



“Anatomía y fisiología del cristalino”

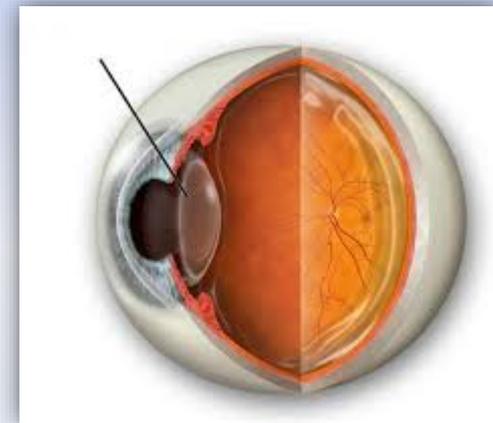


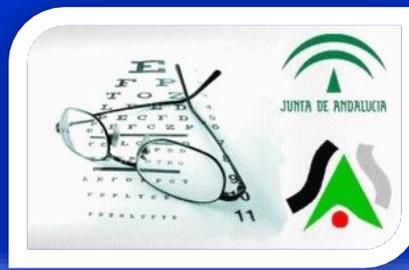
Lucía Ocaña Molinero. MIR 1 Oftalmología



1. ANATOMÍA DEL CRISTALINO :

- A. INTRODUCCIÓN
- B. EMBRIOLOGÍA
- C. MORFOLOGÍA
- D. SITUACIÓN
- E. CAMBIOS DE FORMA: ACOMODACIÓN DEL CRISTALINO
- F. CONSTITUCIÓN ANATÓMICA
- G. VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

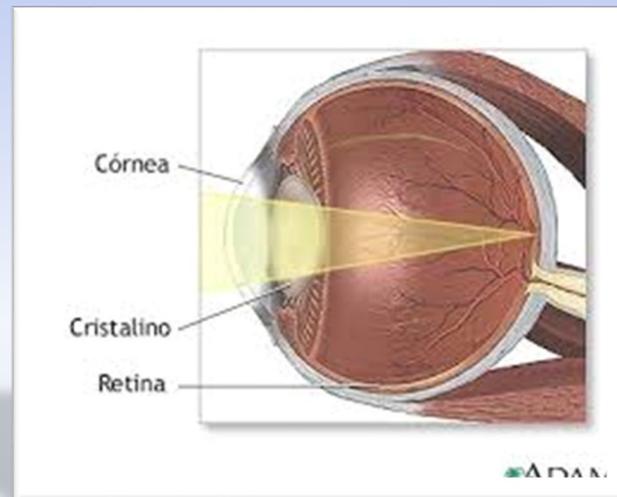




A. INTRODUCCIÓN:

El cristalino es el componente del globo ocular que forma parte del *aparato dióptico* del ojo junto con la córnea, el humor acuoso y el cuerpo vítreo, siendo responsable del *reflejo de acomodación a la distancia*.

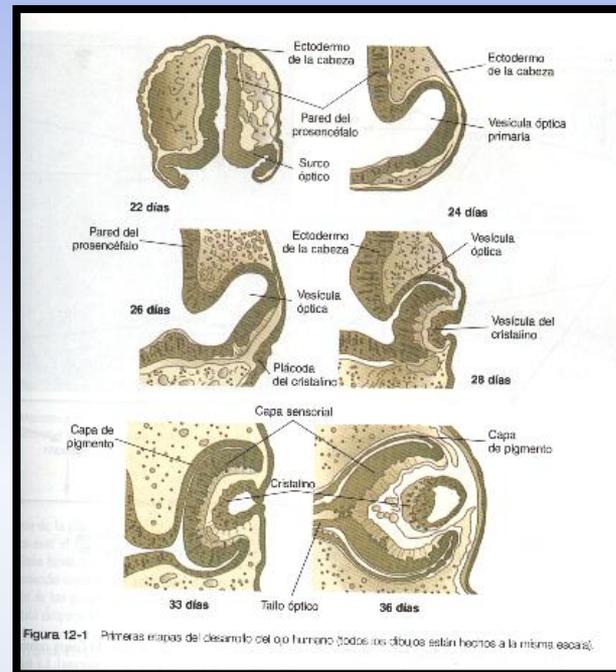
El poder dióptrico total es de unas 58 dioptrías. El cristalino contribuye con **15 dioptrías** (con la peculiaridad de modificar su poder dióptrico en relación con la acomodación).





B/ EMBRIOLOGÍA:

El cristalino deriva de unas placodas **ectodérmicas** que surgen a los lados de la placa neural: **PLACODAS DEL CRISTALINO** (asociadas a las vesículas ópticas que protruyen de la región diencefálica del tubo neural y que formarán la retina)





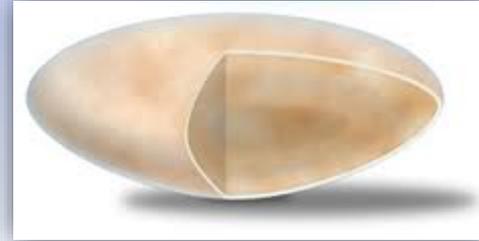
C/ MORFOLOGÍA DEL CRISTALINO:

- ❖ Lente biológica transparente, **BICONVEXA**
- ❖ Radio anterior: 10mm
- ❖ Radio posterior: 6mm
- ❖ Apoyado por su cara posterior en la fosa hialoidea del cuerpo vítreo
- ❖ Inmediatamente dorsal al iris
- ❖ **POLOS**: puntos de máxima curvatura, puntos centrales: ANTERIOR Y POSTERIOR. Entre ellos se traza el EJE del cristalino
- ❖ **ECUADOR** : borde periférico

Diámetro antero-posterior	<ul style="list-style-type: none">• 3,5-4 mm hasta los 50 años• 4,75-5 mm después de los 50 años
Diámetro	<ul style="list-style-type: none">• Niños: 6,5 mm• Adultos: 9 mm
Radios de curvatura	<ul style="list-style-type: none">• Anterior: 10 mm• Posterior: 6 mm
Peso	<ul style="list-style-type: none">• Al nacer: 65 mg• 1 año: 130 mg• Ancianos: 250 mg
Volumen	<ul style="list-style-type: none">• Hacia los 30 años: 0,165 ml• Ancianos: 0,245 ml



