

LIBRO PARA LA FORMACIÓN DE LOS RESIDENTES EN OFTALMOLOGÍA

## CRISTALINO

### 1. Embriología, anatomía y fisiología

#### 1.3

## Principios básicos. Fisiología del cristalino

Margarita de la Fuente



SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE OFTALMOLOGÍA

El cristalino es una estructura avascular formada por dos tipos de células: la superficie anterior del cristalino, llamada epitelio del cristalino, formada por células cuboideas y la parte central formada por capas concéntricas de células alargadas (fibras). Estas células carecen de actividad mitótica salvo en una zona próxima al ecuador del epitelio del cristalino llamada capa germinativa. El cristalino va creciendo por adición progresiva de fibras que se van formando en su superficie externa. Estas fibras van migrando hacia al centro empujadas por las nuevas fibras y en su proceso de diferenciación sufren la degradación de sus orgánulos (núcleo, mitocondrias, aparato de Golgi y retículo endoplasmático) lo que las hacen dependientes de las células más superficiales, en contacto con el humor acuoso y vítreo, para su actividad metabólica. Las fibras adoptan una configuración precisa con un escaso espacio intercelular a través de adhesiones laterales (uniones en cojinete y complejos de adhesina intercelular) y adhesiones por sus membranas apicales y basales lo que será importante para el mantenimiento de la transparencia del cristalino. En su proceso de diferenciación, las células del cristalino sintetizan una gran cantidad de proteínas llamadas cristalinas. Estas cristalinas suponen el 40% del peso húmedo de cristalino y van a prevenir la agregación y precipitación proteica que podría llevar a una mayor dispersión de la luz y a la formación de cataratas.

La especial disposición de las fibras del cristalino, su elevada concentración proteica, así como otros aspectos anatómicos van a ser aspectos fundamentales en sus funciones que son:

- Mantenimiento de la transparencia.
- Alto índice de refracción.
- Acomodación.

El epitelio del cristalino es el encargado del intercambio de nutrientes y solutos entre el humor acuoso y las fibras del cristalino, las cuáles carecen de orgánulos citoplasmáticos. Entre las células epiteliales anteriores (membrana apical) y las fibras superficiales del cristalino se forma una barrera llamada EFI (epitelial-fiber cell interface) que puede funcionar como un transporte bidireccional dependiente en la concentración de ATPasa Na/K entre estas dos superficies. El cristalino contiene mayor proporción de potasio que el medio que lo rodea mientras que su contenido en sodio, cloro y agua es menor. En este modelo de ATPasa Na/K localizada en la parte apical de las células del epitelio del cristalino, el sodio se mueve hacia la parte posterior del cristalino disminuyendo en la parte anterior, ocurriendo lo contrario con el potasio. Asimismo, en la membrana basal de las células epiteliales (cara en contacto con el humor acuoso) se localizan canales de sodio dependientes que introducen aminoácidos y glutatión y se produce entrada de nutrientes por difusión pasiva como la glucosa. Para mantener una concentración baja de sodio intracelular y poder mantener el transporte activo, el sodio debe salir por las bombas ATP Na/K localizadas en membrana apical previamente descritas.

Se ha detectado un potencial electroquímico alrededor del cristalino debido a la actividad de la ATPasa Na/K de las células del epitelio del cristalino y de la membrana apical de las fibras superficiales que generan un potencial electroquímico que tiende a dirigir las

cargas positivas (principalmente sodio) hacia el interior de las células y un flujo positivo hacia el exterior debido a iones de potasio. Se ha sugerido que este flujo de sodio inicia un movimiento de agua, y otros solutos que son arrastrados junto con el agua, hacia el centro del cristalino creando una especie de circulación interna.

Las células del cristalino poseen sistemas redox citoplasmáticos para contrarrestar la oxidación generada en los procesos metabólicos y por la absorción de luz.

## TRANSPARENCIA Y REFRACCIÓN

La transparencia de un medio se basa en su capacidad para reducir al mínimo la dispersión y la absorción de la luz. La dispersión de la luz que atraviesa el cristalino es mínima debido a la precisa organización de sus fibras, la elevada concentración de cristalinas y a la ausencia de orgánulos de sus fibras.

El índice de refracción del cristalino (1,420) es, debido a su alta concentración proteica, más elevado que el de los medios que lo rodean (humor acuoso, humor vítreo y de la curvatura de sus superficies anterior y posterior) lo que confiere poder refractivo. La diferencia en la concentración de las proteínas de las fibras cristalinianas, que es mayor en las fibras profundas que en las superficiales, va a producir un gradiente de índice de refracción que corrige parcialmente la aberración esférica.

