

CAPÍTULO 3

TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN

Paula A. Faccia

El biomicroscopio es un microscopio óptico que ofrece una visión detallada, no invasiva y estereoscópica de las diferentes estructuras oculares. Los tejidos oculares transparentes o semitransparentes, como la córnea y el cristalino, permiten el empleo de varias técnicas de iluminación y observación. Dichas técnicas se diferencian según la variación de: el ancho y alto del haz de luz emitido, el ángulo de iluminación, la relación entre el lugar de observación e iluminación, y/o el empleo de filtros u accesorios. De esta forma se distinguen:

- Iluminación difusa
- Iluminación focal directa
 - Paralelepípedo de Vogt
 - Sección óptica
 - Haz Cónico
 - Reflexión especular
 - Iluminación tangencial
- Iluminación focal indirecta
 - Iluminación focal indirecta proximal
 - Dispersión escleral
 - Retroiluminación
- Iluminación filtrada
- Técnica de Van Herick

En el presente capítulo se analizarán las técnicas de iluminación y observación mencionadas. Para cada una se describirán las características principales, su fundamento óptico, las variantes de ángulos e iluminación, las aplicaciones

clínicas, y por último se sugerirá un procedimiento detallado de la técnica orientado al aprendizaje de los neófitos en el uso del biomicroscopio.

Iluminación Difusa

El principal objetivo de esta técnica es realizar una revisión general de las estructuras oculares a fin de determinar anomalías macroscópicas. La iluminación difusa consiste en iluminar la porción anterior del globo ocular con un amplio haz de luz circular dirigido de forma oblicua. Para ello, comúnmente se emplea un vidrio esmerilado llamado difusor (ver Capítulo 2, Figura 8), que se coloca delante del haz de luz de la lámpara para obtener un haz de luz difuso, amplio y homogéneo como se aprecia en la Figura 1-A. De ésta forma todas las estructuras oculares se iluminan de forma pareja, lo que permite realizar una rápida visualización macroscópica del estado de salud del segmento anterior.

Sin embargo, se debe aclarar que algunos modelos de biomicroscopios no cuentan con un difusor entre sus elementos. En este caso, para la técnica de observación difusa, simplemente se utiliza el haz de luz circular y una baja intensidad de iluminación para evitar producir molestias en el paciente (Figura 1-B) y la observación por el microscopio exige un recorrido más amplio para explorar todas las estructuras.

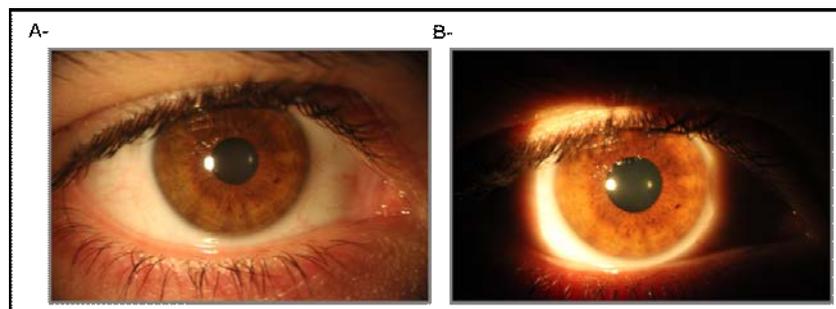


Figura 1. Imagen de las estructuras oculares observadas con la técnica de Iluminación difusa: A- con difusor; B- sin difusor. Aumento de 10X.

En la Figura 2 se esquematiza la técnica de iluminación difusa. En esta técnica, como se emplea un haz de luz amplio, el ángulo del brazo de iluminación no es

crítico y puede variar entre 10° y 60°; aunque usualmente se recomienda un ángulo de 45° para evitar obstruir el campo de visión y poder manipular el ojo con comodidad los párpados del paciente.

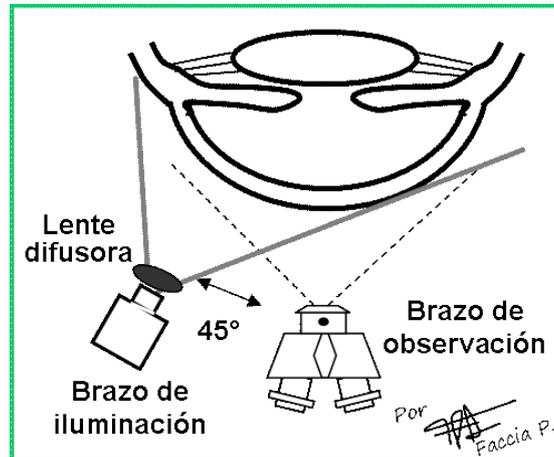


Figura 2. Esquema de la técnica de iluminación difusa.

A su vez, para conseguir un amplio campo de visión de las diferentes estructuras oculares, como se aprecia en la Figura 2, se emplean aumentos bajos entre 6,3X y 10X.

Aplicaciones clínicas de la iluminación difusa

Esta técnica permite observar, variando el foco del instrumento, las siguientes estructuras: pestañas, párpados, puntos lagrimales, orificios de las glándulas de Meibomio, repliegue semilunar, carúncula, conjuntiva, vasos esclerales, córnea, iris, pupila, película lagrimal y vasos limbares.

En la Figura 3 se muestran algunos ejemplos de cómo se observan las estructuras con esta técnica de iluminación.

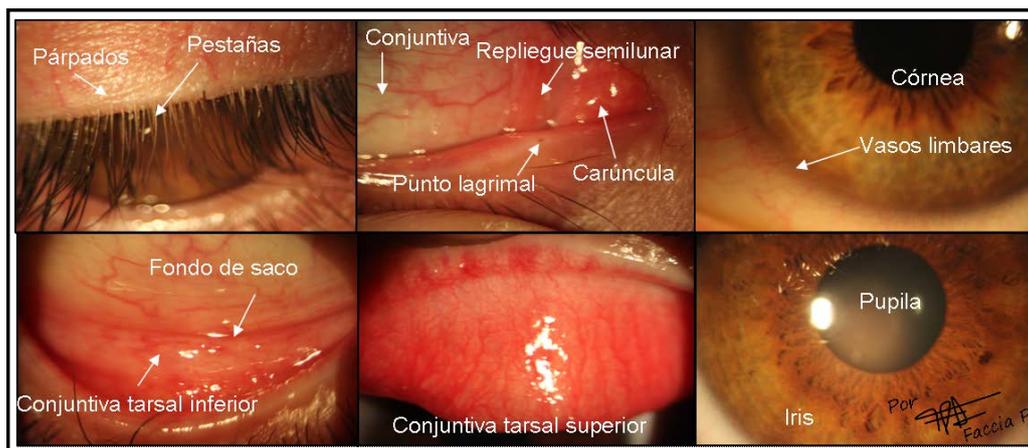


Figura 3. Imágenes de las diferentes estructuras oculares del segmento anterior observadas con iluminación difusa.

En la Tabla 1 se indican algunos signos que pueden observarse con esta técnica en las diferentes estructuras oculares.

Tabla 1. Signos observados con iluminación difusa en las diferentes estructuras oculares.

| Signos observados | Estructuras |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Dilatación vascular o hiperemia | Conjuntiva, párpados, limbo |
| Rugosidad | Conjuntiva |
| Anomalías de posición y orientación | Párpados, pestañas |
| Pigmentación / depósitos de pigmento | Conjuntiva, Iris / córnea cristalino |
| Edema | Párpados, conjuntiva, córnea |
| Cicatrices | Párpados, conjuntiva, córnea |
| Opacidades | conjuntiva, córnea |
| Partículas lipídicas y proteínicas | Lágrima |
| Elevaciones | Párpados, conjuntiva, esclera, iris |
| Neovascularización | Córnea |

Durante la adaptación de lentes de contacto esta técnica se utiliza para evaluar el movimiento, la ubicación y el calce de las lentes de contacto, así también como la humectabilidad del lente, la estabilidad de la película lagrimal prelente y la presencia de depósitos, rayas o roturas en el lente (Figura 4).

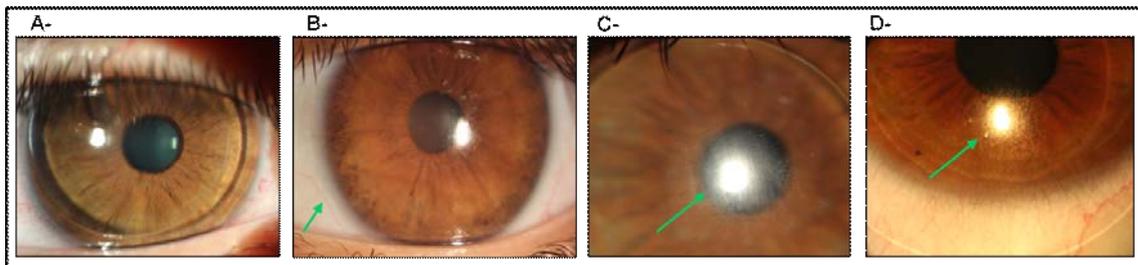


Figura 4. Observación con iluminación difusa de: A- LC rígida gas permeable (RPG), B- LC blanda (BL), C- mala humectabilidad de LC RPG, D- pérdida de la estabilidad de la capa lagrimal prelente sobre LC BL.

Procedimiento para lograr la iluminación difusa

A continuación se describe un procedimiento detallado para realizar una iluminación difusa:

1. Bajar la iluminación ambiente
2. Ajustar los oculares empleando el calibre adecuado (ver explicación en Capítulo 2).
3. Acomodar la altura de la mesa donde se encuentra el equipo de acuerdo a la contextura y altura del paciente.
4. Instruir al paciente para que se siente correctamente, apoyando la frente en la frentonera y el mentón en la mentonera, e indicarle que observe el punto de fijación o mantenga la mirada hacia adelante.
5. Ajustar la altura de la mentonera de forma tal que el canto externo del paciente coincida con la marca negra ubicada en los soportes laterales de la frentonera del equipo.

6. Desbloquear y encender el equipo.
7. Controlar que la intensidad de la luz de la lámpara se encuentre baja.
8. Comenzar explorando el ojo derecho (OD) del paciente.
9. Colocar el brazo de iluminación del lado temporal del ojo del paciente con un ángulo entre 10° y 60° , recomendando 45° .
10. Colocar el difusor (en el caso de que la lámpara cuente con el mismo) y luego abrir la hendidura al máximo con un diámetro de 10 mm.
11. Colocar un aumento bajo entre 6,3X y 10X.
12. Desplazar el instrumento hacia delante u atrás empleando el joystick hasta enfocar, y acomodar la altura de la lámpara rotando el mismo instrumento, hasta lograr situar la estructura ocular que se va a observar en el centro del campo de visión.
13. En el Capítulo 5 se describe el orden en el que se recomienda realizar la exploración de las estructuras oculares empleando esta técnica.

Iluminación focal directa

La iluminación focal consiste en concentrar un haz de luz cónico, utilizando una lente biconvexa sobre el área de la estructura ocular que se desea estudiar (Saona Santos C.L.; 2006).

Este tipo de iluminación se denomina **directa** cuando el punto focal del sistema de iluminación coincide exactamente con el punto focal del sistema de observación. Es decir, que el punto o la zona iluminada de la estructura ocular coinciden con el punto o la zona observada.

Se debe tener en cuenta que tanto la córnea como el cristalino son tejidos semitransparentes (Graves B., 1936), a pesar de que al ojo humano se observen como transparentes. Ambas son estructuras que presentan una heterogeneidad óptica en su interior ya que poseen diferentes zonas de discontinuidad óptica (o índice de refracción). Por ejemplo el cristalino posee un índice de refracción en el núcleo y otro en la corteza. Como resultado, cuando se emplea este tipo de iluminación focal directa para observar esos tejidos

semitransparentes, se produce una dispersión del haz de luz en cada zona de discontinuidad óptica de dicho tejido. Esta dispersión se la conoce con el nombre de **opalescencia**, y se observa con un aspecto brillante o reluciente de color blanco a grisáceo como se aprecia en la Figura 5.

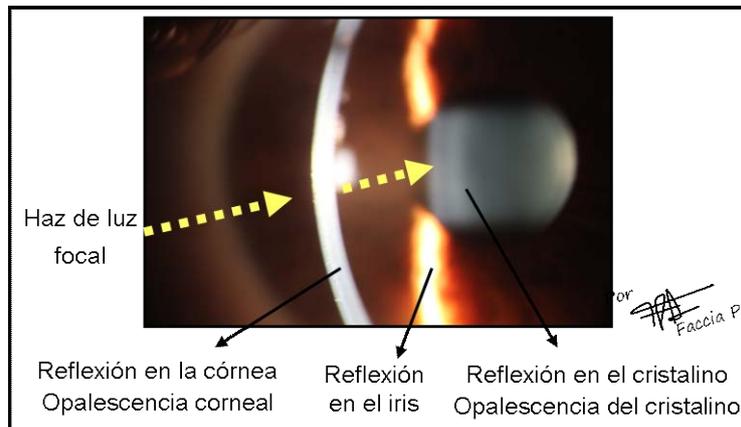


Figura 5. *Diferentes tipos de reflexiones de un haz de luz focal dirigido hacia el ojo y observación de la opalescencia que se forma en los medios semitransparentes (córnea y cristalino).*

La intensidad de ese brillo depende de la densidad del medio, cuanto mayor sea ésta más brillante y blanco se observará el tejido o zona iluminada. De esta forma analizando la opalescencia de las diferentes estructuras es posible detectar condiciones anormales o patológicas en los tejidos oculares. Por ejemplo en la Figura 6 se aprecia en la parte inferior de una sección de la córnea, una zona más brillante y blanca, que se diferencia de la opalescencia normal de este tejido. Esa alteración de la opalescencia normal es consecuencia de una modificación en la densidad del tejido corneal debido a un proceso cicatrizal.

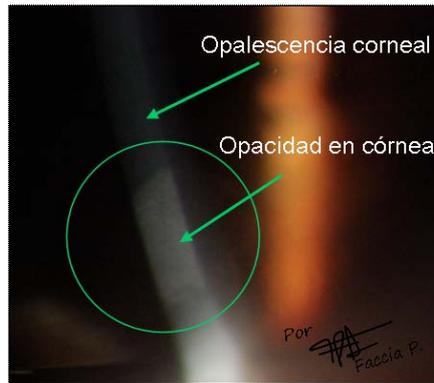


Figura 6. Imagen de una opacidad corneal observada con iluminación focal directa.

