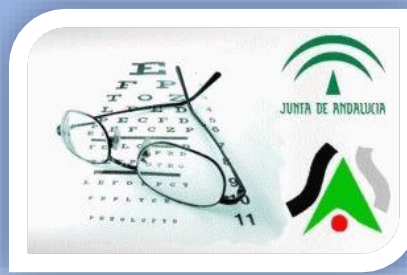
El iris actúa como un diafragma para regular la cantidad de luz que entra al ojo .

Los dos músculos del iris están inervados por separado:

El parasimpático inerva al músculo del esfínter es responsable de la constricción de la pupila

El Simpático inerva al músculo dilatador causando el agrandamiento de la pupila





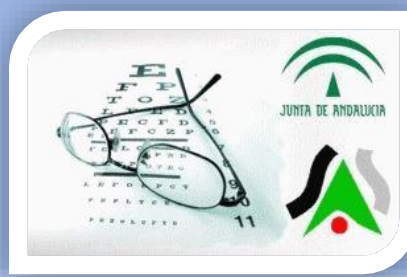
## REFLEJOS PUPILARES

TAMAÑO DE LA PUPILA EN CONDICIONES NORMALES: 2-6 mm

- Asimetrías pupilares  $<0.3$  mm en 20-30% población
- Con la edad el tamaño pupilar disminuye

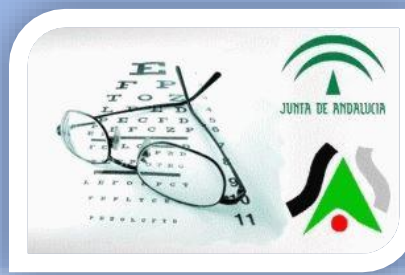
PRINCIPAL FACTOR QUE INFLUYE EN EL TAMAÑO PUPILAR: **INTENSIDAD DE LUZ QUE LLEGA A LA RETINA**

EQUILIBRIO ENTRE FIBRAS PUPILOCONSTRICTORAS (PS) Y PUPILODILATADORAS (S)



## REFLEJOS PUPILARES

1. Reflejo Fotomotor Directo
2. Reflejo Fotomotor Consensual
3. Reflejo de Acomodación y Convergencia
4. Otros reflejos



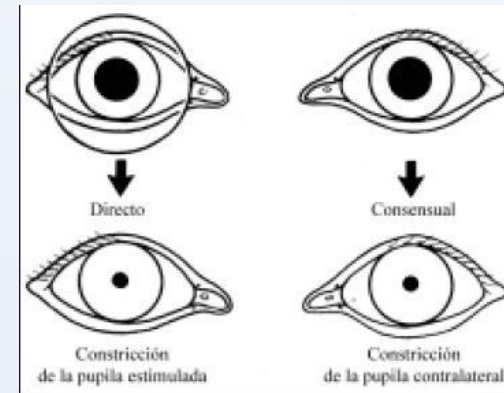
## REFLEJOS PUPILARES

### 1. Reflejo Fotomotor Directo:

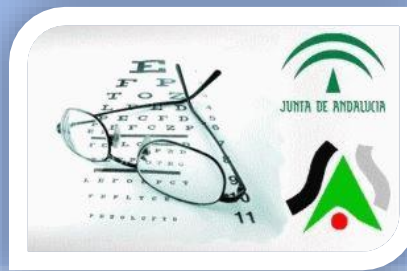
- Estímulo luminoso a la retina: contracción de pupila homolateral.