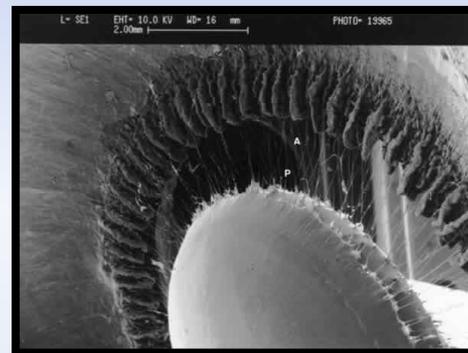
- ❖ Consistencia blanda y adherente, elástica. Cede con facilidad a la deformación y recobra su forma rápidamente
- ❖ La **consistencia** es variable con la **edad**: muy blando en feto y niño y más consistente en el adulto
- ❖ **Incoloro** y completamente **transparente** en el feto y en el niño, para ir adquiriendo un **color amarillento** a partir de los 30 años





D/ SITUACIÓN:

- El cristalino está firmemente unido al cuerpo vítreo y fijado mediante el aparato suspensorio: **ZÓNULA DE ZINN** (zónula ciliar, ligamento suspensorio del cristalino)
 - i. Desde el ecuador hasta la ora serrata
 - ii. Conjunto de **microfibrillas** inmersas en un **gel** compacto de glucoproteínas y glucosaminoglucanos
 - iii. **3 tipos de fibras: ciliocrystalinianas, ciliovítreas y ciliociliares.**
 - iv. **Espacio zonular precristaliniano:** distancia entre el cuerpo ciliar y el cristalino(1,5mm)
 - v. **Conducto de Petit:** entre zónula ciliar y cuerpo vítreo

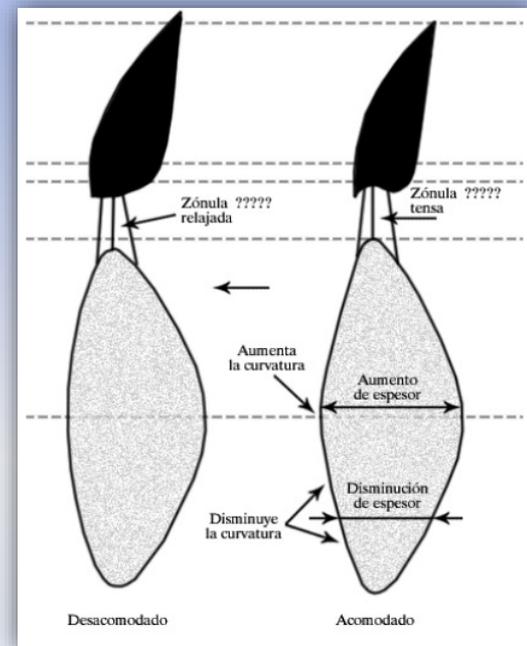




E/CAMBIOS DE FORMA: ACOMODACIÓN DEL CRISTALINO

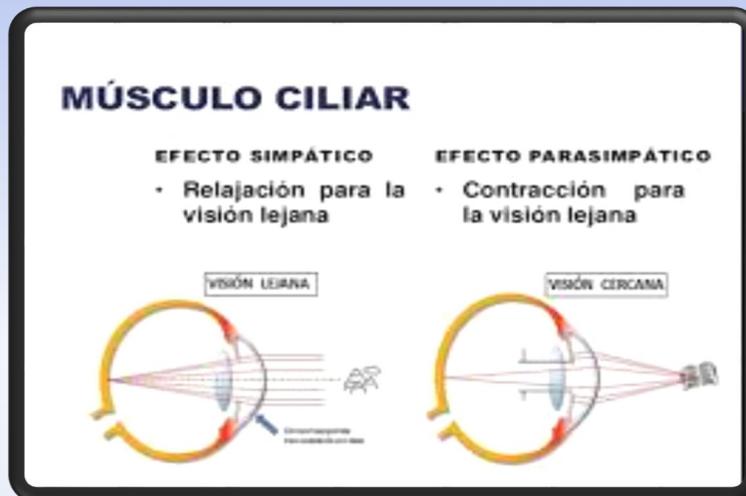
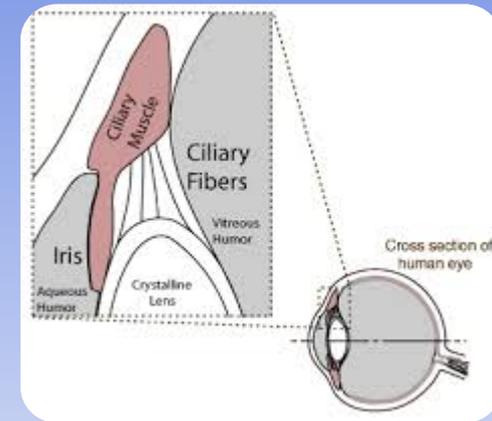
En la visión cercana se produce un **aumento de la curvatura** de la superficie anterior del cristalino, haciendo este hecho que **aumente su poder refractivo**, determinando el proceso de **acomodación**

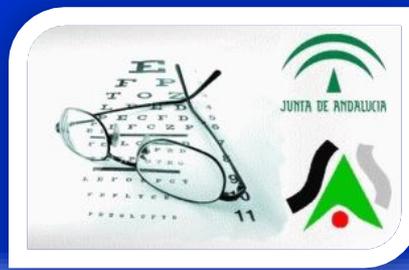
- Influyen 2 factores: **ELASTICIDAD DEL CRISTALINO Y TENSIÓN DE LAS FIBRAS DE LA ZÓNULA**
 - La elasticidad tiende a **abombar** el cristalino
 - Las fibras zonulares tienen a **aplanarlo**



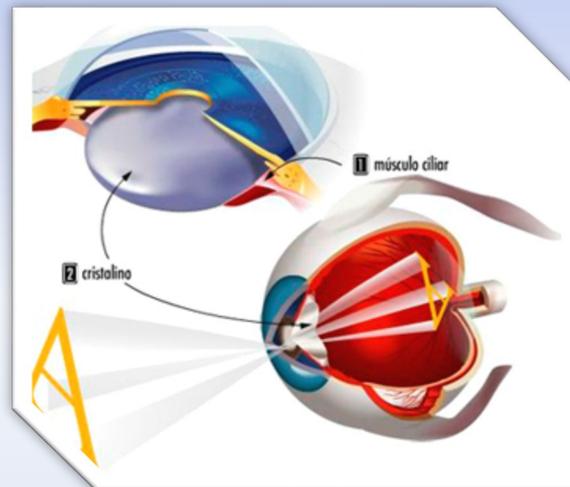


- El proceso de acomodación se lleva a cabo por el **músculo ciliar**
- La contracción del músculo en sentido ventral permite la **relajación de la zónula** y **aumento de la curvatura de la superficie anterior del cristalino**