Teniendo en cuenta el tamaño del haz luminoso con el que se observan las estructuras se pueden distinguir tres técnicas de iluminación focal directa:

- Paralelepípedo de Vogt
- Sección óptica
- Haz cónico

Paralelepípedo de Vogt

En esta técnica, el tamaño del haz luminoso corresponde a una hendidura con un ancho entre 2 y 4 mm (Figura 7-A), y el término paralelepípedo se encuentra asociado a la forma geométrica que se aprecia en la córnea (Figura 7-B) como producto del área iluminada (Efron N., 2005). En los casos donde la hendidura presenta un ancho mayor que la profundidad aparente de la córnea, la iluminación se denomina correctamente como “haz ancho” debido a que en ese caso el ancho del haz luminoso es mucho mayor que el grosor de la córnea y la forma geométrica observada no se corresponde con un paralelepípedo.

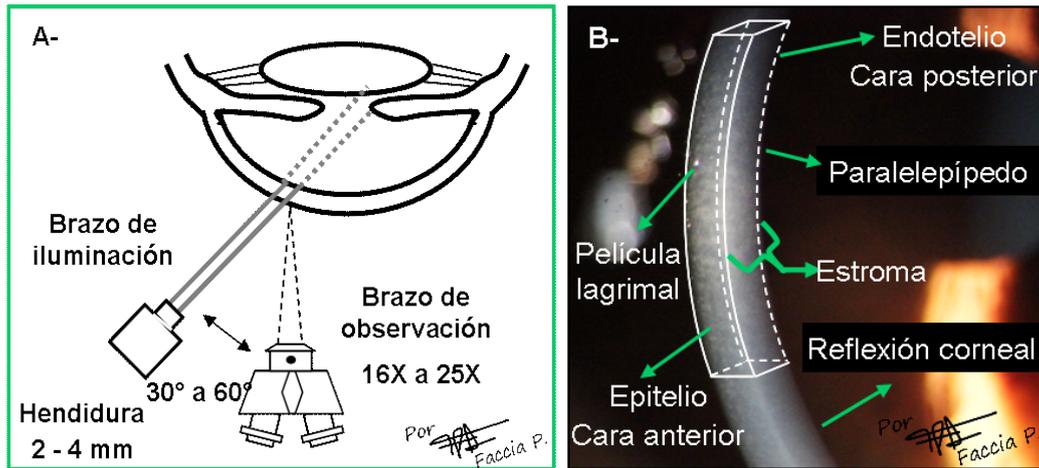


Figura 7. Iluminación de una sección de la córnea con la técnica de paralelepípedo. A- Esquema de la ubicación del biomicroscopio y el haz de luz; B- Imagen del paralelepípedo corneal y esquema de su estructura.

En el paralelepípedo, la dispersión de la luz permite observar una porción de la córnea dentro del haz luminoso. De acuerdo a la localización de la luz y el ángulo de iluminación, se pueden diferenciar las capas del tejido corneal, lo que a su vez permite valorar la localización, el ancho y la altura de cualquier objeto o alteración situado en el mismo.

En la Figura 7-B se distinguen la capa lagrimal, que se aprecia por los diferentes destellos luminosos que se desplazan durante el parpadeo (su distinción mejora con el movimiento), y el epitelio que presenta un aspecto brillante y blanquecino; ambos se encuentran en la cara anterior del paralelepípedo. En la cara lateral de esa estructura se observa una reflexión menos brillante que corresponde a la dispersión producida por el estroma. Mientras que en la cara posterior del paralelepípedo se aprecia el endotelio con un aspecto levemente más brillante.

Para poder visualizar de forma sencilla la orientación del paralelepípedo, y por ende la ubicación de las diferentes capas de la córnea, se debe tener siempre presente cual es la posición de la fuente de iluminación. En la Figura 8 se muestran las estructuras de un paralelepípedo enfocado en la zona temporal de la córnea correspondiente al OD (derecha) y OI (Izquierda). En función de donde se encuentra la fuente de iluminación y conociendo la ubicación anatómica de las diferentes capas corneales es posible interpretar de forma

clínica la observación del paralelepípedo. En ambas estructuras se diferencian de adelante hacia atrás: el epitelio (primera capa), el estroma (tercera capa), y el endotelio (quinta capa).

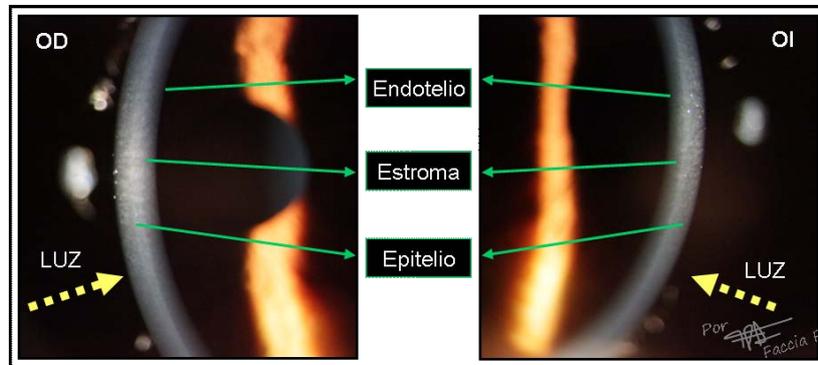


Figura 8. Observación de la orientación del paralelepípedo corneal y ubicación de las diferentes capas de la córnea en la zona temporal de OD (derecha) y OI (izquierda).

La porción u el ancho que se observe de cada capa corneal va a depender del ancho de la hendidura y el ángulo de iluminación que se emplee. Por ejemplo en la Figura 9 se muestran las imágenes de varios paralelepípedos con diferentes ángulos y anchos. Si comparamos el ancho de la hendidura (Figura 9-A y B), se puede apreciar que cuanto mayor es su valor, mayor es la porción de epitelio observado y menor es la porción de estroma. Mientras que si comparamos el ángulo de iluminación (Figura 9-B y -C), cuanto mayor es su valor, mayor es la porción del estroma observado debido a que la sección de corte es más oblicua.

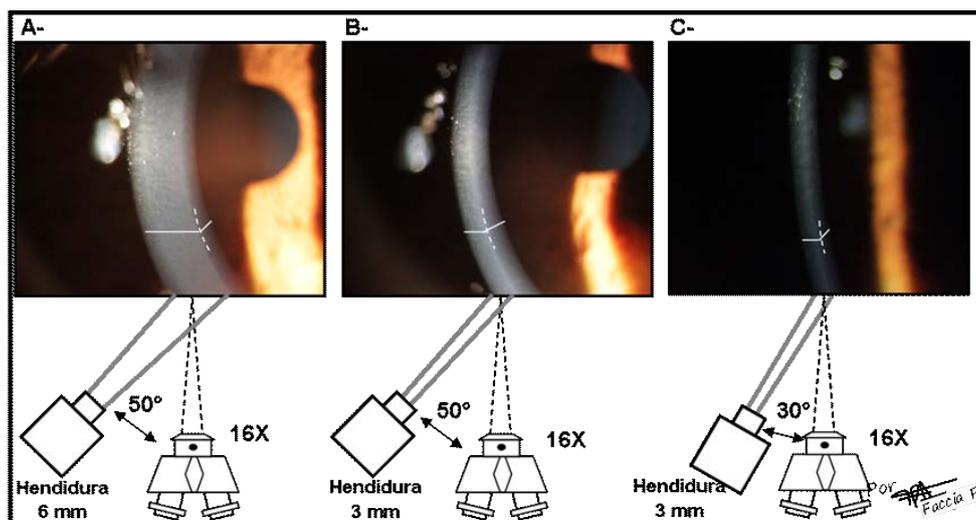


Figura 9. Iluminación de una sección de la córnea con la técnica de paralelepípedo variando el ángulo de iluminación y el ancho de la hendidura. Iluminación. A- hendidura de 6 mm y ángulo de 50°, B- hendidura de 3 mm y ángulo de 50°, y C - hendidura de 3 mm y ángulo de 30°.

La iluminación con un haz amplio permite evaluar con mayor facilidad objetos y estructuras más grandes como ser: pterigion, nervios corneales, grandes cicatrices y opacidades. En la Figura 10-A se pueden apreciar los nervios corneales como hilos o líneas blanquecinas delgadas en el estroma, y en el epitelio (cara anterior del paralelepípedo) se observa una línea más gruesa y blanquecina que corresponde a una cicatriz epitelial luego de una cirugía refractiva.

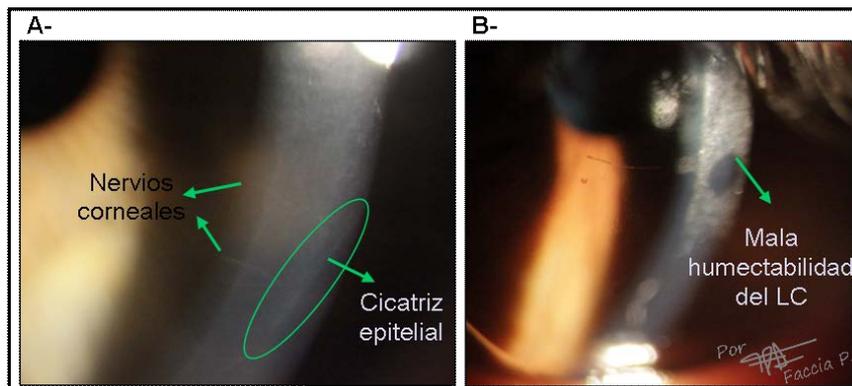


Figura 10. Imagen de un paralelepípedo corneal en el cual se observan los nervios corneales ubicados en el estroma y una cicatriz pos-cirugía refractiva ubicada en el epitelio. Observación realizada empleando una hendidura de 4 mm, un ángulo de 50° y un aumento de 25X..

En la evaluación del LC *in situ* permite observar la humectación de la superficie del LC (Figura 10-B), los depósitos de proteínas sobre el LC, y partículas atrapadas bajo el LC.

Generalmente para realizar un paralelepípedo se emplean anchos entre 2 y 4 mm y ángulos entre 30° y 60°. A su vez cuanto menor sea el ancho de la hendidura mayor debe ser la intensidad de la luz, comúnmente se utiliza una iluminación media a alta. Si la intensidad es muy baja se perderán los detalles de la observación y se complicará el enfoque. El aumento es medio a alto para visualizar con buen detalle las diferentes estructuras, se recomienda un aumento de 16X o 25X. El procedimiento de esta técnica se describe más adelante en el texto, y los detalles de la misma se esquematizan en la Figura 6-A.

La técnica del paralelepípedo también puede emplearse en la observación del cristalino. En la Figura 11-A y -B se muestra la cara anterior y posterior del

cristalino respectivamente. En este caso para poder visualizar ambas estructuras se debe trabajar con un ángulo de iluminación bajo, entre 10° a 30°.

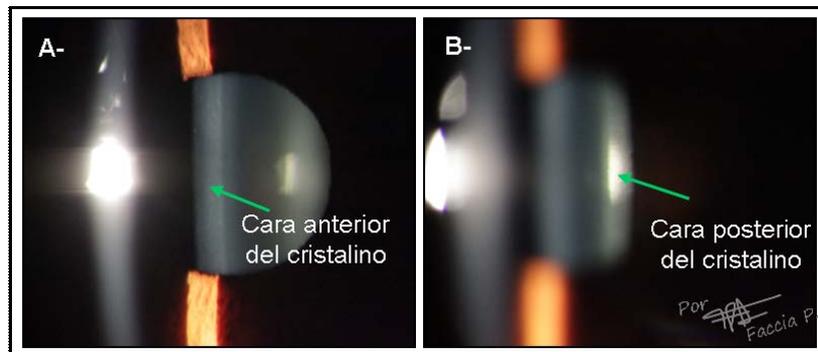


Figura 11. Observación del cristalino con la técnica de paralelepípedo: A- Foco en cara anterior, B- Foco en cara posterior.

Aplicaciones clínicas del paralelepípedo de Vogt

Finalmente la técnica del paralelepípedo permite observar principalmente dos estructuras: córnea y cristalino. En la Tabla 2 se indican diferentes signos o alteraciones que pueden encontrarse en cada una de ellas.

Tabla 2. Signos o alteraciones observados en la córnea y el cristalino con la técnica de paralelepípedo.

| Estructura | Signos u alteraciones observados |
|-------------------|-------------------------------------------|
| <i>Córnea</i> | Opacidades (Nébulas, Maculas, Leucomas) |
| | Edema epitelial |
| | Nervios corneales |
| | Abrasiones o erosiones |
| | Cicatrices |
| | Vasos sanguíneos |
| | Irregularidades en la superficie anterior |
| | Estrías |
| | Punteados y pliegues en Descemet |
| <i>Cristalino</i> | <i>Luxaciones</i> |
| | <i>Opacidades</i> |
| | <i>Depósitos de pigmentos</i> |

En la Figura 12 se muestran las imágenes de algunas alteraciones corneales observadas con la técnica de paralelepípedo o hendidura ancha.

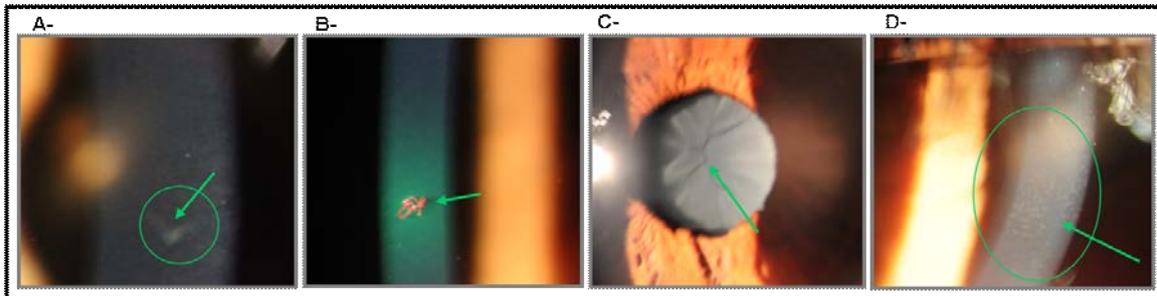


Figura 12. Imágenes de diferentes signos o alteraciones observadas con la técnica de paralelepípedo: A- Cicatriz corneal por incrustación de un cuerpo extraño, B- Cuerpo extraño adherido en la córnea en contraste con la fluoresceína presente en la película lagrimal, C- Sutura del cristalino, D- Erosiones corneales con tinción positiva.