### 2. Reflejo Fotomotor Consensual:

- La estimulación de la retina con la luz produce una contracción de la pupila del ojo opuesto



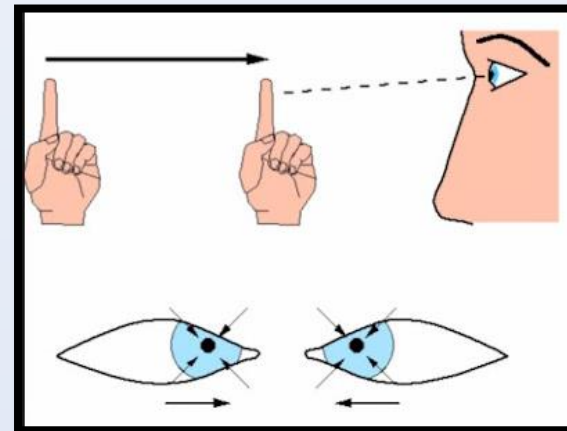
Debido a la decusación de las fibras tanto a nivel del quiasma como en la región pretectal

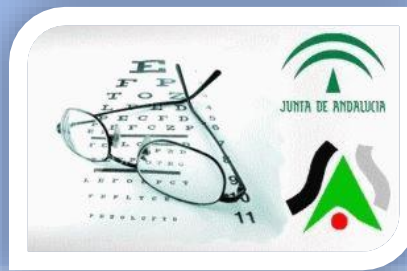


## REFLEJOS PUPILARES

### 3. Reflejo de acomodación y convergencia

- Sincinesia
- Se activa cuando la mirada cambia de un objeto distante a uno cercano
- Acomodación-convergencia-miosis
- Centro del reflejo mal definido (vías finales = reflejo luminoso)
  - Influencias lóbulos frontal y occipital





## REFLEJOS PUPILARES

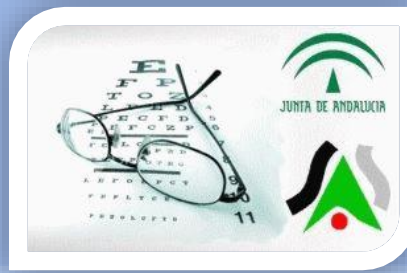
### 4. Reflejo cilioespinal:

- Dilatación pupilar con estímulo doloroso de la piel del cuello del mismo lado

### 5. Reflejo oculosensitivo:

- Contracción de la pupila, o dilatación seguida de contracción en respuesta a una estimulación dolorosa de los ojos o de los anejos de los mismos





## REFLEJOS PUPILARES

### 6. Reflejo orbicular:

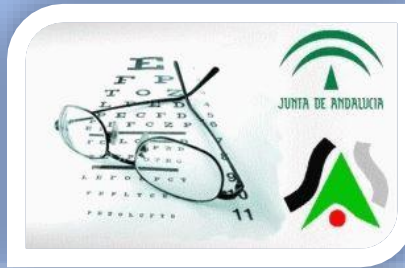
- Contracción pupilar al cerrar un ojo con fuerza o los dos durante el sueño o al desviar la mirada hacia arriba

### 7. Hippus:

- Atetosis pupilar
- Ensanchamiento y constricción alternados consecuencia de los cambios en el equilibrio entre inervación S y PS

### Pupila amaúrótica:

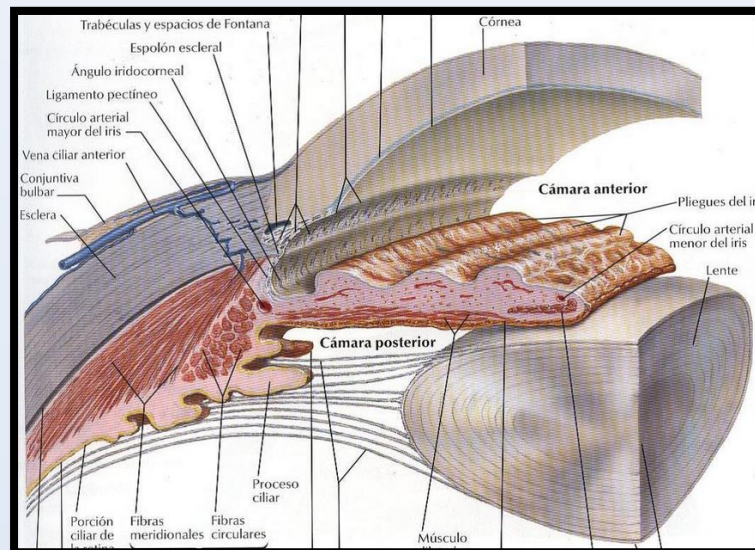
- No fotomotor directo ni consensuado de ojo contralateral
- Ojo contralateral: sí fotomotor directo y consensual de ojo ciego (decusación de fibras)