- La acción del sistema nervioso sobre el músculo ciliar, y por tanto la sistematización del reflejo de acomodación no es del todo bien conocida
- Se ha observado que cuando el objeto se va aproximando tienen lugar 4 procesos:
 - i. La retina recibe una imagen borrosa
 - ii. Ambos globos oculares convergen
 - iii. Miosis
 - iv. Aumento de la curvatura o acomodación del cristalino (tiende a abombarse)





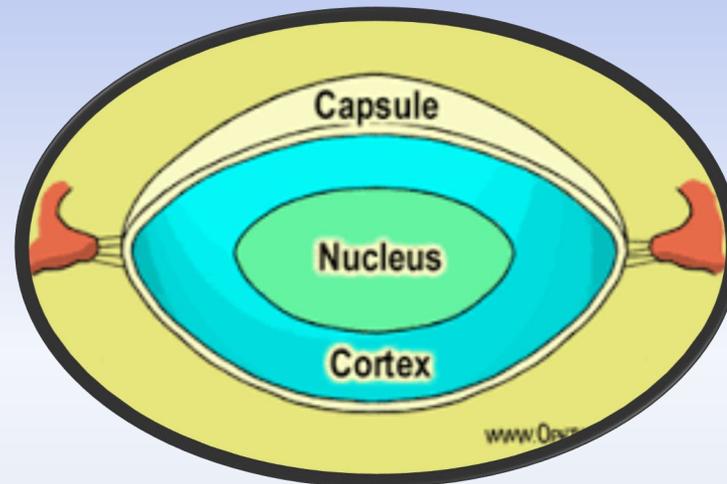
F/ CONSTITUCIÓN ANATÓMICA:

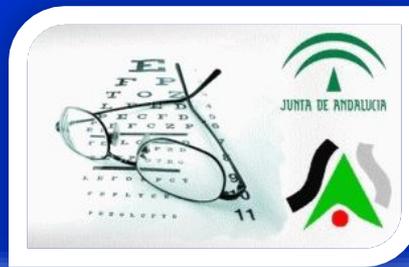
1. Cápsula del cristalino

- i. Membrana basal
- ii. Epitelio del cristalino

2. Células o fibras del cristalino

- i. Corteza o córtex: zona blanda, externa
- ii. Núcleo: más firme

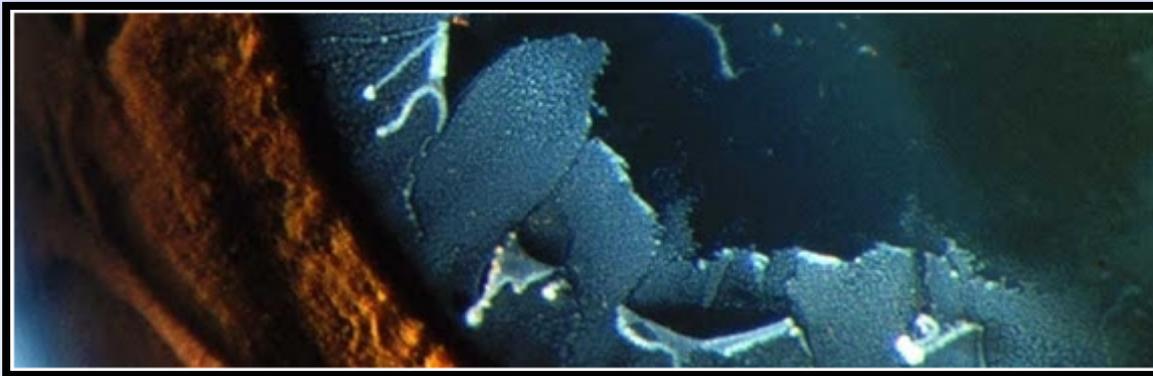




1.- Cápsula del cristalino:

Membrana transparente, **más gruesa en la superficie anterior** que en la posterior. Dos componentes:

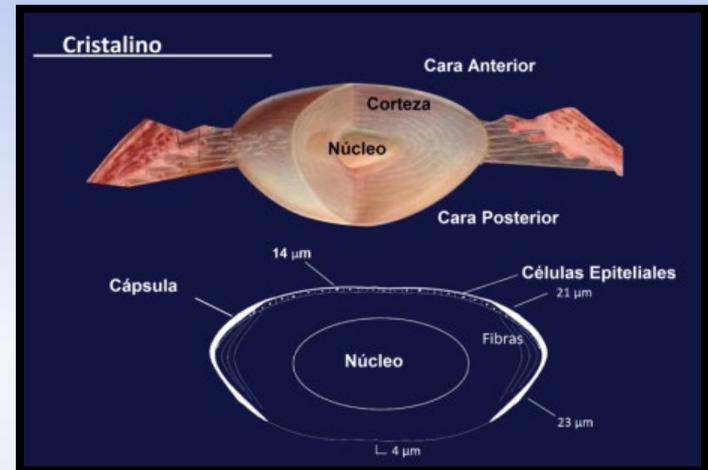
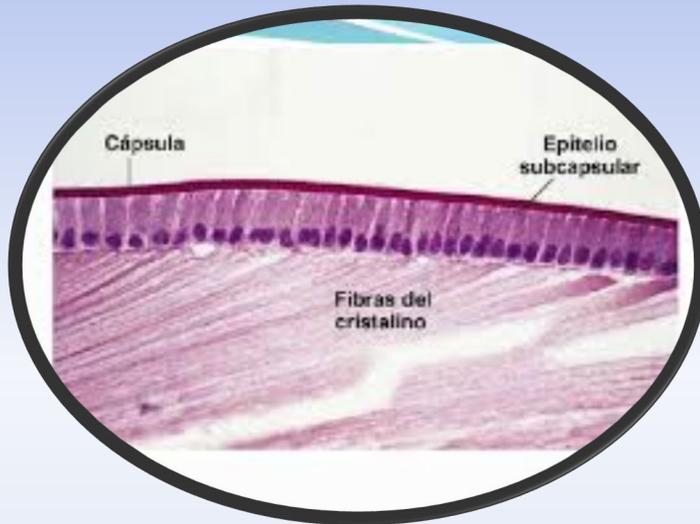
- **Membrana basal:**
 - i. Rodea al epitelio
 - ii. Dura y frágil
 - iii. Gruesa en la superficie anterior(**crystaloides anterior**), unas 20 micras; siendo progresivamente más delgada en la superficie posterior (**crystaloides posterior**) llegando a ser de 3 micras en polo posterior.
- **Epitelio del cristalino:**