Asimismo un paralelepípedo angosto de 1 a 2 mm puede utilizarse para evaluar la rotación de las lentes de contacto tóricas si se usa junto con el sistema de rotación de la hendidura. Tal como se indicó en el Capítulo 2, la orientación de la hendidura se puede rotar desde 90° hasta 180° o 0° . En este caso ambos brazos, el de iluminación y el de observación, se colocan perpendiculares al paciente y la hendidura se rota hasta quedar alineada con la marca de estabilización del lente de contacto tórico y el centro de la pupila (Figura 13). Los grados de rotación del lente se pueden leer en la escala de grados (ver Capítulo 2, Figura 6) ubicada generalmente en la parte superior del brazo de iluminación.

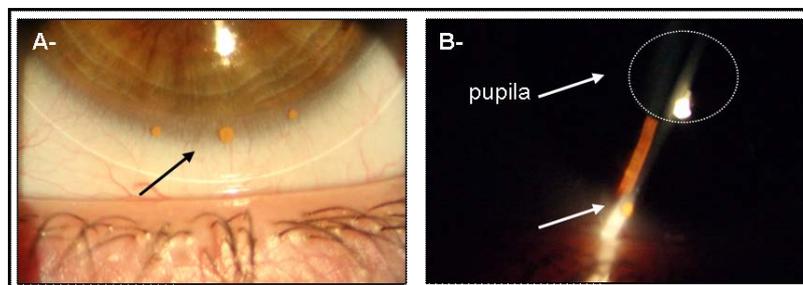


Figura 13. A- Marcas de estabilización de LC tórica. B- Determinación de los grados de rotación de un lente tórico empleando un paralelepípedo angosto en conjunto con el sistema de rotación de la hendidura.

Procedimiento para lograr el paralelepípedo de Vogt

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo entre 30° y 60° para observar la córnea (recomendado 50°), y entre 10° y 30° para observar el cristalino.
3. Colocar un aumento inicial de 10X
4. Desplazar el instrumento hacia delante u atrás hasta enfocar la córnea o la pupila (en caso de querer observar el cristalino).
5. Achicar el ancho de la hendidura de 2 a 4 mm, y luego aumentar la intensidad de luz entre media a alta. Observará la aparición del bloque opalescente en la córnea o el cristalino.
6. Centrar ese bloque en el campo de visión y subir el aumento a 16X o 25X.
7. Desplazar el comando hacia delante y hacia atrás hasta lograr enfocar la imagen del paralelepípedo tal como se observa en la Figura 7 y 8.
8. Recuerde que en esta instancia para mejorar su observación puede variar el ángulo de iluminación y el ancho de la hendidura.
9. Para observar el lado nasal de la superficie corneal se debe desplazar el brazo de iluminación hacia el lado nasal.

Sección óptica

En la sección óptica el tamaño del haz luminoso corresponde a una hendidura con un espesor menor a 1 mm. De esta forma la zona iluminada de la córnea es lo suficientemente pequeña tal que permite obtener un corte seccional y transversal de la misma, como se esquematiza en la Figura 14-A, y se aprecia en la Figura 14-B.

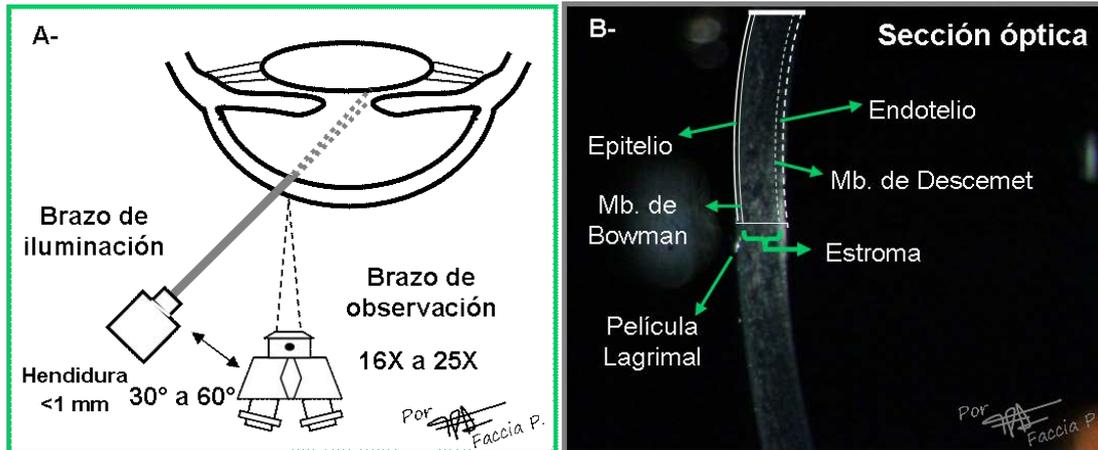


Figura 14. Iluminación de la córnea empleando la técnica de sección óptica. A- Esquema de la ubicación del biomicroscopio y el haz de luz; B- Imagen de la sección óptica corneal y esquema de su estructura.

La luz enfocada está completamente confinada a la sección óptica, maximizando el contraste entre la sección iluminada y la oscuridad del medio no iluminado. Una sección óptica con gran magnificación permite apreciar el espesor corneal y discriminar, en mayor o menor medida, las capas del tejido corneal. Como se puede observar en la Figura 14-B, dentro de la sección óptica de la córnea se distinguen zonas de diferentes intensidades de brillo.

La película lagrimal se observa oscura con pequeños destellos luminosos móviles que fluyen de forma dinámica con cada parpadeo. Su reflectividad depende de su composición, pero posee un espesor constante y una superficie anterior lisa. El epitelio es casi imperceptible y se observa como una línea oscura delimitada por delante por la película lagrimal, y por detrás por una línea bien brillante que corresponde a la membrana de Bowman. Seguido de la membrana de Bowman se observa el estroma con un menor brillo y un aspecto granuloso, que ocupa el mayor porcentaje del ancho de la sección óptica, ya que representa aproximadamente el 90 % del espesor corneal (Moses R.A., Hart W.M., 1988). Por último se aprecian, como una pequeña franja más brillante que el estroma, la membrana de Descemet por delante y el endotelio por detrás.

El brazo de iluminación debe situarse siempre del lado temporal del paciente, salvo cuando se quiera explorar el lado nasal. En este caso el brazo se

desplaza del lado nasal para evitar la incidencia demasiado oblicua de la luz. En la Figura 15 se muestra una sección óptica enfocada en la zona temporal (A) y nasal (B) de la córnea del OD.

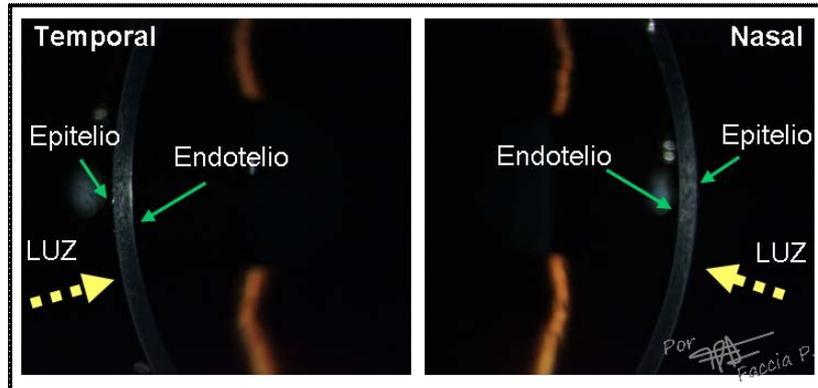


Figura 15. Orientación de la sección óptica en la zona temporal (derecha) y nasal (izquierda) de la córnea del OD.

El tamaño del perfil de la córnea observado depende principalmente del ángulo de iluminación. En la Figura 16 se muestran diferentes cortes transversales obtenidos con la sección óptica variando el ángulo de iluminación. Se puede observar que cuanto menor es el ángulo, menor es la sección transversal observada, y la distancia entre la superficie anterior y posterior de la córnea parece ser cada vez menor. Mientras que si el ángulo de iluminación aumenta, el espesor corneal se aprecia con mayor claridad como se puede observar en la Figura 16-A.

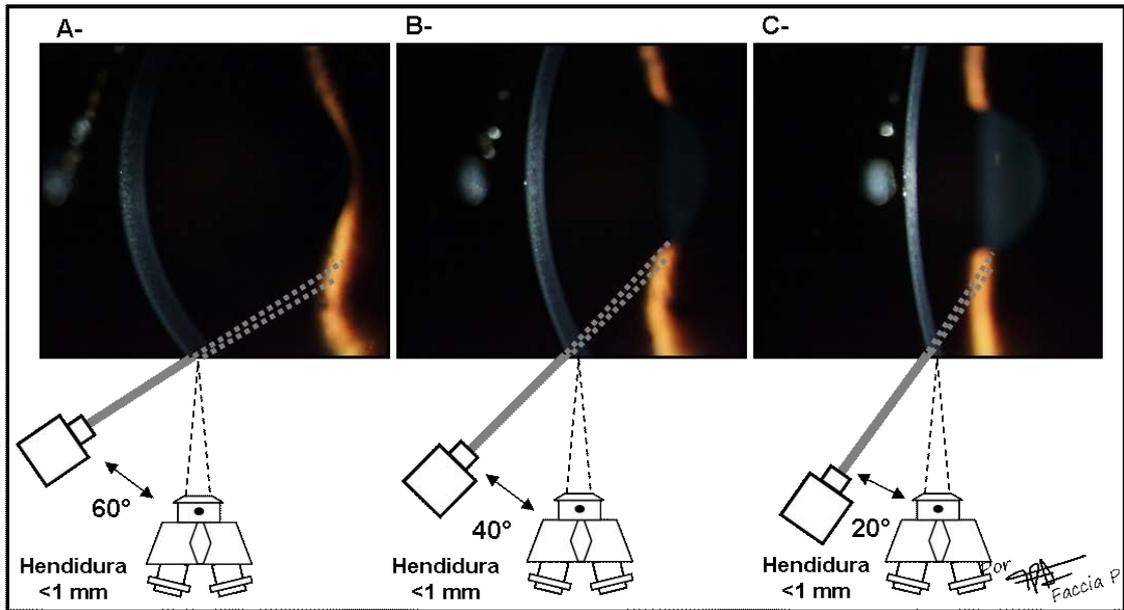


Figura 16. Iluminación de la córnea empleando la técnica de sección óptica y variando el ángulo de iluminación: A- con un ángulo de 60°, B- con un ángulo de 40°, y C – con un ángulo de 20°.

Generalmente para esta técnica de iluminación se emplean anchos menores a 1 mm y ángulos entre 30° y 60°, siendo 45° el ángulo recomendado. Durante esta técnica se utiliza una intensidad de luz alta y un aumento medio a alto, entre 16X y 25X.

Al igual que el paralelepípedo, esta técnica también es útil para observar el cristalino. En la Figura 17 se muestra una sección óptica en cristalino y se señalan las diferentes capas observadas de esta estructura. En este caso, como siempre que se quieran observar estructuras más internas, en ángulo de iluminación debe ser chico, entre 10° y 30°.

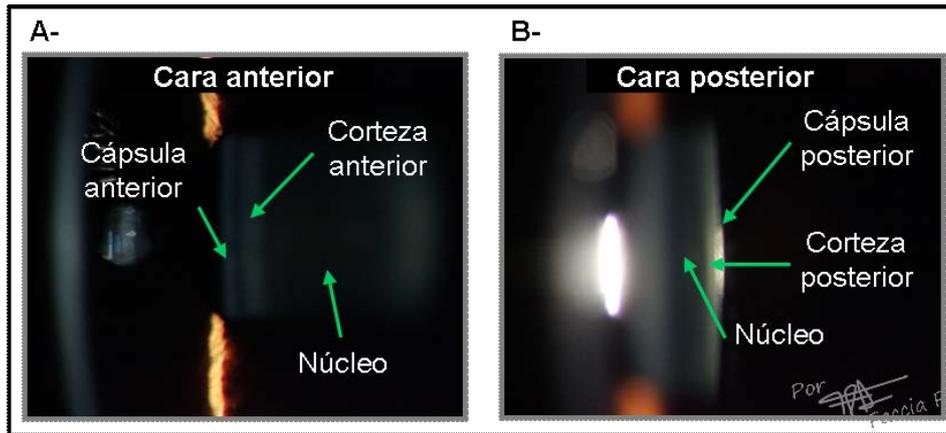


Figura 17. Imagen de la sección óptica enfocada en el cristalino: A- cara anterior, B- cara posterior.

En la observación del cristalino se distinguen de adelante hacia atrás (de izquierda a derecha) las dispersiones correspondientes a: la cápsula anterior, observada como una línea blanca convexa y bien brillante; la corteza anterior, observada como una zona blanca con menor intensidad de brillo que la anterior y con forma convexa; el núcleo situado en el centro del corte y apreciado como una zona más oscura; por último la corteza posterior y la capsula posterior que presentan una forma cóncava.

Aplicaciones clínicas de la sección óptica

Dado que la sección óptica permite observar una sección fina y transversal de los tejidos semitransparentes, sus principales aplicaciones están relacionadas con la posibilidad que brinda para determinar el espesor, la profundidad y la localización de cualquier cuerpo extraño, alteración y/o tejido. Entre sus posibles usos se resaltan:

- La observación del espesor y la curvatura corneal, para detectar la presencia de un adelgazamiento corneal o de una ectasia corneal. El espesor corneal debe distinguirse de forma pareja sin cambios aparentes a lo largo de todo el corte transversal (se debe tener en cuenta que el espesor promedio es ligeramente mayor en la periferia que en el centro, siendo aproximadamente

0,7 mm en la periferia y 0,57 mm en el centro), (Moses R. A., Hart W. M., 1988) y en los diferentes cortes de la superficie corneal. Por ejemplo, en la Figura 18-A se puede apreciar en la imagen de la sección óptica, en la zona media a inferior, un cambio en la curvatura corneal y una disminución de su espesor en esa zona (el cual se observa como un acercamiento entre las líneas brillantes anterior y posterior de la sección óptica), como consecuencia de la presencia de una ectasia corneal.