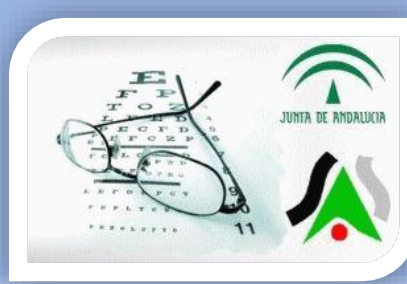


## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

**El cuerpo ciliar produce y secreta el humor acuoso**

*Su musculatura causa acomodación y puede afectar a la salida del humor acuoso*

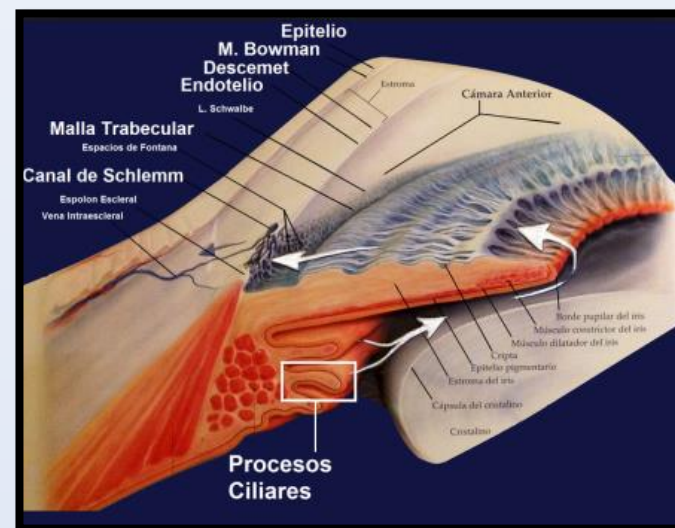




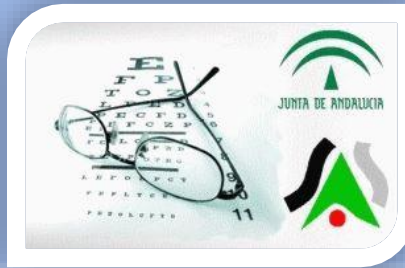
## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

### Producción de Humor Acuoso:

- **Se forma en los procesos ciliares**
  - Doble capa de epitelio sobre núcleo de estroma con abundantes capilares fenestrados: gran área de superficie para la secreción en la cámara posterior*
  - 80
  - Gran número de capilares (círculo arterial mayor del iris)