- **Epitelio del cristalino (epithelium lentis)**

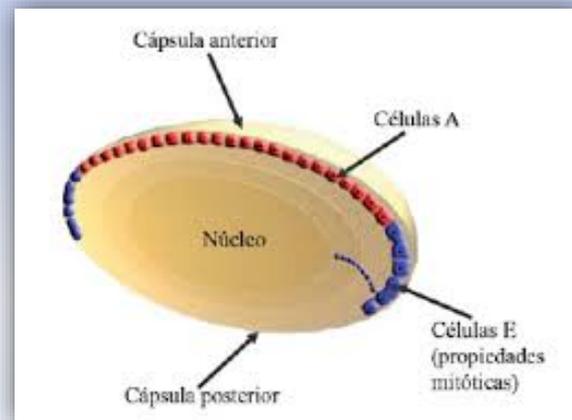
- i. Relación con la superficie interna de la membrana basal
- ii. Se dispone exclusivamente a nivel de la **superficie anterior y del ecuador** del cristalino (termina a 0,4-0,5 mm por detrás del ecuador) estando ausente en la superficie posterior
- iii. **Una sola capa de células cúbicas** unidas mediante *zonulae occludens*

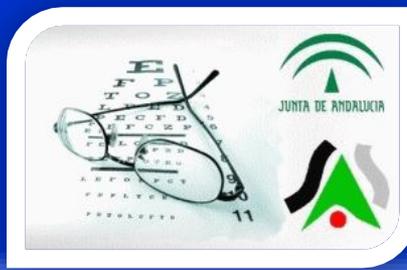




2.- Células o fibras del cristalino (2100-2300):

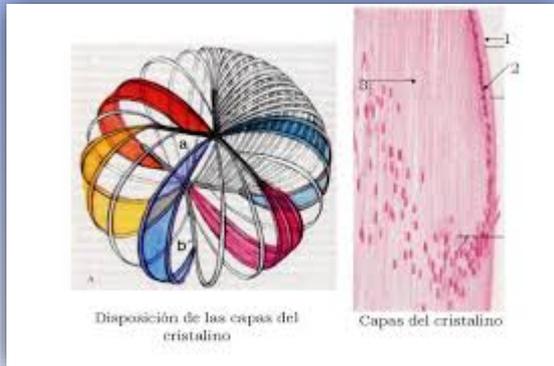
- **Corteza o córtex**
- **Núcleo del cristalino**
- Resultado de un proceso de **diferenciación** de las células que se originan en el epitelio del cristalino a nivel del ecuador
- Las células van desplazándose desde el ecuador hacia el interior del cristalino, lo que establece las **zonas de la corteza (células recién divididas y con núcleo)** y **núcleo (células anucleadas)**
- A lo largo de la edad el núcleo crece hasta ocupar casi todo el cristalino .



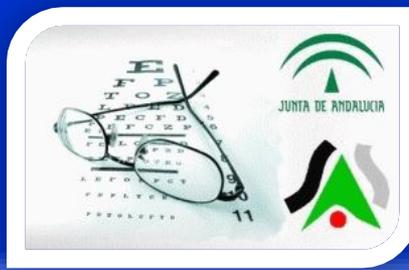


Las fibras del cristalino se disponen en **laminillas concéntricas**, en capas de cebolla, y se enfrentan por sus extremos a nivel de las **suturas del cristalino**

- ✓ En el **recién nacido** se observan 3 ramas separadas por un ángulo de 120° : en la superficie anterior forma de Y. En la superficie posterior forma de Y invertida.
- ✓ En el **adulto**: líneas radiales que se complican con numerosas bifurcaciones.

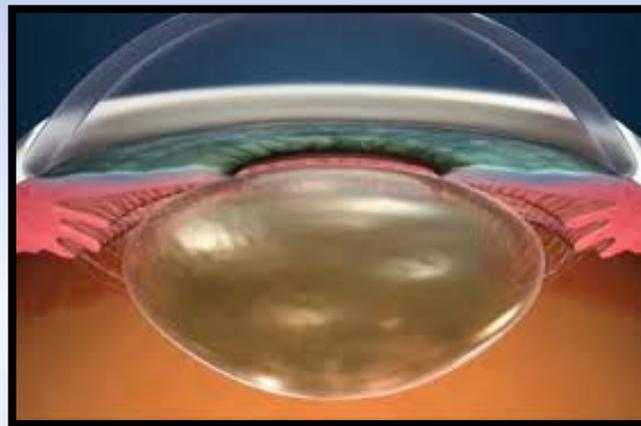


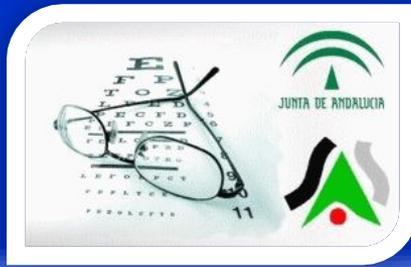
La capacidad de acomodación del cristalino depende en gran medida de la corteza, más blanda y flexible y por ello al crecer el núcleo con la edad, la capacidad de acomodación va disminuyendo ya que el núcleo, más firme, pasa a ocupar la mayor parte del cristalino (**presbicia**)



G/Vascularización e inervación:

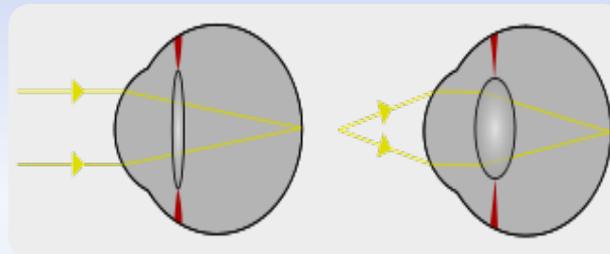
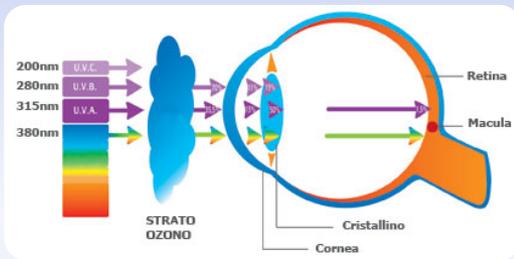
- ❖ El cristalino es **avascular**
- ❖ Se nutre por difusión desde el humor acuoso y el cuerpo vítreo
- ❖ En el adulto está desprovisto de vasos y nervios.
- ❖ La circulación de los nutrientes se lleva a cabo por difusión en el escaso material extracelular que hay entre las fibras del cristalino y a través de las suturas radiales
- ❖ Las sustancias del catabolismo se eliminan hacia el conducto de Petit y hacia la cámara posterior del ojo





2.- FISIOLÓGÍA DEL CRISTALINO

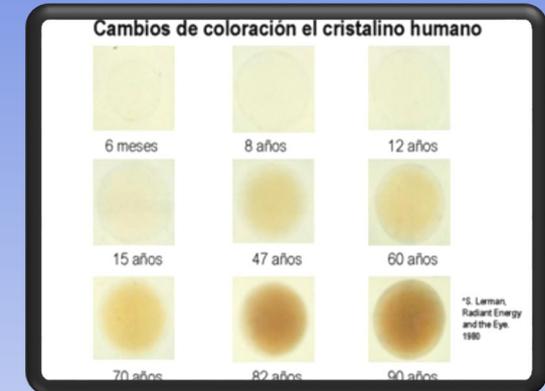
- ❖ Mantenimiento de su transparencia a la luz visible por largo tiempo
- ❖ Proveer un medio refractivo adecuado de alto índice de refracción
- ❖ Conservación de su poder de enfoque variable mediante el proceso de acomodación
- ❖ Permitir la supervivencia metabólica de su región central de fibras diferenciadas o maduras desposeídas de organelas subcelulares
- ❖ Filtrar la luz ultravioleta que penetra al ojo, para evitar daño a la retina

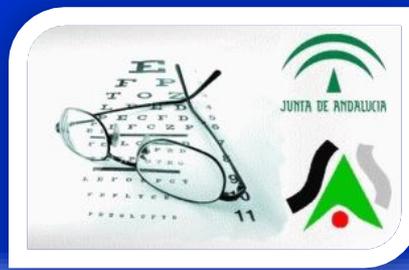




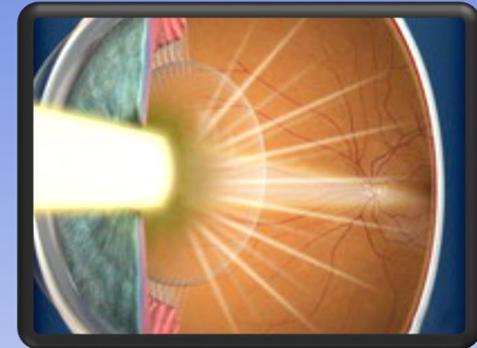
A/ Transparencia del cristalino

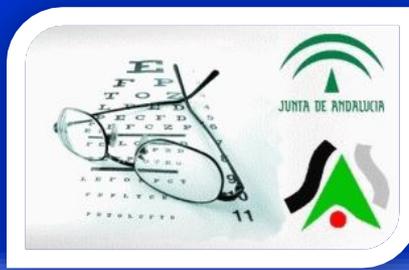
- ❖ Conservar la transparencia del cristalino es **CLAVE** para mantener su función
- ❖ El **envejecimiento** y otros factores la comprometen y empeoran la calidad visual
- ❖ El cristalino se tiñe de **amarillo** con el tiempo
 - Acumulación de **pigmentos** en sus proteínas que absorben radiación UV-A y azul
 - **Consecuencias favorables**
 - i. Disminuir la aberración cromática del cristalino
 - ii. Proteger a la retina de los efectos nocivos de la luz UV
 - iii. Proceso controlado de estabilización estructural del cristalino





- ❖ Los fenómenos de **DISPERSIÓN de la luz** son un mecanismo fundamental de **pérdida de transparencia** del cristalino (resultan en turbidez del medio, NO así los de absorción).
- ❖ **Transparencia de los medios oculares:** HUMOR ACUOSO y VITREO son transparentes (concentración muy baja en proteínas y apenas producción de fenómenos de dispersión)
- ❖ **Transparencia del cristalino:** elevado grado de orden estructural, fenómeno de interferencia destructiva(desaparece la dispersión)





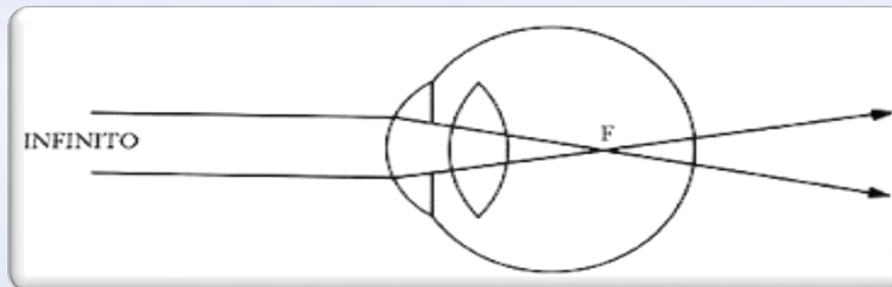
B/ MEDIO REFRACTIVO ADECUADO:

❖ **Poder Refractivo total: 60 D, de las cuales 20 D fijas al cristalino**

❖ El **índice de Refracción** es **máximo en la región central** del cristalino (constante) y **mínimo en la periferia** del mismo (va subiendo el gradiente progresivamente hacia la región central).