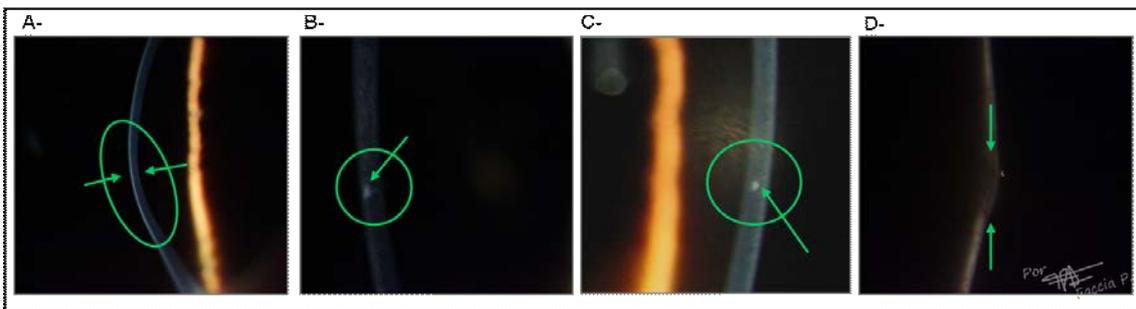


Figura 18. *Imágenes de diferentes signos o alteraciones observadas con la técnica de sección óptica: A- Zona irregular con disminución del espesor corneal provocada por una ectasia corneal; B- Lesión corneal producida por la incrustación de un cuerpo extraño; C- Opacidad corneal ubicada en el estroma corneal; D- Elevación de una pingüecula ubicada en la conjuntiva bulbar nasal. .*

- La apreciación de la profundidad de penetración de cuerpos extraños, abrasiones, lesiones, cortes, úlceras corneales y/o distrofias. Con la ayuda de esta técnica se puede determinar cuáles son las capas de la córnea que se encuentran afectadas por esa alteración. En la Figura 18-B se puede apreciar la profundidad de penetración de una lesión corneal producida por la incrustación de un cuerpo extraño. Si se compara su ubicación con la descripción de la sección óptica se puede inferir que dicha lesión penetra el endotelio, Bowman y llega hasta el estroma anterior.

- La localización y ubicación de diferentes alteraciones (opacidades, estrías, pliegues, edema epitelial, etc.) dentro de las capas corneales. Un ejemplo de esta aplicación se presenta en la Figura 18-C, donde se puede apreciar una pequeña opacidad corneal ubicada en la zona media del estroma.

- La ubicación de opacidades presentes en el cristalino y la detección de subluxaciones.

-Asimismo es una técnica muy efectiva para detectar cambios topográficos en otras estructuras oculares como son los párpados, la conjuntiva y la esclera. En la Figura 18-D se puede observar como la sección óptica resalta la elevación de una pingüecula ubicada en la conjuntiva bulbar nasal.

- En el área de la contactología, otra aplicación importante de esta técnica es que permite determinar la presencia y el espesor de la capa lagrimal prelente y postlente durante la adaptación de lentes de contacto (LC). En la Figura 19-A se presenta la imagen de la adaptación de un sistema Piggy-Back. En este sistema se adapta primero una lente de contacto blanda (BL), y posteriormente sobre ésta lente se adapta una lente de contacto rígida gas permeable (RPG). En la sección óptica de este sistema (Figura 19-B) se pueden distinguir de adelante hacia atrás: una línea bien brillante perteneciente a la reflexión de la capa lagrimal prelente RPG; seguido de un espacio oscuro correspondiente al espesor de la lente RPG; luego se presenta una segunda línea brillante, pero de menor espesor que es la capa lagrimal ubicada entre la LC RPG y la LC blanda. Por último se aprecia la LC blanda como una segunda línea oscura muy delgada, y seguido de ésta se presentan las reflexiones características del tejido corneal.

Asimismo, la observación también puede realizarse en conjunto con una iluminación filtrada y empleando fluoresceína para resaltar el contraste como se muestra en la Figura 19-C durante la adaptación de un LC RPG esférica.

- Otra aplicación de la Sección óptica es su uso en la técnica de Van Herick, que se emplea para determinar en forma cualitativa el ángulo de la cámara anterior. Esta técnica se discutirá con más detalle al final del capítulo.

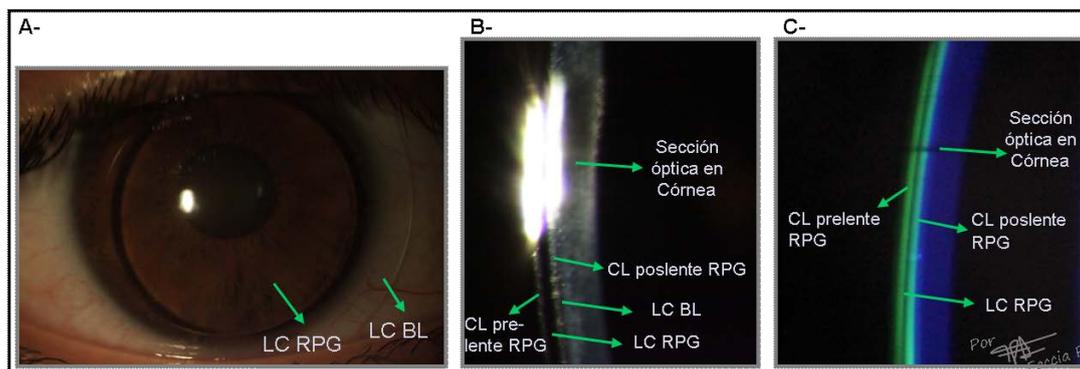


Figura 19. A- Adaptación de un sistema Piggy-Back. Observación empleando la técnica de sección óptica de la capa lagrimal prelente y postlente en: B:- sistema Piggy-Back, C- RPG esférica (empleando fluoresceína e iluminación filtrada).

Procedimiento para lograr la sección óptica

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo entre 30° y 60° para observar la córnea, y entre 10° y 30° para observar el cristalino.
3. Colocar un aumento inicial de 10X
4. Desplazar el instrumento hacia delante u atrás hasta enfocar la córnea o la pupila (en caso de querer observar el cristalino).
5. Achicar el ancho de la hendidura entre 1 a 0,5 mm, y luego aumentar la intensidad de luz a media o alta. En esta instancia observará la aparición de un pequeño bloque opalescente en la córnea o el cristalino.
6. Centrar ese bloque en el campo de visión y subir el aumento a 16X o 25X.
7. Desplazar el comando hacia delante y hacia atrás hasta lograr enfocar la imagen de la sección óptica en la córnea o el cristalino, tal como se aprecia en la Figura 15 y 17 respectivamente.
8. Recuerde que puede variar el ángulo de iluminación para mejorar el corte transversal de esta técnica de iluminación (Figura 16).
9. Para observar el lado nasal de la superficie corneal se debe desplazar el brazo de iluminación hacia el lado nasal.

Haz Cónico

La técnica de haz cónico consiste en utilizar un pequeño haz de luz preferentemente circular, aunque algunos autores indican que se puede realizar con un rectángulo pequeño (González-Cavada J., 2000; Saona Santos C.L., 2006), para observar principalmente la cámara anterior (CA). Para ello se disminuye la altura y el ancho de la hendidura a 2 mm (o se coloca un diámetro de iluminación de 2 mm), se sube la intensidad de luz al máximo, y con un aumento de 40X y un ángulo entre 20° y 30° se enfoca el haz de luz sobre la CA como se esquematiza en la Figura 20-A. De esta forma el haz de luz queda confinado a una superficie chica. Al mismo tiempo la luz ambiente debe estar completamente disminuida.

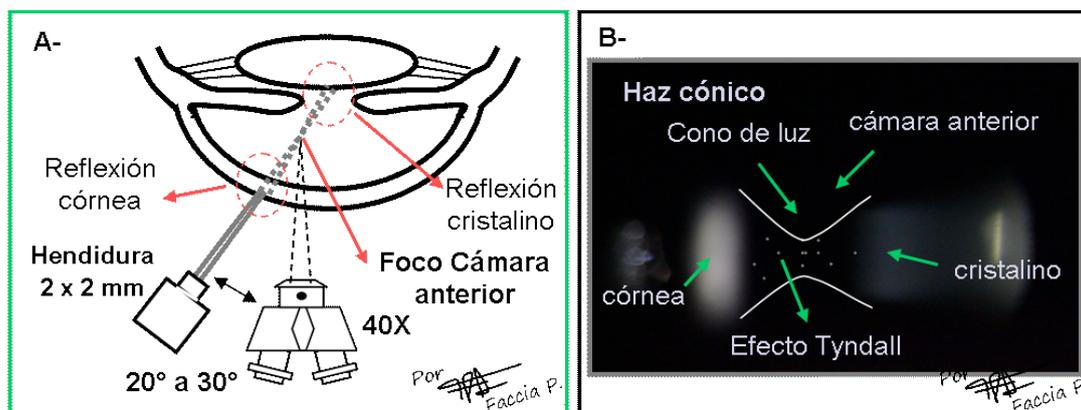


Figura 20. Iluminación con la técnica de haz cónico. A- Esquema de iluminación, B- Imagen de la observación del haz cónico y representación del efecto Tyndall en el acuoso.

En este caso, como se esquematiza en la Figura 20-B, el trayecto del haz de luz entre la refracción de luz en la córnea y la reflexión de luz en el cristalino describe la formación de un cono. Esta técnica de iluminación se utiliza principalmente para observar la cámara anterior del ojo, y su uso se basa en el fenómeno Tyndall. Cuando se ilumina un cuarto oscuro con un haz de luz potente, las partículas que se encuentren en el recorrido de dicho haz producirán un destello luminoso producto de la dispersión de la luz, a este

fenómeno se lo denomina efecto Tyndall. En condiciones normales la cámara anterior se considera vacía ópticamente. Sin embargo, se puede observar el efecto Tyndall al iluminar la CA si se encuentra presente un estado patológico en esta zona. Ante un proceso patológico, la presencia de material celular, residuos y/o proteínas que estén flotando en el humor acuoso producirán una dispersión del haz de luz, y se observarán como destellos luminosos, sobre un fondo oscuro (Figura 20-B). Esta observación se denomina Tyndall del acuoso (Saona Santos C.L., 2006).

Una variante de esta técnica es la observación oscilante, la cual consiste en desajustar la palanca click-off del brazo de iluminación (ver Capítulo 2, Figura 9) y hacer oscilar la luz para aumentar la probabilidad de detectar destellos (Efron N., 2005)

Aplicaciones clínicas del haz cónico

Como se indicó anteriormente, su principal aplicación es la evaluación del estado de normalidad de la cámara anterior. Permite detectar la presencia de células y proteínas que se observan como reflexiones blanquecinas en casos de iritis, uveítis anterior o alguna otra patología presente en cámara anterior. También se pueden observar glóbulos rojos de color amarillo rojizo, leucocitos de color gris blanquecino, y gránulos de pigmento de color marrón (Saona Santos C.L., 2006).

Procedimiento para lograr el haz cónico

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Controlar que la iluminación ambiente esté lo más baja posible para que el ambiente esté oscuro.
3. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo entre 20° y 30°.

4. Colocar un aumento inicial de 10X.
5. Desplazar el instrumento hasta enfocar la córnea a la altura de la pupila.
6. Reducir la altura y el ancho de la hendidura hasta proyectar un pequeño haz de 2 mm (o colocar un diámetro de luz de 2 mm) y luego aumentar la intensidad de luz a alta. Luego de este paso observará la aparición de un pequeño bloque opalescente en la córnea.
7. Centrar ese bloque en el campo de visión y subir el aumento gradualmente hasta 40X con cuidado de no perder de vista el bloque opalescente.
8. Desplazar el comando hacia delante y hacia atrás hasta lograr enfocar el bloque opalescente en la córnea (Figura 21-A).
9. Luego desplazar lentamente el comando en dirección hacia el paciente hasta lograr enfocar ese bloque opalescente en la cara anterior del cristalino (Figura 21-B). Acá la reflexión en la córnea se verá borrosa.
10. Por último desplazar lentamente el comando hacia atrás hasta la mitad del recorrido realizado entre la córnea y el cristalino para lograr enfocar el haz de luz en la cámara anterior. En esta instancia las imágenes del haz cónico en la córnea y el cristalino se verán desenfocadas (Figura 21-C). En un paciente que presenta una condición normal, se observará la cámara anterior oscura y no se percibirá ninguna reflexión o dispersión de la luz.



Figura 21. Pasos para enfocar el haz de luz en CA. A-Paso 1: Enfocar en córnea, B- Paso 2: Enfocar en cara anterior del cristalino, C- Paso 3: Enfocar en cámara anterior, en esta situación las imágenes de la córnea y el cristalino se aprecian desenfocadas.

11. Desplazar el foco hacia los costados para explorar la totalidad de la cámara anterior.

Reflexión especular

La técnica de iluminación llamada Reflexión Especular, es una técnica de iluminación focal directa, ya que cumple con los mismos requisitos de observación e iluminación que las técnicas anteriores, pero se diferencia de ellas en que varía la posición del brazo de observación. La reflexión especular emplea un ancho de hendidura igual al de un paralelepípedo, pero su principal característica radica en que el ángulo de iluminación y el de observación son iguales tomando como cero, o punto de referencia, la normal a la córnea del paciente (Figura 22). En esa condición, el haz de luz luego de incidir sobre la superficie de la córnea o el cristalino se refleja con el mismo ángulo que el de incidencia, a partir de la ley de reflexión, hacia el ojo del examinador y se propaga por uno de los oculares del sistema de observación (Figura 22).

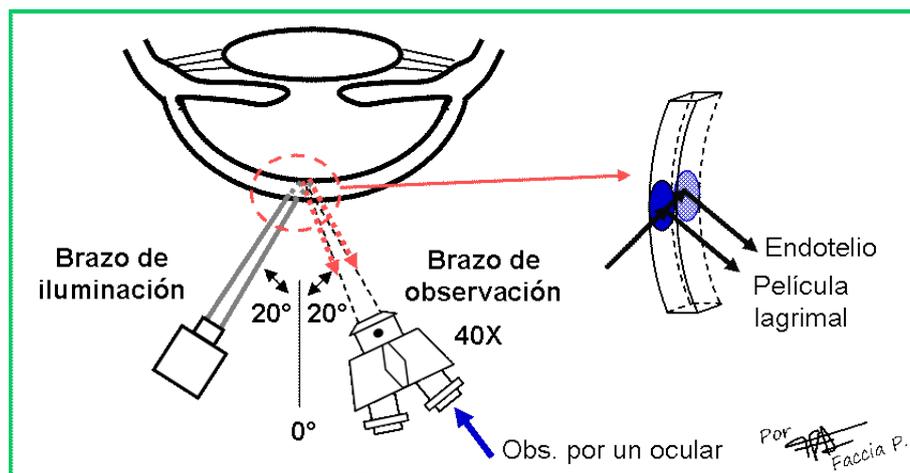


Figura 22. Esquema de la reflexión especular.