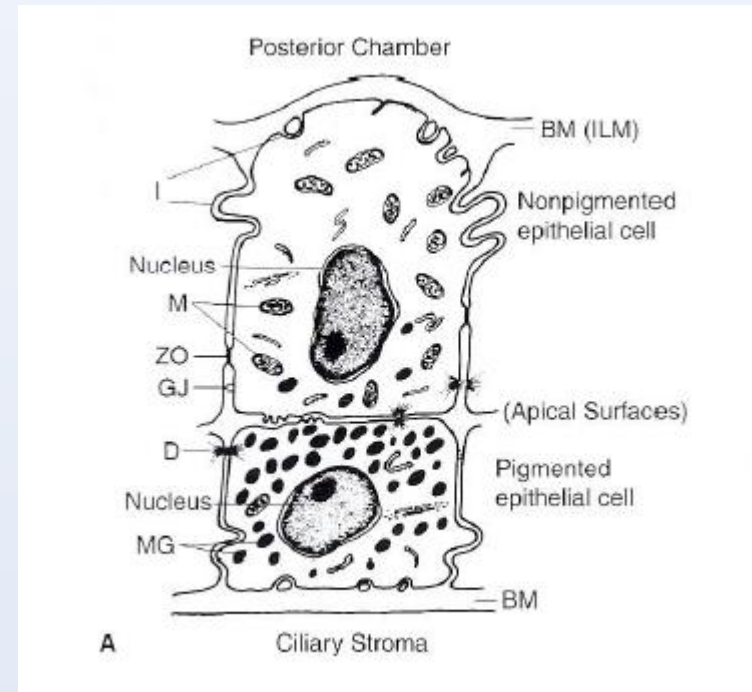


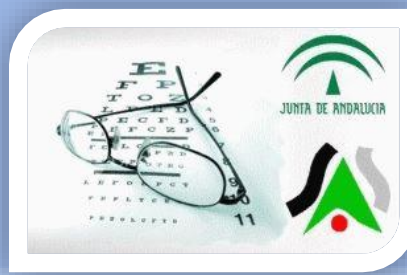
## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

- Las **superficies apicales** epiteliales de la capa pigmentada (E) y no pigmentada (I) están **ENFRENTADAS** y con uniones intercelulares estrechas (Barrera Hemato-Acuosa)

**Células EPITELIALES NO PIGMENTADAS:** se cree localización real de producción de humor acuoso (mitocondrias, vellosidades)

## Producción de Humor Acuoso:





## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

## Producción de Humor Acuoso:

3 mecanismos de producción y secreción:

1. Difusión
2. Ultrafiltración
3. Secreción activa

### Secreción activa:

- Las moléculas son transportadas a través de la mb contra gradiente electroquímico utilizando energía (indep presión): participan Na, Cl, HCO<sub>3</sub>
- Implica Anhidrasa Carbónica y ATPasa

***Representa el 80 % a 90 % de producción acuosa!***

### Ultrafiltración:

Movimiento dependiente de gradiente de presión

- Desplazamiento de líquido al interior del ojo
  - Favorecido dif Ph entre capilares y PIO
  - Dificultado por el grad. Oncótico

### Difusión:

Movimiento pasivo de iones a través de una mb en función de carga y concentración

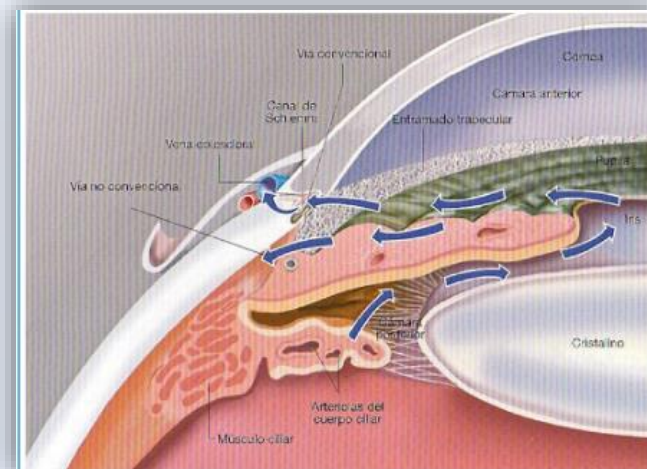


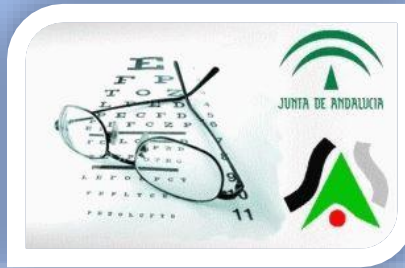
## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

### Humor acuoso:

- Exceso de Hidrógeno, Cloro, Ascorbato
- Déficit de Bicarbonato
- Carece de proteínas (1/200-1/500 de la concentración en plasma). Albúmina  $\frac{1}{2}$  proteínas totales
- Factores de crecimiento, anhidrasa carbónica, lisozima, PGs, AMPc, Catecolaminas, ácido hialurónico,...