❖ **Compactación del cristalino**

- ❖ Tipo 1: NO cambio en índice de refracción: las fibras pierden parte de su contenido interno
- ❖ Tipo 2: aumento del índice de refracción: las fibras pierden agua y aumenta la concentración de proteínas





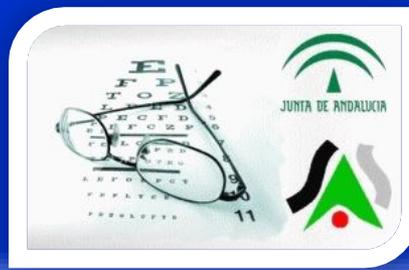
C/ ACOMODACIÓN:

Proceso que permite enfocar sobre la retina la imagen de los objetos a diferentes distancias

- ◆ Cuando el cristalino se acomoda **CONTRIBUYE HASTA 10 D ADICIONALES** al poder refractivo
- ◆ Cambios morfológicos durante la acomodación:

Ojo no acomodado	Ojo acomodado
<ul style="list-style-type: none"> • Músculo ciliar relajado • Foco en infinito • Cristalino aplanado • Zónula tensa • Cápsula tensa 	<ul style="list-style-type: none"> • Músculo ciliar contraído • Foco cercano • Cristalino engrosado • Zónula relajada • Cápsula relajada



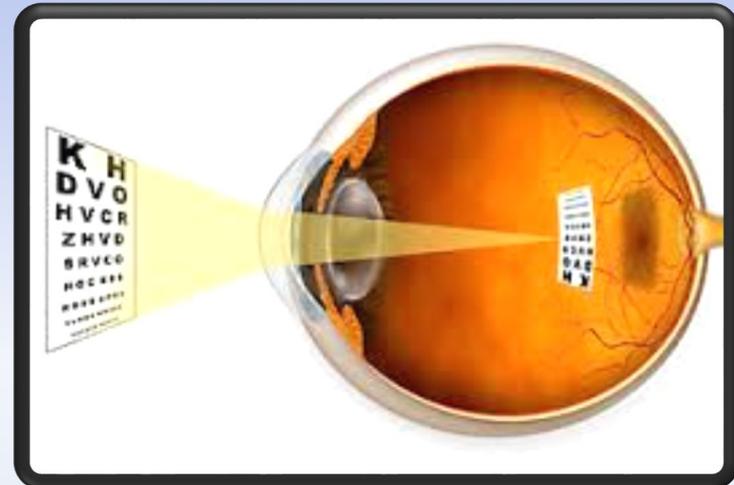


Acomodación como fuente de estrés mecánico:

Puede derivar en:

- ① Desplazamiento de unas fibras sobre otras
- ② Tracción de la zónula sobre las fibras ecuatoriales: posibilidad de rotura
- ③ Fragilidad progresiva de las fibras centrales que se están esclerosando

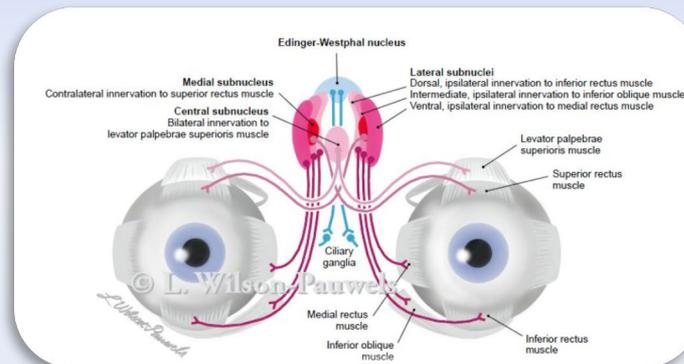
La **miopía** impone un estrés mecánico adicional al estar la zónula en tensión durante más tiempo: **FR para desarrollar catarata asociada a la edad**

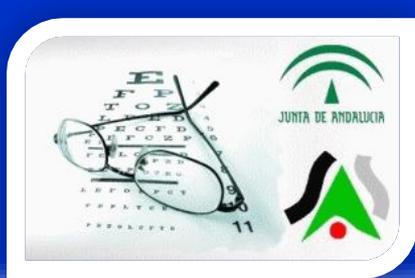




Reflejo de acomodación:

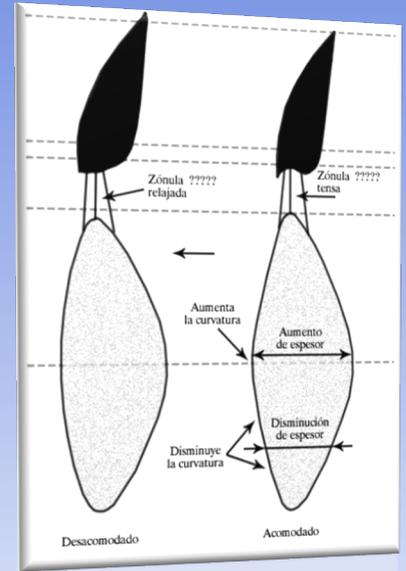
- ◆ **Estímulo adecuado:** borrosidad de la imagen retiniana
- ◆ **Rama aferente:** nervio óptico. **Rama eferente:** neuronas del núcleo de Edinger-Westphal. Envían señales vía sinapsis en ganglio ciliar al músculo ciliar
- ◆ **Fenómenos asociados:**
 - i. Aumento de las curvaturas anterior y posterior del cristalino
 - ii. Desplazamiento anterior del centro del cristalino y de su polo anterior (cámara anterior más plana)
 - iii. Núcleo aumenta de grosor
 - iv. Diámetro ecuatorial se reduce
 - v. Ángulo de cámara anterior se ensancha periféricamente





TRIADA DE LA VISIÓN CERCANA:

- ① ACOMODACIÓN
- ② MIOSIS
- ③ CONVERGENCIA



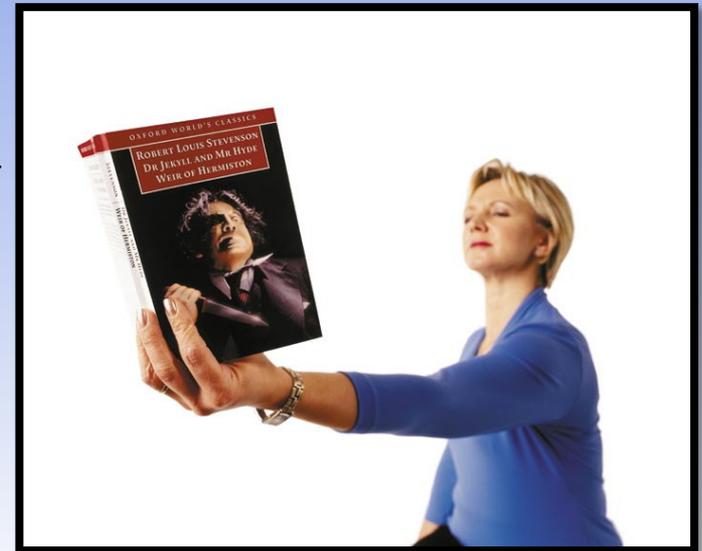


Plasticidad y elasticidad de cápsula y cristalino:

- ❖ Permite que recupere la forma original una vez liberada la presión
- ❖ Tensión de la zónula: el cristalino se aplasta
- ❖ Zónula sin tensión: el cristalino recupera su forma de reposo y aumenta su poder refractivo

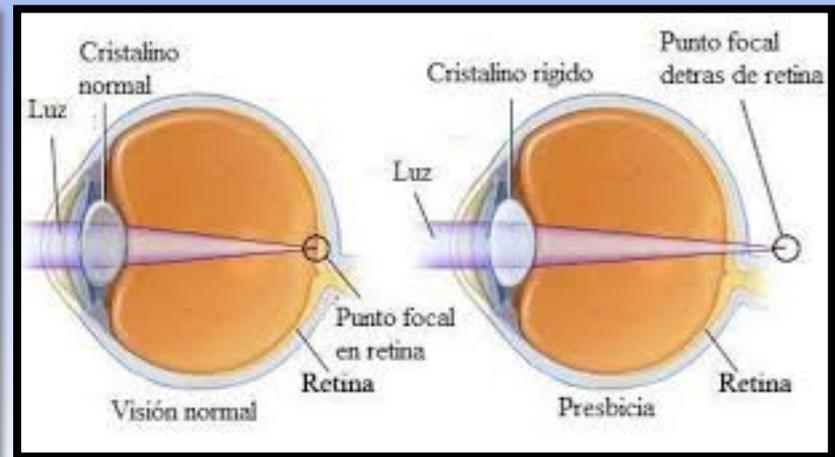
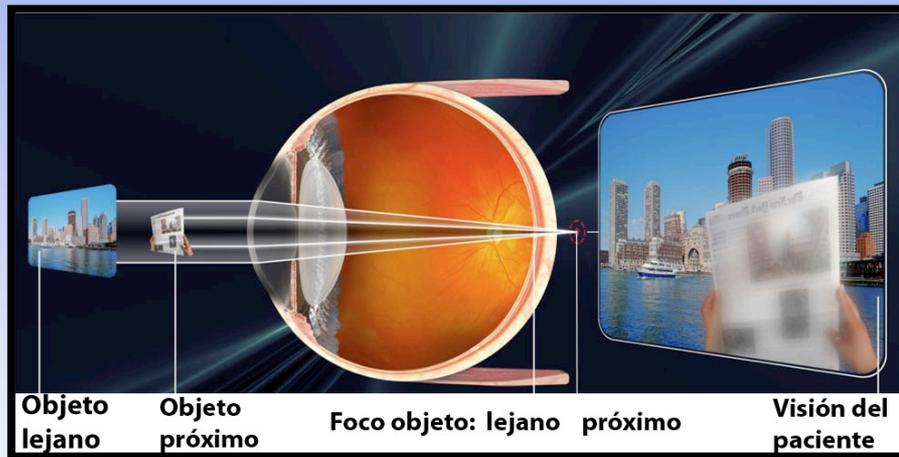
Presbiopía:

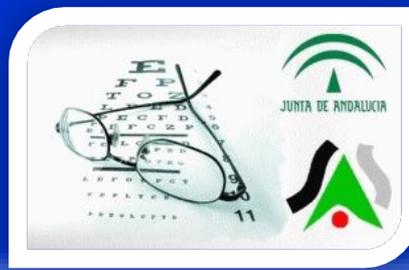
- La acomodación puede aumentar el poder dióptrico hasta en 10-12 D. Amplitud máxima de acomodación: 10-20 años
- Presbicia: **3,75 D**
- Comienza antes y es de progresión más rápida cerca del ecuador que en latitudes más frías
- El cristalino **es influenciado por la Tª ambiental** por su posición y por ser avascular.





- Con el Ms ciliar relajado el cristalino cada vez responde menos al efecto de la tensión de la zónula sobre la cápsula que tiende a aplanar el mismo
- Tras la contracción del Ms ciliar el cristalino recupera con mayor dificultad
- Aumento de la rigidez o dureza de la sustancia del cristalino
- NO implica pérdida de transparencia





D/ METABOLISMO DEL CRISTALINO:

- Metabolismo de las **fibras**: dependiente de **enzimas citoplasmáticas**: glicolisis anaerobia: **ácido láctico**
- Metabolismo de **células más superficiales** y **células de epitelio anterior**: **mayor rendimiento de ATP** gracias a ciclo de krebs y mitocondrias
- Transporte transepitelial
- Comunicación entre células del epitelio anterior
- Comunicación intercelular
- Comunicación entre células epiteliales y fibras superficiales
- Regulación del volumen
- Regulación del ph
- Permeabilidad de la cápsula