En este caso las superficies, anterior o posterior de la córnea o el cristalino, actúan como espejos reflejando la luz de forma regular o irregular dependiendo de la rugosidad que presenten. Dado que la claridad de la reflexión depende de lo lisa que sea la superficie reflectante, esta técnica permite observar con detalle las características de esas superficies, y se utiliza para evaluar:

- La película lagrimal
- El endotelio corneal

- La superficie anterior y posterior del cristalino

En todos los casos, para poder apreciar los detalles, el aumento debe ser alto, entre 25X y 40X (recomendando 40X), y la intensidad de iluminación también debe ser alta.

Como se observa en la Figura 23-A, la reflexión especular en la película lagrimal (en la interfase lípido-agua) presenta un aspecto muy brillante dado que su superficie es lisa. En la Figura 23-B, en la zona adyacente a la reflexión brillante en la capa lagrimal, se aprecia una zona rectangular vertical de color dorado o blanquecino mate (apagado) correspondiente al reflejo especular de la superficie endotelial. Las pequeñas áreas oscuras que aparecen en contraste con la zona más brillante de la luz reflejada son producto de la reflexión irregular en las depresiones y elevaciones de la superficie. El reflejo especular del endotelio es más difícil de observar debido a su menor luminosidad.

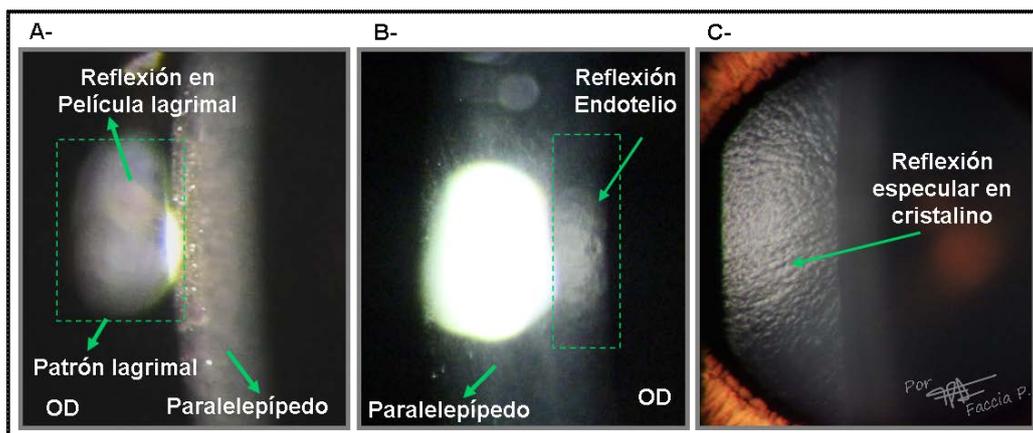


Figura 23. Iluminación mediante la técnica de reflexiones de: A- la película lagrimal, B- el endotelio corneal, y C- la cara anterior del cristalino.

Por último en la Figura 23-C se observa una superficie muy brillante, con un aspecto de cáscara de naranja, que corresponde a la reflexión especular en la cara anterior del cristalino. En este caso, debido a la mayor luminosidad de la superficie, las elevaciones y depresiones de la misma son fácilmente distinguibles.

Aplicaciones clínicas de la reflexión especular

Las aplicaciones de esta técnica se describirán según la superficie observada.

-Reflexión especular en película lagrimal

La película lágrima de cada paciente presenta un determinado aspecto (forma y color) que depende de su composición, y se encuentra relacionado con el espesor de la capa lipídica y con su calidad. El aspecto que presenta la capa lipídica de la película lagrimal se lo conoce como **patrón lagrimal**, y corresponde al patrón de interferencia que forma debido a la reflexión especular en la interfase lípido-agua (González-Cavada J., 2000). Por ejemplo en la Figura 24 se presentan las reflexiones especulares obtenidas en dos películas lagrimales con diferente patrón. La Figura 24-A presenta una forma amorfa de color grisáceo, mientras que la Figura 24-B presenta bandas de diferentes colores.

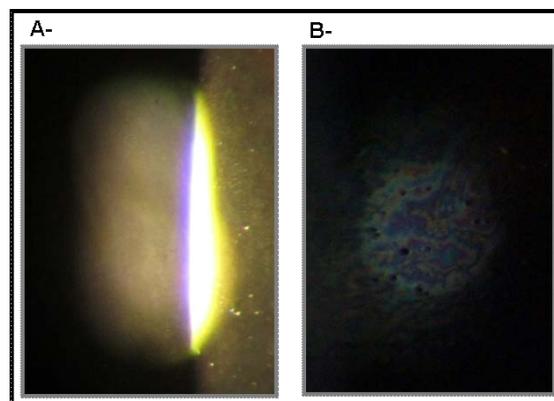


Figura 24. *Patrones lagrimales observados con reflexión especular: A- patrón amorfo, B- patrón coloreado.*

La técnica de reflexión especular permite evaluar la calidad lagrimal a partir de la determinación del patrón lagrimal, y a su vez valorar la cantidad de detritus que hay presente en la lágrima. En el capítulo de Película Lagrimal se discute con más detalle la valoración del patrón y los diferentes tipos de patrones que pueden hallarse.

También se referencia que puede utilizarse para valorar el menisco lagrimal, la película lagrimal en la superficie frontal del LC y la película lagrimal postlente (Efron N., 2005).

-Reflexión especular en endotelio corneal

La reflexión especular es la única técnica de iluminación que permite observar con detalle la superficie endotelial, Esta presenta un aspecto de mosaico oscuro dado a que las células endoteliales poseen una superficie plana y lisa con bordes de unión desiguales. El tamaño de las células endoteliales es muy pequeño, y solo pueden detectarse grandes anomalías aún con un aumento de 40X. Con esta técnica es posible detectar la presencia de elevaciones y/o depresiones en una superficie endotelial irregular debido a la presencia de: desgarros o daños endoteliales; distrofias endoteliales, como por ejemplo la córnea guttata que aparece en la distrofia endotelial de Fuchs (González-Cavada J., 2000; Hom M y Bruce A, 2007); ampollas endoteliales que son un signo frecuente en usuarios de LC de hidrogel (Terry R.L. y col., 2001) y se observan como puntos negros en el endotelio; la densidad celular del mosaico endotelial, el polimegatismo y pleomorfismo (Efron N., 2005).

Procedimiento para lograr la reflexión especular

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar los brazos de iluminación y de observación con el mismo ángulo de rotación respecto a la línea media del paciente, para ello: girar 20° el brazo de iluminación hacia el lado temporal del paciente, y luego girar el brazo de observación la misma cantidad de grados que giro el brazo anterior, pero hacia el lado nasal. Ambos brazos deben quedar posicionados como se muestra en la Figura 25 para la exploración del OD del paciente. (Aclaración: También podrían quedar los dos brazos a cero grados y

perpendiculares a la córnea del paciente, aunque esta posición no permite observar el endotelio).

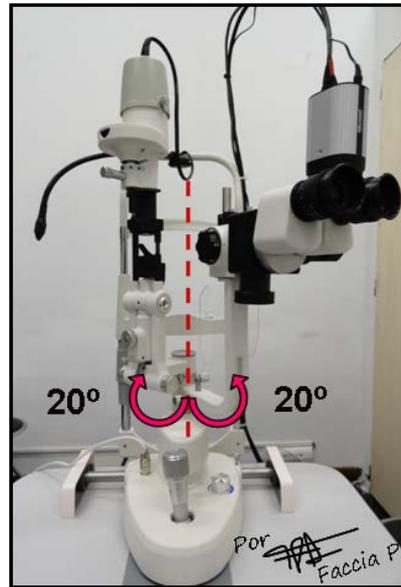


Figura 25. Ubicación de los brazos de iluminación y observación para la técnica de reflexión especular en OD con un ángulo de 20°.

3. Colocar un aumento provisorio de 10X.
4. Observando por un solo ocular, desplazar el comando del equipo hacia delante y hacia atrás hasta enfocar la capa lagrimal.
5. Buscar la imagen del espejo del biomicroscopio que aparece reflejado en la superficie corneal (Figura 26-A) y posicionarla en el centro del campo visual.

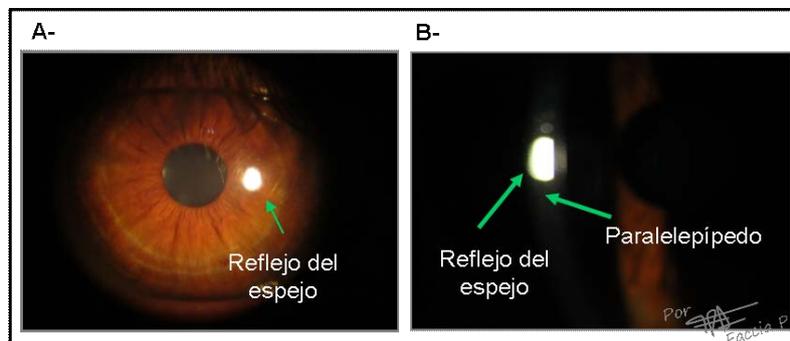


Figura 26. A- Imagen de la reflexión del espejo del biomicroscopio en la córnea del paciente. B- Superposición del paralelepípedo con el reflejo del espejo.

6. Achicar el ancho de la hendidura hasta formar un paralelepípedo de 3 a 4 mm de ancho y luego subir la intensidad de luz.
7. Barrer con el paralelepípedo la superficie corneal hasta que la imagen del espejo se superponga con la parte anterior del paralelepípedo (Figura 26-B). En esa posición se verá una zona muy brillante que corresponde a la reflexión especular de la película lagrimal.
8. Subir el aumento gradualmente a 25X y luego a 40X, y con cada cambio de aumento controlar el foco hasta observar la reflexión que se muestra en la Figura 27.

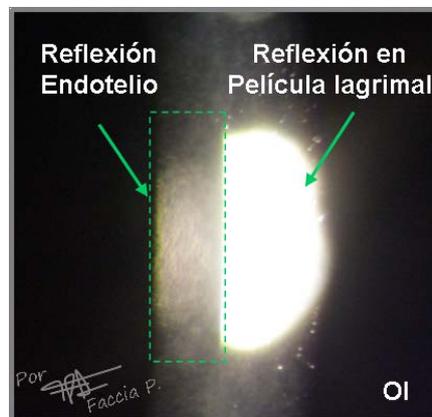


Figura 27. Reflexión especular en el OI del paciente y observación del endotelio corneal. Ángulo de iluminación y observación de 20°.

9. Reflexión especular en endotelio corneal:

- a. Para observar el endotelio corneal mantener la superposición de la imagen del espejo con la parte anterior del paralelepípedo
- b. La reflexión especular del endotelio se podrá observar en la zona adyacente a la reflexión de la película lagrimal, en la cara posterior del paralelepípedo, como se muestra en la Figura 27. Esta capa se aprecia de color gris mate con un aspecto de piel de naranja.

10. Reflexión especular en capa lagrimal:

- a. Para determinar el patrón de la capa lagrimal, situar el paralelepípedo adyacente al reflejo del espejo (Figura 23-A) y pedir al paciente que parpadee.

- b. De esta forma se percibirá el movimiento de la película lagrimal y se podrá determinar el tipo de patrón lagrimal a partir de la observación de la forma y el color de la lagrimal.
- c. Los diferentes tipos de patrones y su asociación con el espesor de la película lagrimal se explican con más detalle en el Capítulo 7.

Iluminación Tangencial

La iluminación tangencial o también llamada oblicua se utiliza principalmente para detectar y observar la presencia o ausencia de elevaciones en la superficie del iris. Consiste en iluminar el iris con un paralelepípedo o hendidura ancha y con un ángulo de iluminación de 70° aproximadamente como se muestra en la Figura 28-A. De esta manera el haz de luz ilumina de forma tangencial la superficie del iris (Figura 28-B), y las elevaciones que se encuentren presentes en la superficie de esta estructura interrumpirán el recorrido de la luz y aparecerá una sombra al costado de la elevación.

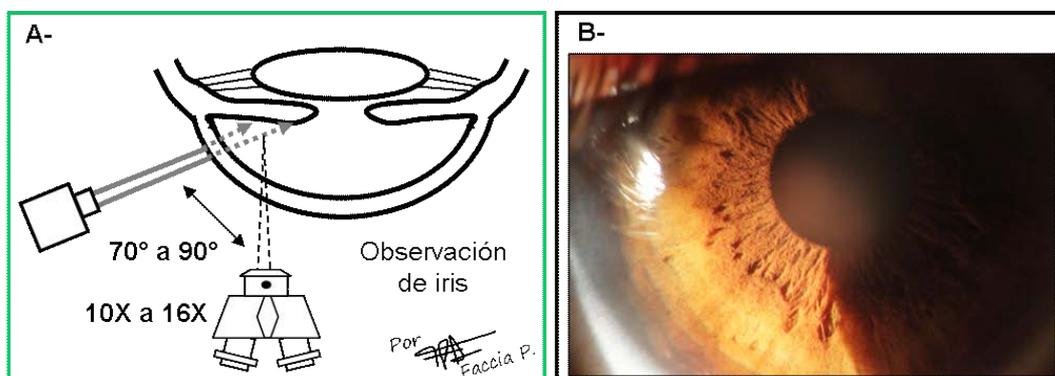


Figura 28. Iluminación tangencial: A- esquema de la iluminación del iris, B- imagen obtenida del iris.

El aumento debe ser medio (10X a 16X) para permitir una observación completa de la superficie del iris, y la intensidad de la luz media a alta. En algunos casos el brazo de observación puede situarse en forma tangencial a la estructura observada y del lado opuesto al brazo de iluminación, en este caso

el ángulo será mayor. Esta segunda forma de observación es útil para evaluar por ejemplo la curvatura corneal.