### Producción de Humor Acuoso:





## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

## Producción de Humor Acuoso:

### Humor acuoso:

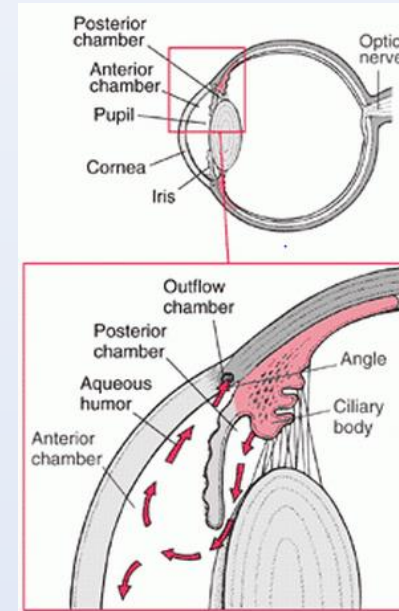
- Su composición cambia a medida que pasa de la CP a la CA (vasos sanguíneos del iris, endotelio corneal, superf hialoidea vítrea, cristalino)
- **Velocidad de formación:**
  - 2-2.5microl/min
  - Recambio vol total: 1% minuto
  - Disminuye durante el sueño, edad, traumatismos, inflamaciones, oclusión carotídea, Fármacos

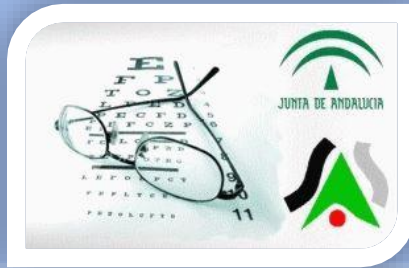
Depende de:

Integridad BHA

Flujo sanguíneo al  
Cuerpo Ciliar

Regulación  
neurohumoral



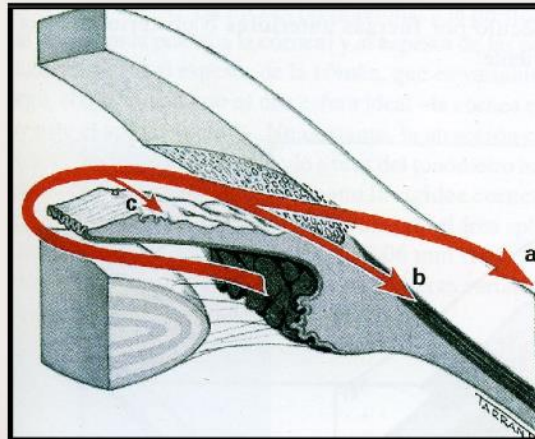


## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

## Drenaje de Humor Acuoso:

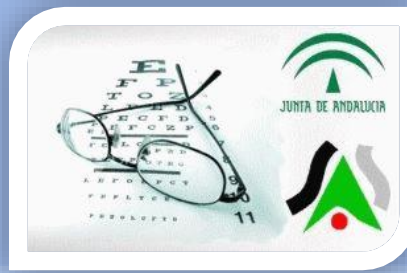
### Vías de drenaje del HA

- Vía Trabecular
- Vía Úveoescleral



90 %

10%



## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

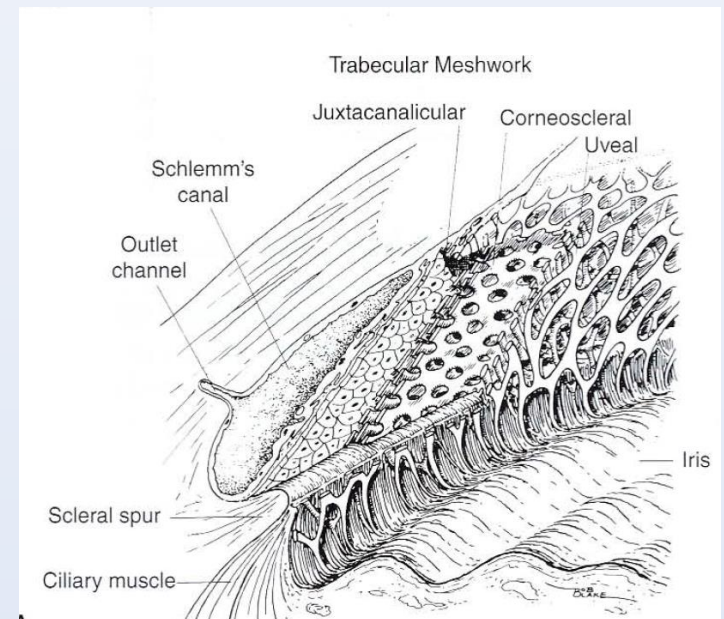
## Drenaje de Humor Acuoso:

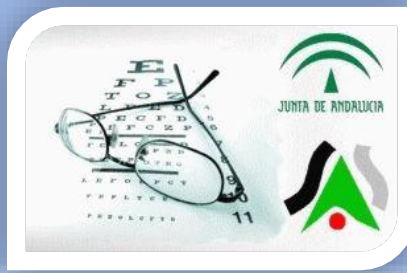
### 1. DRENAJE TRABECULAR

- Dependiente de presión
- Complejo **MALLA TRABECULAR- CANAL SCHLEMM- SISTEMA VENOSO**

#### Malla trabecular:

- Tres zonas: uveal, corneo-escleral, yuxtacanalicular
- Válvula unidireccional ( sin gasto E)



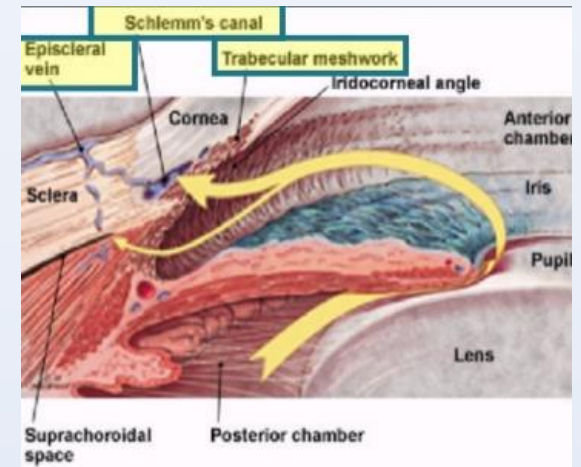


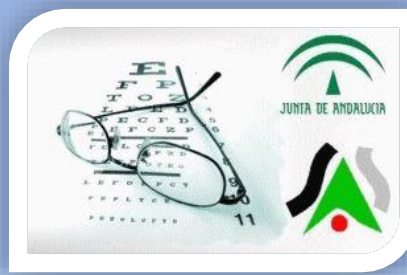
## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

## Drenaje de Humor Acuoso:

### 2. DRENAJE ÚVEOESCLERAL

- **Independiente de Presión**
- Paso de HA desde CA hacia el Ms. Ciliar, espacios supraciliar y supracoroideo
  - HA sale esclerótica intacta, nervios y vasos que la atraviesan
- Influida por la **edad**
- *Aumenta con Cicloplejia, F adrenérgicos y análogos PG, ciclodiálisis*
- *Disminuye por acción de mióticos*





## FUNCIONES DEL CUERPO CILIAR

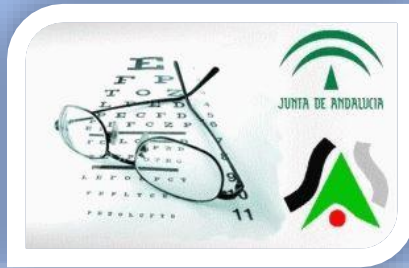
### **Barrera hemato-acuosa:**

- Uniones estrechas de las células endoteliales de los vasos uveales (capilares fenestrados)
- *Barrera efectiva para moléculas de alto peso molecular (albúmina)*
- En traumatismos, inflamaciones, drogas,...: ruptura de la BHA y entrada de componentes del plasma en CA