SUPERVIVENCIA METABÓLICA DE LA REGIÓN CENTRAL

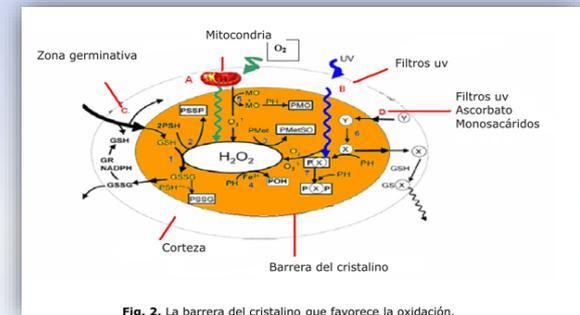


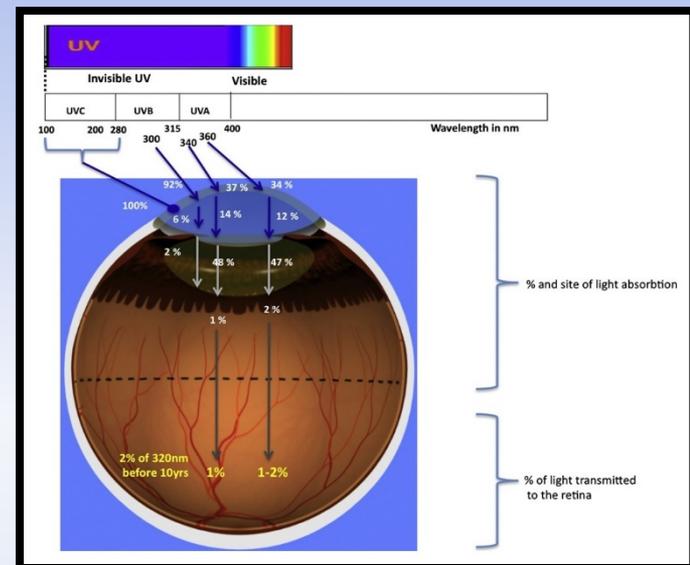
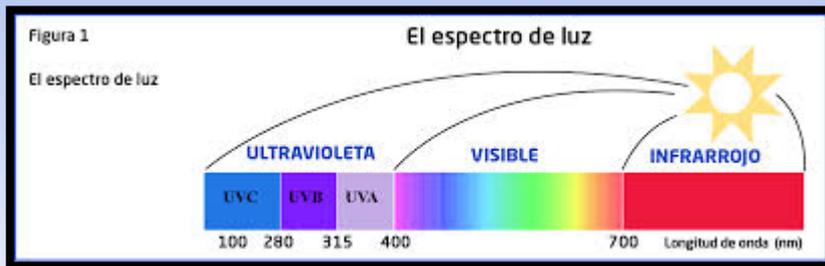
Fig. 2. La barrera del cristalino que favorece la oxidación.



E/ FILTRACIÓN DE LA LUZ UV:

El ojo posee tejidos transparentes a la luz visible para que ésta pueda llegar sin impedimento hasta la retina

- Poca radiación nos llega < 295 nm: la que llega es absorbida por la **CÓRNEA**
- Radiación UV entre 295 y 400nm: penetra hasta el **CRISTALINO**
- La radiación 380 nm y espectro visible: llega a la **RETINA**

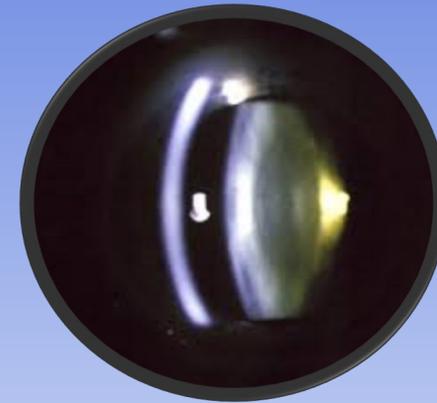


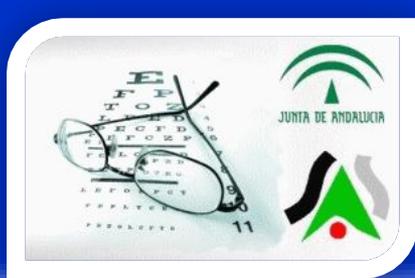


EXPLORACIÓN DEL CRISTALINO

- ❖ Lámpara de hendidura con incidencia oblicua.
 - efecto hendidura
 - retroiluminación
- ❖ Oftalmoscopio: retroiluminación

Mejor con Pupila en midriasis.



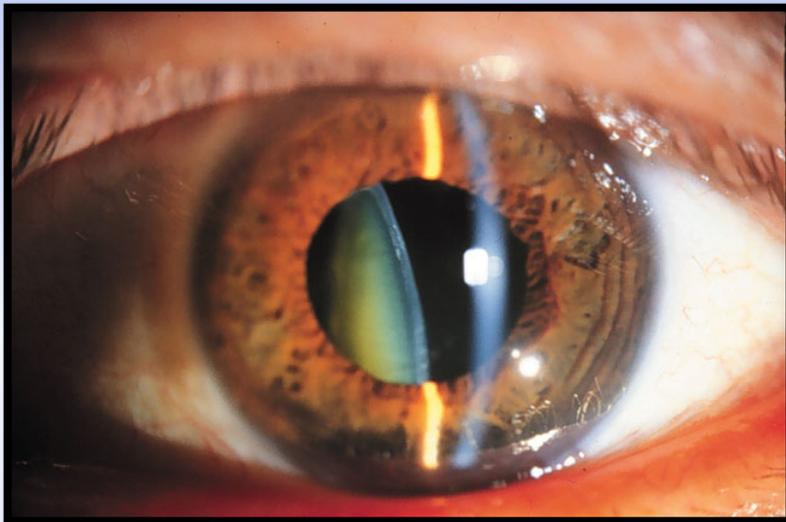


Una estructura transparente, como la córnea o el cristalino, no puede ser analizada con una iluminación directa.



EFECTO HENDIDURA:

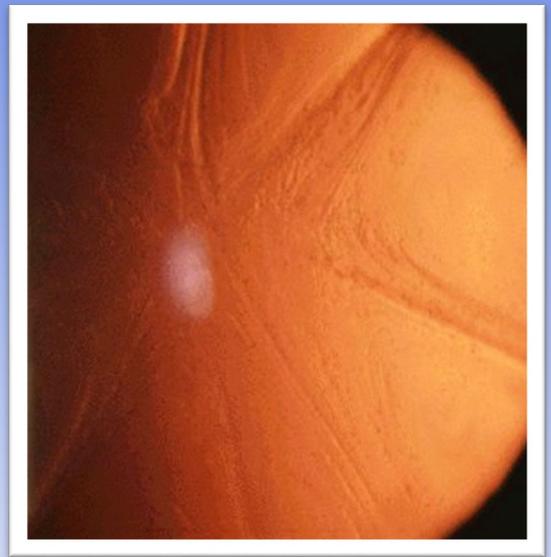
- ❖ Una fina hendidura luminosa incidiendo oblicuamente “diseca” todas las estructuras transparentes según su densidad óptica (estratificación)
- ❖ La hendidura proporciona una mejor percepción del relieve y ubica el sitio de la opacidad





EFFECTO RETROILUMINACIÓN:

La luz de la hendidura es dirigida al fondo de ojo : el reflejo de color rojizo destaca la opacidad en negro, mostrando su verdadera densidad.

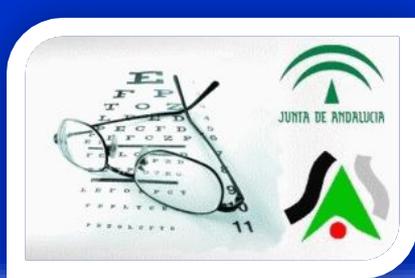




BIBLIOGRAFÍA



- Cirugía del Cristalino. Ramón Lorente, Javier Mendicute
- Oftalmología clínica Jack J, Kanski



¡Muchas Gracias!