Aplicaciones clínicas de la Iluminación Tangencial

La iluminación tangencial se utiliza principalmente para analizar la topografía de superficie del iris. Permite observar la presencia de elevaciones tumorales, pecas, rubeosis de iris, entre otras alteraciones. También se puede emplear para observar elevaciones en la conjuntiva, como por ejemplo en el caso de una pingüecula o pterigion (González-Cavada J., 2000); y para la exploración de la curvatura corneal, y el anillo de Fleischer que se observa en pacientes con queratoconos avanzados (Saona Santos C.L., 2006).

En contactología se puede emplear para observar, durante la evaluación del LC *in situ*, la presencia de depósitos sobre la superficie del lente, el levantamiento de borde, la zona óptica en diseños lenticulares (González-Cavada J., 2000) y la presencia de roturas o astillados en el bordes de LC RPG.

Procedimiento para realizar la iluminación tangencial sobre la superficie del iris.

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la iluminación difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo entre 70° a 90°, se recomienda 70 °.
3. Colocar un aumento medio de 10X ó 16X.
4. Achicar el ancho de la hendidura hasta formar una hendidura ancha, y luego aumentar la intensidad de luz a media.
5. Desplazar el instrumento hacia delante u atrás hasta enfocar la superficie del iris.
6. Subir el aumento para observar con más detalle alguna zona del iris que genere dudas o para confirmar la presencia de una elevación.

7. Para observar la curvatura corneal, rotar el brazo de observación hacia el lado nasal formando un ángulo mayor a 90° entre ambos.

Iluminación focal indirecta

La técnica de iluminación focal indirecta se diferencia de la técnica de iluminación focal directa en que el punto o zona observada de la estructura ocular no coincide con el punto o zona iluminada. En la Figura 29 se muestra a modo de ejemplo una burbuja presente en la película lagrimal observada con iluminación focal directa (Figura 29-A) e indirecta (Figura 29-B).

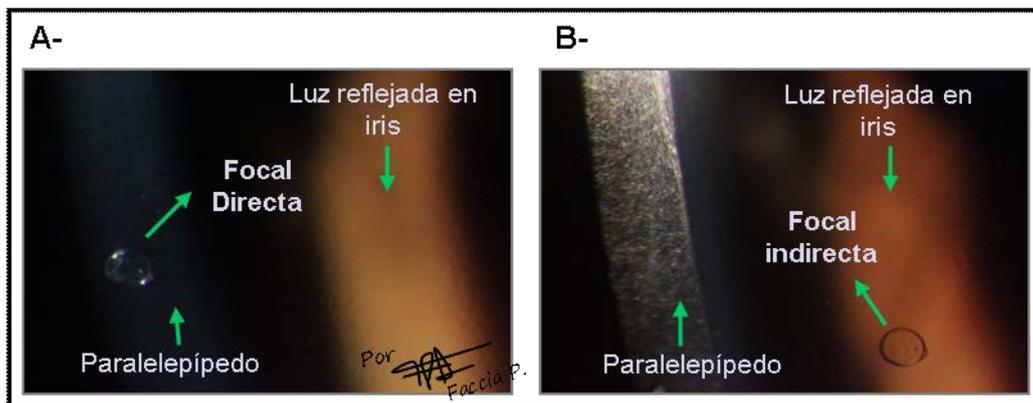


Figura 29. Observación de una burbuja en la película lagrimal: A- iluminación focal directa, B- Iluminación focal indirecta.

En el primer caso la burbuja se ilumina de forma directa con un paralelepípedo, de esta forma coinciden el foco de observación y el de iluminación. Por el contrario en el segundo caso la luz que le da visibilidad a la burbuja proviene de la reflexión interna en el iris, por lo tanto la zona de la película lagrimal que se está observando no coincide con la zona iluminada de forma directa. Claramente se puede apreciar como la iluminación focal indirecta permite observar con más detalle los límites de la burbuja (cuerpo refráctil). También permite observar con mayor definición los cuerpos opacos que no dejan pasar la luz.

En la iluminación focal indirecta la luz con la que se observan las estructuras no proviene directamente de la fuente de luz de la lámpara de hendidura, sino que proviene de la dispersión o reflexión en otros tejidos. De acuerdo a las características de iluminación (ángulos, aumentos, etc.) y a la proximidad entre la zona observada y la iluminada se diferencian tres técnicas de iluminación focal indirecta:

- La iluminación focal indirecta proximal de Graves
- La dispersión escleral
- La retroiluminación

Las aplicaciones clínicas finales de cada una de ellas también difieren en mayor o menor medida.

Iluminación focal indirecta proximal de graves

La iluminación indirecta también se la conoce como iluminación proximal de Graves (Saona Santos C.L., 2006). Su ventaja radica en que permite aumentar el contraste y vislumbrar los bordes del área de interés en contraste sobre un fondo oscuro.

En este caso las alteraciones corneales se observan gracias a la dispersión de la luz proveniente de las reflexiones del haz de luz directo en las capas más profundas de la córnea, como se esquematiza en la Figura 30. El efecto es de retroiluminación de la zona afectada por la luz proveniente de esas reflexiones internas y de las dispersiones laterales del haz directo. Por lo tanto el área examinada con esta técnica es el área adyacente al área iluminada de forma directa.

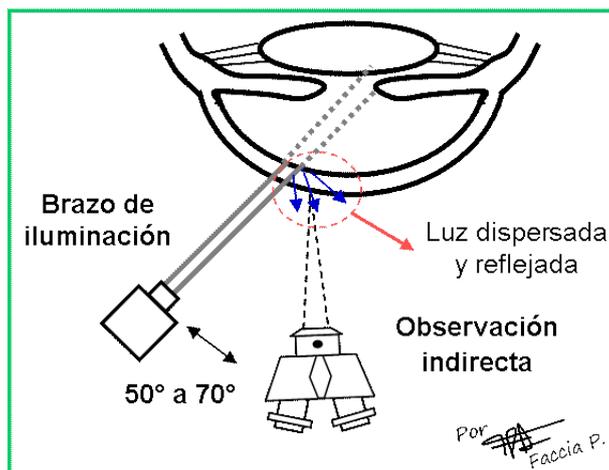


Figura 30. Esquema de la iluminación focal indirecta proximal.

El ángulo de iluminación debe ser grande, entre 50° y 60°, para poder así separar la luz incidente de la reflejada en el iris, a fin de que la zona de la córnea a explorar se encuentre iluminada únicamente por la reflexión interna del haz de luz que incide en forma directa sobre la córnea, y no retroiluminada por el iris. A su vez para poder observar la zona adyacente a la iluminada se debe romper el paralaje entre el foco de observación y el de iluminación rotando el brazo de iluminación sobre su eje (como se explicó en el Capítulo 2) para que de esa forma no coincidan los puntos focales de ambos brazos.

Aplicaciones clínicas de la iluminación focal indirecta proximal

La iluminación focal indirecta es una técnica muy efectiva para observar cambios por debajo de la superficie de un tejido que presenta una opacidad suficiente como para impedir la penetración de la luz con iluminación directa. Por ejemplo puede emplearse para observar cambios en la transparencia delante del borde del vértice de un pterigion o un leucoma (Figura 31).

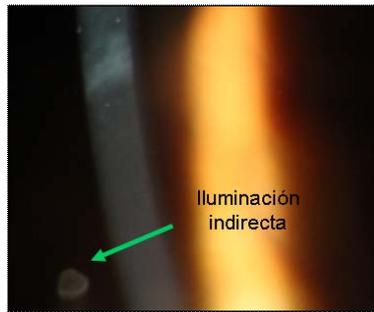


Figura 31. *Imagen de una opacidad corneal observada con iluminación focal indirecta.*

A su vez también facilita la localización y determinación de la forma y tamaño de un cuerpo extraño embebido o enmascarado por la reacción de tejidos blandos.

Procedimiento para lograr la iluminación focal indirecta proximal

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo entre 50° y 60° .
3. Desplazar el instrumento hacia delante u atrás hasta enfocar la córnea.
4. Achicar el ancho de la hendidura entre 3 y 4 mm, y aumentar la intensidad de luz a media o alta hasta formar un paralelepípedo corneal.
5. Subir el aumento a 16X o 25X.
6. Desplazar el comando hasta enfocar el paralelepípedo sobre la zona que se pretende observar.
7. Romper el paralaje entre el brazo de observación y el de iluminación de forma tal de iluminar la zona adyacente a la observada a través de los oculares. Para ello desajustar la perilla que se muestra en la Figura 32 y luego rotar sobre su eje el brazo de iluminación, o directamente rotar el prisma del brazo de iluminación como se explico en el Capítulo 2 (Figura 10).

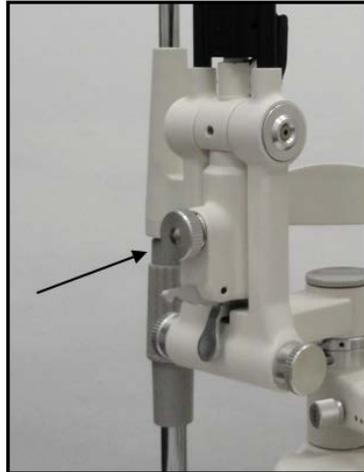


Figura 32. Perilla de ajuste del brazo de iluminación.

Dispersión escleral

La técnica de dispersión escleral consiste en iluminar de forma indirecta todo el tejido corneal desde el limbo temporal hasta el limbo nasal. Como se representa en la Figura 33-A., luego incidir la luz en el limbo temporal, dicha luz viaja a lo ancho de la córnea y emerge por el limbo nasal formando un halo anaranjado intenso (Figura 33-B).

La dispersión escleral es un tipo de iluminación indirecta, ya que el foco de observación no coincide con el foco de iluminación. Para visualizar las alteraciones corneales utiliza la luz que viaja a lo largo de todo el estroma corneal por efecto de su reflexión total interna en el interior de ese tejido.

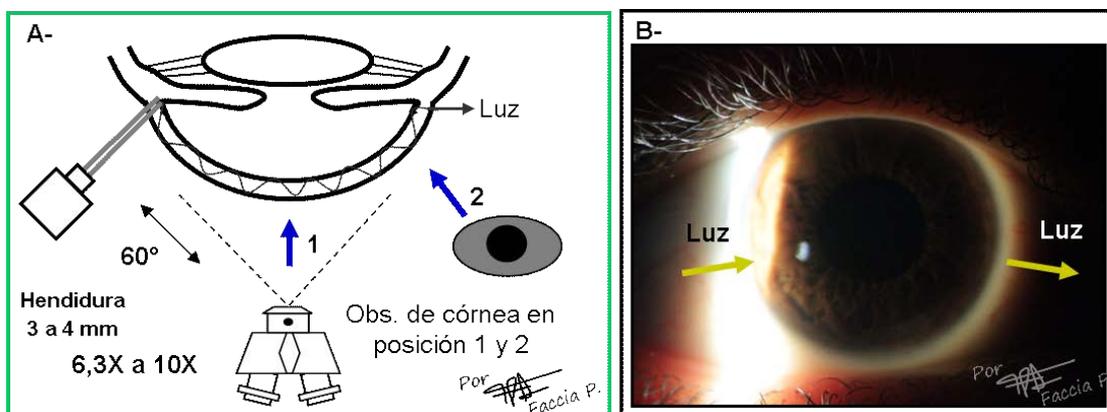


Figura 33. Técnica de dispersión escleral: A- esquema de la técnica, B- imagen del halo anaranjado intenso que se forma en el limbo nasal.

Para esta técnica se coloca un ángulo de iluminación entre 45° y 60° y se ilumina con una hendidura de 3 a 4 mm de ancho con una intensidad de luz alta. En este caso, las alteraciones que estén presentes en la córnea se observaran por dispersión u obstrucción de la luz que se va reflejando internamente en el tejido corneal. Su observación se realiza con baja magnificación para poder visualizar toda la superficie corneal (entre 6,3X a 10X), y en dos posiciones como se señala en la Figura 33-A: por adentro del ocular, donde se observa la parte central de la córnea en contraste con el fondo oscuro de la pupila; y por fuera del ocular para poder apreciar cualquier dispersión de luz que pueda haber sobre la superficie o el halo de luz anaranjado.

Esta técnica ilumina la córnea en su totalidad en contraste con un fondo no iluminado, y permite la observación de alteraciones sutiles que ocupan un área extensa. En condiciones normales la córnea aparece no iluminada, y no es posible observar su estructura. Mientras que en condiciones anormales, por ejemplo cuando se encuentra presente un edema, una opacidad, o una cicatriz, la reflexión interna de la luz se interrumpe total o parcialmente y de esa forma la alteración del tejido se hace visible.

Con En la Figura 34-A, la técnica de dispersión escleral permite evidenciar la ubicación y extensión total de una opacidad (nébula) en la zona inferior de la córnea debido a la dispersión de luz que produce. Mientras que en la Figura 34-B permite apreciar los límites de un pterigion.

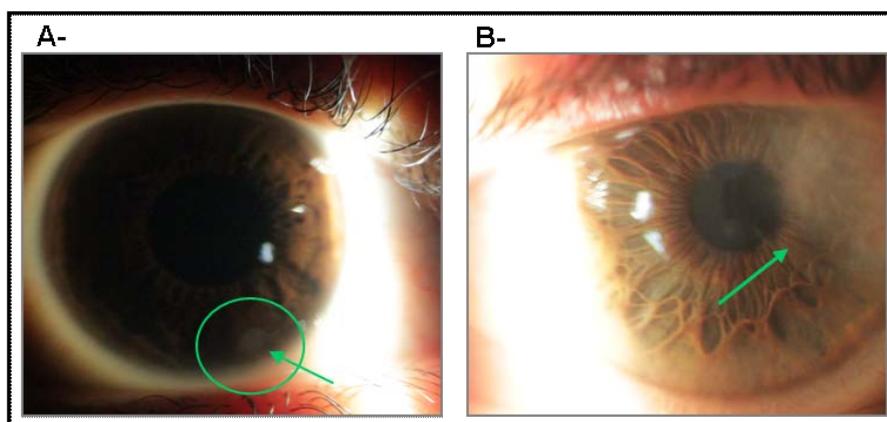


Figura 34. Observación empleando la técnica de dispersión escleral de: A- una opacidad corneal, B- pterigion de grado avanzado.