## REFLEJO DE ACOMODACIÓN

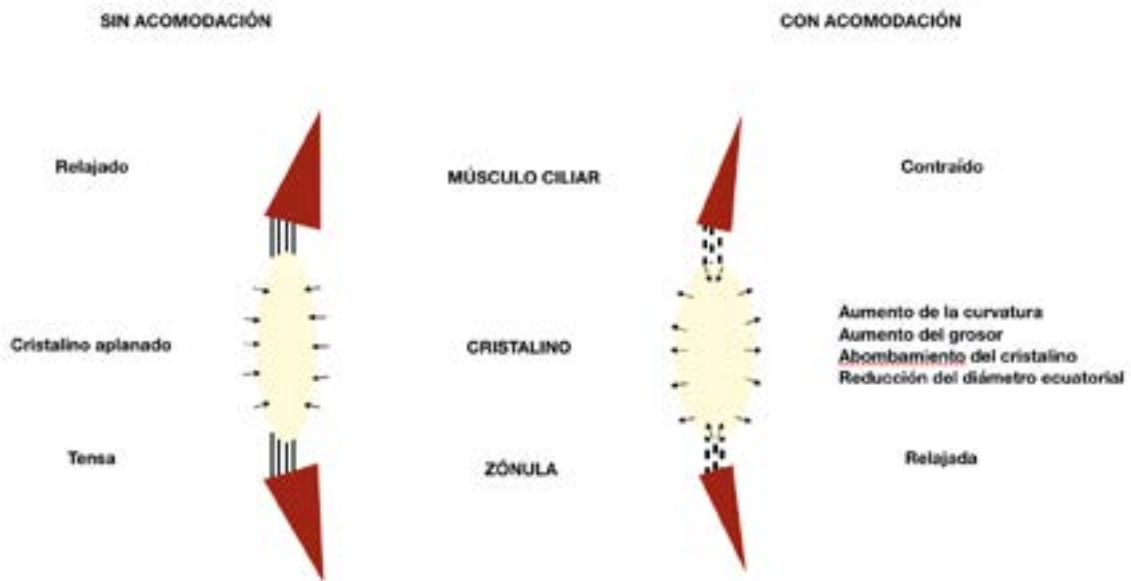
La acomodación consiste en la modificación de la potencia dióptrica del ojo que permite proyectar con nitidez sobre la retina la imagen de objetos a diferencias distancias.

El reflejo de acomodación incluye tres respuestas: acomodación, miosis y convergencia que es lo que se conoce con tríada de la acomodación o reflejo de cercanía.

El estímulo del reflejo acomodativo es la visión borrosa del objeto. La vía aferente es el nervio óptico mientras que la vía eferente es la inervación parasimpática preganglionar procedente del núcleo de Edinger-Westphal que va a producir la contracción del musculo ciliar y la consiguiente relajación de las fibras zonulares. Este acto también produce una serie de cambios en el cristalino (fig. 1):

- Aumento de las curvaturas anterior y posterior del cristalino, principalmente de la curvatura anterior.
- Reducción del diámetro ecuatorial del cristalino.
- Aumento del grosor del núcleo del cristalino y abombamiento de este hacia delante.
- Disminución de la profundidad de la cámara anterior debido al desplazamiento hacia delante de la superficie anterior del cristalino.

Estos cambios conllevan un aumento en la potencia de refracción del ojo.



**Figura 1:** Mecanismo de acomodación.

La amplitud de acomodación es la capacidad de cambiar el poder refractivo del ojo con la acomodación. Esta amplitud disminuye con la edad calculándose que entre los 15 y los 35 años se pierden dos de sus terceras partes.

La presbicia es la pérdida de la capacidad que ocurre con la edad y se cree que el principal factor que influye en esta pérdida es el aumento de rigidez del propio cristalino.

Además de la edad, hay fármacos que actúan disminuyendo la amplitud de acomodación como los antagonistas muscarínicos (ciclopléjico, atropina y tropicamida).

## BIBLIOGRAFÍA

1. García-Castiñeiras S. Fisiología del cristalino. En: Lorente R, Mendicute J. Cirugía del cristalino. Madrid, 2008. P 97-116.
2. Beeve DC. The lens. En: Levin L, Adler F. Adler's physiology of the eye. Edingburg: Saunders/Elsevier; 2011.P 293-362.