### **Producción vítreo**

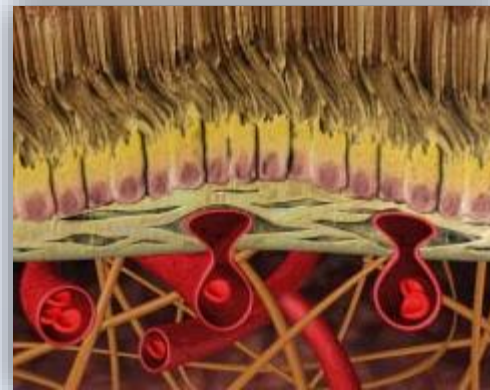
Los investigadores han sugerido recientemente que procesos similares pueden ocurrir en el epitelio de la pars plana y tienen un papel significativo en la producción y secreción de diversas macromoléculas del tejido conectivo ubicado en el cuerpo vítreo

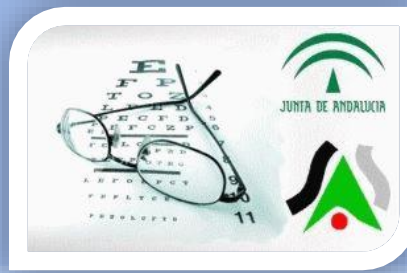




## FUNCIONES DE LA COROIDES:

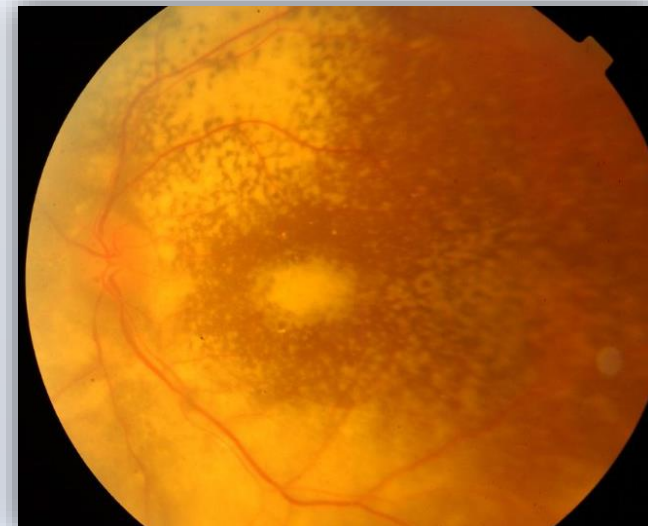
- Proporciona nutrientes a la retina
- Elimina catabolitos de la retina
- Absorbe el exceso de luz
- El espacio supracoroidal proporciona una vía para los vasos y nervios posteriores que suministran el segmento anterior.

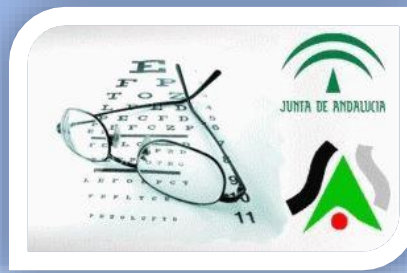




## FUNCIONES DE LA COROIDES:

- **En jóvenes:**
  - ❖ Metabolitos pasan desde la coroides a través de la Mb de Bruch y EPR hasta la retina neural
  - ❖ El agua se mueve predominantemente desde la retina neural a la coroides
  - ❖ Los productos de desecho se eliminan vía coroides
- **Conforme avanza la edad:**
  - ❖ Acúmulos de lipofucsina en EPR
  - ❖ Desechos lipídicos empiezan a acumularse en la Mb de Bruch
  - ❖ Puede inhibir la entrada metabólica a la retina neural
  - ❖ La presencia de una barrera hidrófoba dentro de la membrana de Bruch impide el paso del agua y puede resultar en el desprendimiento de EPR.





# BIBLIOGRAFÍA



- Oftalmología Clínica. Jack J. Kanski
- AAO. Neuro-ophthalmology
- Clinical Anatomy and Physiology - Lee Ann Remington 3 Ed
- <http://www.neurowikia.es/content/semiologia-de-los-trastornos-oculares-en-la-disfuncion-autonomica>



**¡Muchas Gracias!**