El grado en el cual se disperse la luz va a depender de la densidad óptica, del tamaño de la alteración y de la intensidad del haz de luz incidente.

Aplicaciones clínicas de la dispersión escleral

La dispersión escleral permite visualizar un área extensa de la córnea, y se utiliza para detectar cambios en la transparencia de ese tejido producidos por: un edema corneal central (en adaptaciones incorrectas de LC RPG), precipitados queráticos, cicatrices, opacidades, áreas pigmentadas, cuerpos extraños, hidrops, entre otros.

Procedimiento para la dispersión escleral

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo grande entre 45° y 60°.
3. Colocar un aumento inicial entre 6,3X y 10X.
4. Desplazar el instrumento hacia delante o atrás hasta observar la córnea.
5. Formar un paralelepípedo ancho de 3 a 4 mm, y luego aumentar la intensidad de luz entre media y alta.
6. Dirigir la banda de luz sobre el limbo temporal, en este momento aparecerá un halo de luz alrededor del limbo corneal nasal (Figura 33–B).
7. Realizar la observación a través de los oculares y luego a ojo desnudo asomándose por el lado nasal (Figura 33–A).

Retroiluminación

Cuando se dirige un haz de luz a la córnea, una parte de esa luz se refleja y otra parte se refracta (o transmite) e incide en el iris, el cristalino, y/o la retina (cuando la luz pasa por la pupila). En el caso del iris o la retina, al ser medios opacos, la luz que incide sobre su superficie se refleja y vuelve a salir del ojo. Mientras que en el cristalino, al ser un medio semitransparente, parte de la luz se refleja y sale del ojo y otra parte se refracta hacia la retina.

La retroiluminación es una técnica que utiliza la luz proveniente de la reflexión interna, en los medios opacos (iris, retina) o semitransparentes (cristalino), para iluminar desde atrás (es decir desde el interior del ojo) la córnea o el cristalino.

Según la estructura sobre la que se refleja la luz se pueden diferenciar: la retroiluminación en iris, que se utiliza para evaluar la córnea; y la retroiluminación en retina, que se utiliza principalmente para valorar el cristalino. También está la retroiluminación en cristalino, que permite evaluar la córnea, sin embargo, el caudal de luz reflejada en esta estructura es menor que la que brinda la reflexión del iris.

Retroiluminación de iris

Como se mencionó anteriormente, la técnica de retroiluminación en iris se utiliza para examinar la córnea y es una de las técnicas más importantes, sobre todo en usuarios de LC.

Para ello, se ilumina el ojo con un paralelepípedo ancho y de ángulo grande. En este caso el sistema de observación se enfoca en la córnea a la altura de la luz proveniente de la reflexión del iris (Figura 35-A). Según la relación que existe entre la zona de observación, y la posición del haz de luz reflejado, esta técnica se puede clasificar en **retroiluminación directa** e **indirecta** (Figura 34-B), y cada una de ellas poseen una zona de información correspondiente. Existe una tercera clasificación conocida como **retroiluminación marginal**, aunque se discute su diferenciación, ya que técnicamente es una interfase de

transición y no una zona de observación. Sin embargo, esta interfase aporta información clínica importante por lo que será considerada como una tercera técnica. En la Figura 35-B se muestran las diferentes zonas de observación para estas técnicas.

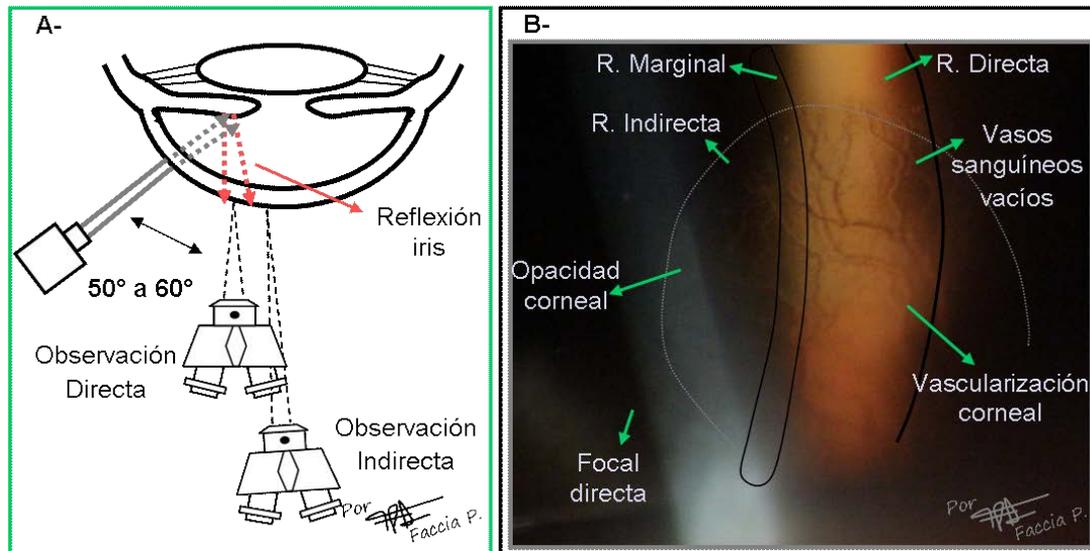


Figura 35. A-Esquemas de la técnica de retroiluminación. B- Imagen con las diferentes zonas de retroiluminación.

En la **retroiluminación directa**, la luz reflejada en el iris se sitúa directamente detrás de la zona corneal que se quiere observar, y de esta forma los objetos se visualizan sobre un fondo totalmente iluminado. Esta técnica es útil para observar estructuras que obstruyen o refractan la luz. Su principal aplicación es para el registro de la neovascularización corneal, ya que permite visualizar de forma clara el grado de penetración de los vasos, que se observan marrones sobre un fondo amarillento (Figura 36).

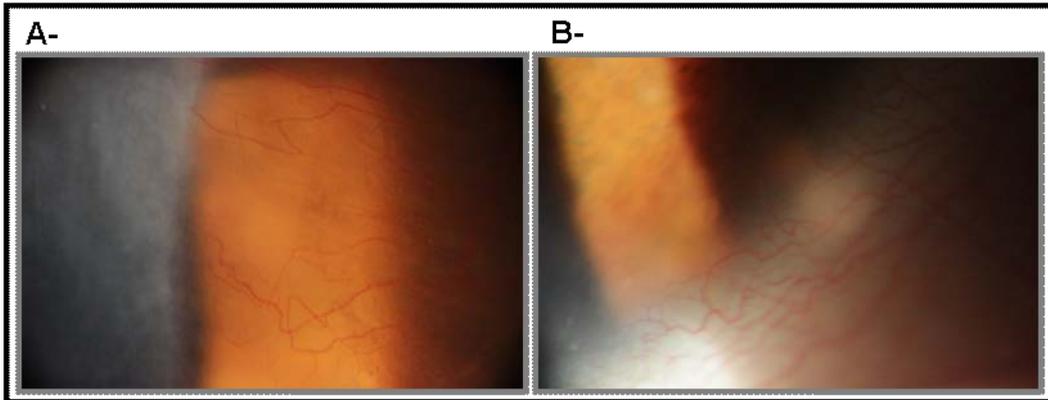


Figura 36. Observación con retroiluminación directa de: A- neovascularización corneal en un pterigion; B- vascularización limbal.

En la **retroiluminación indirecta**, la luz reflejada en el iris se sitúa al costado de la zona corneal que se quiere observar, por lo tanto los objetos se visualizan gracias a la luz dispersada y sobre un fondo oscuro. En este caso la zona corneal observada se encuentra en una zona oscura como se muestra en la Figura 37, generalmente entre el paralelepípedo y la zona corneal iluminada por retroiluminación directa. Esta técnica es útil para observar estructuras que refractan o dispersan la luz.

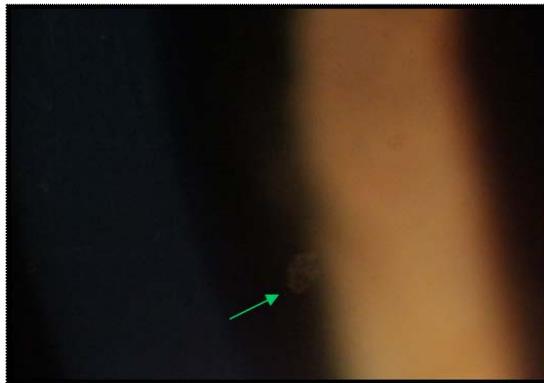


Figura 37. Observación con retroiluminación indirecta.

La **retroiluminación marginal** corresponde a la zona de transición entre la retroiluminación directa y la indirecta (Figura 35-B). Esta interfase entre el fondo iluminado y el fondo oscuro permite apreciar cambios mínimos en el tejido corneal. Esta técnica se utiliza con grandes aumentos y permite observar

alteraciones u objetos que refractan la luz como por ejemplo bolas de mucina situadas en la película lagrimal, microquistes epiteliales, vacuolas, y ampollas. Se emplea principalmente para la observación de microquistes y vacuolas (complicaciones asociadas a la hipoxia por el uso de LC), ya que permite realizar un diagnóstico diferencial entre estas formaciones según si producen una iluminación invertida o no invertida con respecto al fondo.

Aplicaciones clínicas de la retroiluminación de iris

Los cuerpos, objetos o alteraciones que se pueden observar con las diferentes técnicas de retroiluminación de iris se diferencian según el efecto óptico que manifiestan. Estos pueden presentar propiedades obstructivas, dispersivas o refráctiles, y de acuerdo a esta propiedad es la elección de la técnica con la que mejor se aprecian. Los objetos o alteraciones con propiedades obstructivas no permiten el paso de la luz y con la retroiluminación directa se observan como oscuros o rojizos sobre un fondo generalmente amarillento que depende del color del iris. Por otra parte los defectos o alteraciones corneales con propiedades refráctiles son los que poseen un índice de refracción diferente al de la córnea y en consecuencia generan una distorsión de la observación de la superficie corneal. Se aprecian como estructuras transparentes que modifican el paso de la luz y se visualizan principalmente con la retroiluminación marginal, aunque también pueden apreciarse con las técnicas directa e indirecta. Mientras que los objetos con propiedades dispersivas corresponden a las alteraciones que no llegan a obstruir el paso de la luz, pero si dispersan los rayos y ofrecen un aspecto más claro o gris blanquecino que el fondo y se aprecian con la retroiluminación indirecta.

En la Tabla 3 se nombran en función de su propiedad óptica algunos ejemplos de alteraciones y la principal técnica con la que se observan.

Tabla 3. Alteraciones oculares observadas con las diferentes técnicas de retroiluminación en iris acuerdo a su propiedad óptica.

| Propiedad óptica | Alteración ocular | Técnica de retroiluminación |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Obstruccioniva | Neovascularización Depósitos de pigmento Cuerpos oscuros | Directa |
| Dispersiva | Edema Precipitados queráticos Infiltrados corneales Cicatrices | Indirecta |
| Refráctil | Vacuolas, Microquistes Bullas endoteliales, Vesículas Vasos sanguíneos vacíos. | Marginal Directa Indirecta |

Procedimiento para la técnica de retroiluminación en iris

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Achicar el ancho de la hendidura de 3 a 4 mm, luego aumentar la intensidad de luz entre media a alta, y enfocar el paralelepípedo en córnea.
3. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo de 50° a 60°.
4. **Para la retroiluminación directa:**
 - a. Desplazar el brazo de observación hasta hacer foco en la córnea, a la altura de la luz procedente de la reflexión del iris. Se observará en una posición lateral del campo visual.
 - b. Colocar el aumento necesario y ajustar nuevamente el foco.

5. Para la retroiluminación indirecta:

- a. Desplazar el brazo de observación hasta enfocar y situar la zona a explorar en una posición adyacente a la franja de luz reflejada por el iris.
- b. Colocar el aumento necesario y ajustar nuevamente el foco.

6. Para la retroiluminación marginal:

- a. Desplazar el brazo de observación hasta enfocar la zona corneal a explorar a la altura de la zona de transición entre el fondo oscuro y el fondo luminoso. La mejor apreciación se obtiene a la altura de la pupila.
 - b. Colocar un aumento alto de 40X para valorar la presencia de microquistes o vacuolas.
7. Para explorar por retroiluminación la zona temporal de la córnea, situar el brazo de iluminación del lado nasal y el de observación del lado temporal.
8. Desplazar todo el instrumento para realizar una exploración de toda la córnea.
9. Para observar la neovascularización corneal próxima al limbo, colocar el sistema de iluminación del lado opuesto al limbo observado (por ejemplo: brazo de iluminación temporal para limbo nasal).
10. En algunos casos puede ser necesario desajustar el sistema de observación para colocar la observación en el centro del campo visual, sobre todo si se trabaja con altos aumentos.

Retroiluminación del fondo de ojo

En este caso se utiliza la luz reflejada por el epitelio pigmentado de la retina, y se emplea para observar cualquier opacidad u alteración refráctil ubicada en el cristalino, el vítreo o en la porción central de la córnea.

El haz de luz se dirige directamente a través de la pupila (Figura 38-A) con un ángulo de rotación muy pequeño que permita obtener el mayor efecto de retroiluminación (Figura 38-B). La luminosidad del fondo de ojo se puede

aumentar ensanchando el haz de luz, pero se debe considerar que con esto se disminuye el diámetro pupilar y por ende el campo de observación. Es por ello que este procedimiento es más fácil de realizar cuando se trabaja con pupilas dilatadas.

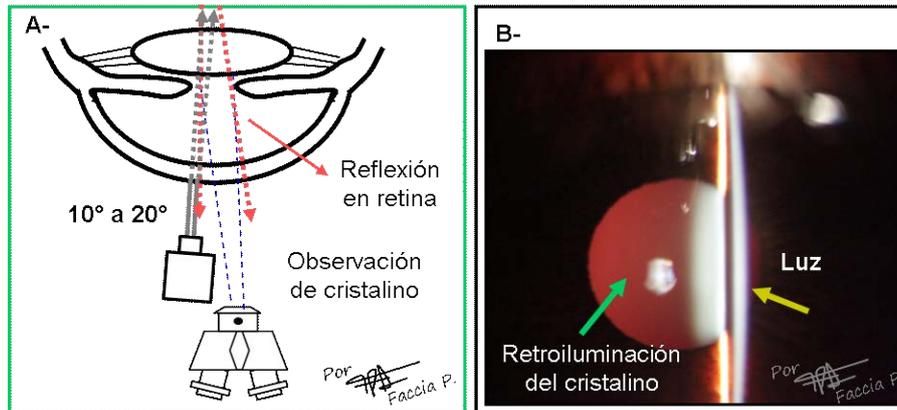


Figura 38. *Retroiluminación en retina y observación del cristalino: A-Esquema, B- imagen de la observación.*

Aplicaciones clínicas de la retroiluminación en el fondo de ojo

Con esta técnica los cuerpos opacos, como una catarata, aparecen oscuros sobre un fondo rojo iluminado. Permite valorar cataratas corticales, cataratas subcapsulares posteriores, vacuolas del cristalino, sinequia posterior, la presencia de lentes intraoculares y alteraciones en la transparencia de los medios. Esta técnica es poco útil para la observación de cataratas nucleares debido al oscurecimiento homogéneo que presentan en la zona central (González-Cavada J., 2000). También se puede observar el grado de despigmentación del iris a través de la transiluminación del mismo. En la figura 39 se muestra una psinequia posterior del iris observada con la técnica de retroiluminación en retina.

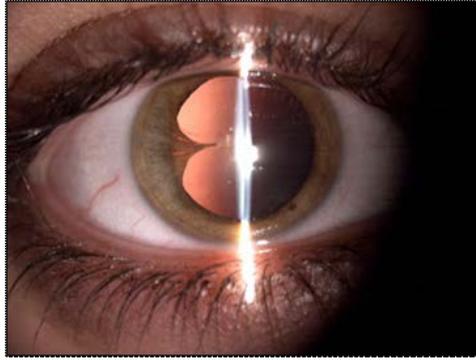


Figura 39. *Sinequia posterior del iris observada con retroiluminación en retina¹.*

Otro instrumento que permite valorar la transparencia de los medios ópticos por retroiluminación es la retinoscopía.

Procedimiento para la técnica retroiluminación en el fondo de ojo

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar los brazos de iluminación y observación a 0° y un aumento medio por ejemplo de 16X.
3. Achicar el ancho de la hendidura hasta formar una sección óptica, luego aumentar la intensidad de luz se observará un fondo rojizo.
4. Rotar levemente el brazo de iluminación para que el haz de luz pase cerca del borde pupilar (Figura 38-B).
5. Desplazar el instrumento hasta enfocar el objeto que se quiere observar.

Iluminación filtrada

La luz filtrada consiste en colocar el filtro delante del haz luminoso de forma tal que nos permita seleccionar un rango de longitudes de onda con el que se quiere iluminar y eliminar el resto. Generalmente se emplea en conjunto con

una iluminación difusa con alta intensidad, aunque según la aplicación también puede emplearse un paralelepípedo o una sección óptica.

El biomicroscopio cuenta con diferentes filtros, y entre los más empleados se encuentran el:

- Anerita o verde
- Azul cobalto
- Amarillo

Aplicaciones clínicas de la iluminación filtrada

Filtro Anerita o verde

El filtro anerita o verde, o también conocido como libre de rojo, se caracteriza por bloquear las longitudes de onda del espectro visible que se encuentran entorno al rojo. Por lo tanto permite mejorar el contraste entre los vasos sanguíneos, que se observan oscuros, y el fondo verde. Se utiliza para observar la presencia de neovascularización en córnea o iris, la extensión de hemorragias conjuntivales o subconjuntivales, y la vascularización de la conjuntiva o el limbo. En la Figura 40 se muestra la observación de neovascularización corneal sin (Figura A) y con (Figura-B) filtro anerita, se puede apreciar como los límites de los vasos aparecen resaltados en el segundo caso.

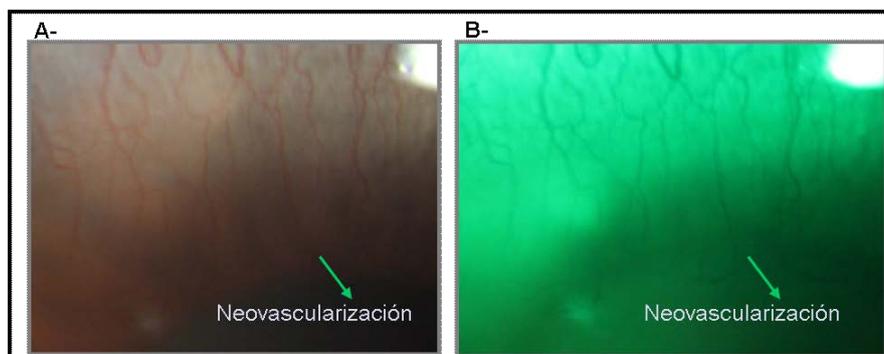


Figura 40. Observación de neovascularización corneal: A- sin filtro, B- con filtro anerita.

También se puede emplear junto con el colorante rosa de Bengala para aumentar su contraste y facilitar la exploración (González-Cavada J., 2000) o con la lente de Hruby (López Valle Y., 2006).

Filtro Azul cobalto

El filtro azul cobalto bloquea las longitudes de onda del espectro visible en torno al amarillo, y se emplea principalmente en conjunto con la fluoresceína.

La fluoresceína es un colorante que en presencia de la luz azul flúorese y emite luz verde (a mayor longitud de onda y menor energía). Luego de su instilación en el fondo de saco inferior, se distribuye con el parpadeo junto con la película lagrimal por todo el ojo. Los lugares con mayor acumulo de lágrima, se observarán más verdosos como consecuencia de una mayor cantidad de fluoresceína; mientras que en los lugares donde no haya lagrima se verán oscuros (negros) por la ausencia de fluoresceína.

Su utilidad es variada y se emplea para:

- Valorar la integridad del tejido corneal. El acumulo de fluoresceína en una zona del tejido corneal da como resultado una tinción corneal positiva, e indica la presencia de abrasiones, úlceras, erosiones, y defectos epiteliales. En la Figura 41 se muestran algunas imágenes de tinción corneal.

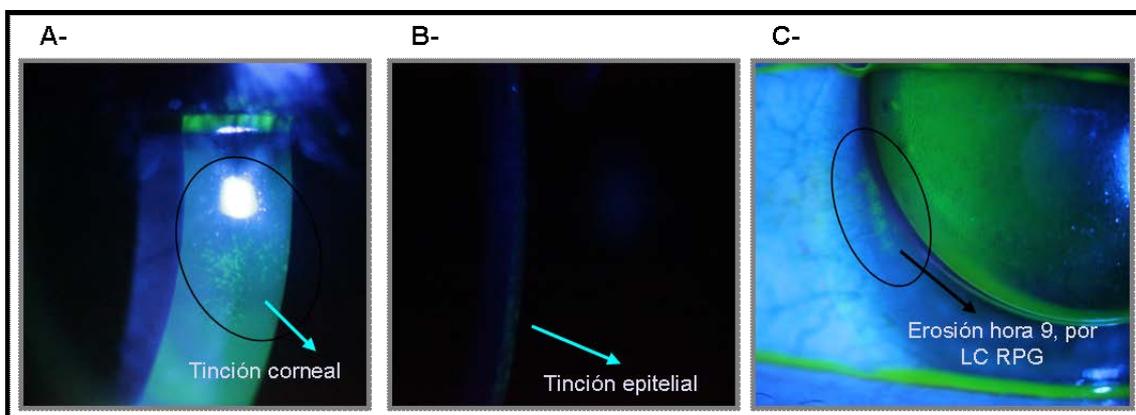


Figura 41. Tinción corneal: A-erosión epitelial observada con una hendidura ancha, B- profundidad de la tinción corneal, C- tinción corneal hora 9 producto del uso del LC RPG.

Estas se diferencian de acuerdo a la profundidad, extensión y forma de la tinción, y demás signos que lo acompañan como se discutirá en el capítulo de Córnea.

Frente al hallazgo de tinción positiva, la iluminación filtrada debe ir acompañada de una sección óptica filtrada en la zona de tinción para valorar la profundidad de la misma (Figura 41-B).

- Valorar la regularidad de la superficie. En los casos donde la superficie corneal se encuentre más elevada, la fluoresceína rodea la zona sin cubrirla dando lugar a una tinción negativa. Dicha zona se observará oscura en contraste con el resto de la superficie. Es el caso por ejemplo de las enfermedades de la membrana basal del epitelio, los microquistes emergentes, y algunas cicatrices corneales.

- Evaluar la adaptación de lentes RPG. Evaluando la intensidad de la fluoresceína acumulada entre la LC y la córnea se puede inferir cuales son las zonas que presentan una mayor o menor proximidad entre ambas superficies. De esta forma se puede establecer si la adaptación de la lente es correcta o incorrecta, en cuyo caso la lente puede estar ajustada o floja.

En la Figura 42 se muestran diferentes patrones de fluoresceína para LC RPG. Cuanto mayor sea la separación entre la LC y la superficie corneal mayor va a ser el acumulo de lagrima, y por ende mayor será la intensidad que presente esa zona dado el mayor acumulo de fluoresceína.

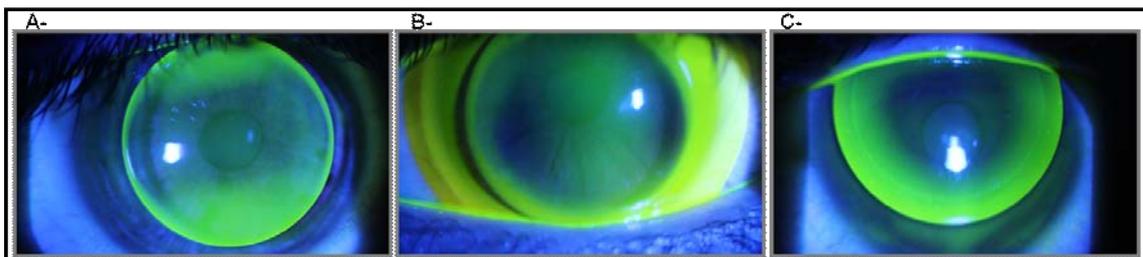


Figura 42. *Patrones de fluoresceína para la adaptación de LC: A-LC RPG esférica adaptada sobre una córnea tórica, se observa la formación del moño; B- Sistema Piggy-Back, adaptación ajustada de LC RPG esférica sobre LC BL en córnea tórica; C- Adaptación floja de LC RPG esférica sobre una superficie corneal esférica.*

- Valorar la integridad del tejido conjuntival. El empleo de la fluoresceína permite determinar los límites y la forma de la rugosidad conjuntival. En la Figura 43 se muestra la rugosidad conjuntiva presente en la conjuntiva tarsal superior sin (Figura A) y con filtro (B). En la Figura 43-C se pueden apreciar los límites de las papilas presentes en una conjuntivitis papilar gigante (CPG).

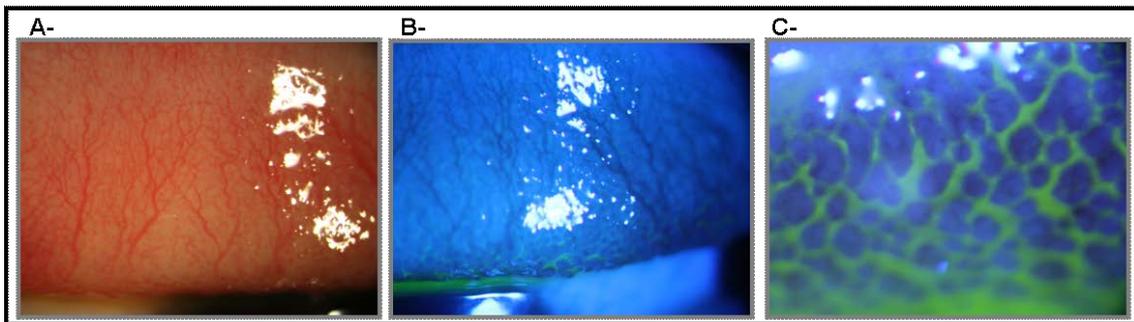


Figura 43. Observación de rugosidad en la conjuntiva tarsal superior: A- sin filtro, B- con filtro. C- Observación de los límites de las papilas en una CPG.

- Determinar la estabilidad lagrimal a partir de la medición del tiempo de ruptura lagrimal (TRL) o break up time (BUT). En la Figura 44 se muestra una zona negra correspondiente a la ruptura de la capa lagrimal.

- Observar en forma cualitativa el tamaño del menisco lagrimal. En la Figura 44 se muestra la observación del menisco lagrimal con (Figura A) y sin (Figura B) el filtro azul cobalto en combinación con la fluoresceína. Se puede apreciar que en el primer caso los límites del menisco se visualizan con mayor contraste.

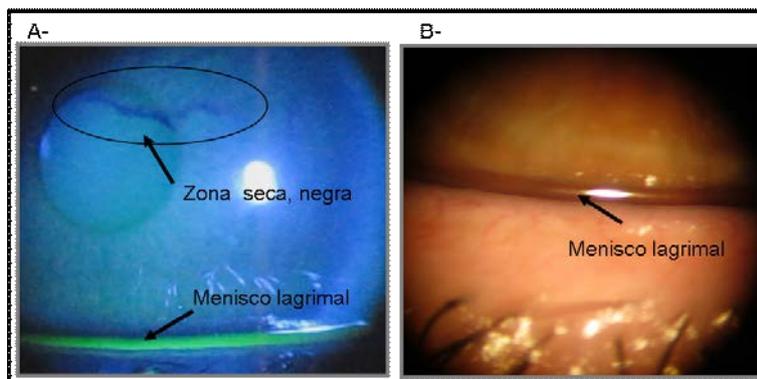


Figura 44. A- Observación empleando fluoresceína e iluminación filtrada con filtro azul cobalto. En la zona superior se aprecia una zona negra correspondiente al rompimiento lagrimal empleado durante la determinación del TRL o BUTIN, y en la zona inferior se puede ver el menisco lagrimal. B- Observación del menisco lagrimal con luz difusa sin filtrar.

Filtro Amarillo

El filtro amarillo se coloca por delante del ocular para eliminar luz azul que no presenta fluorescencia, esta forma permite resaltar la apreciación de las zonas con fluorescencia. En otras palabras al eliminar la luz azul que no fluoresce, se intensifica la coloración verdosa de la fluoresceína. En la Figura 45 se muestra la observación de un LC RPG con y sin filtro amarillo durante la técnica con fluoresceína.

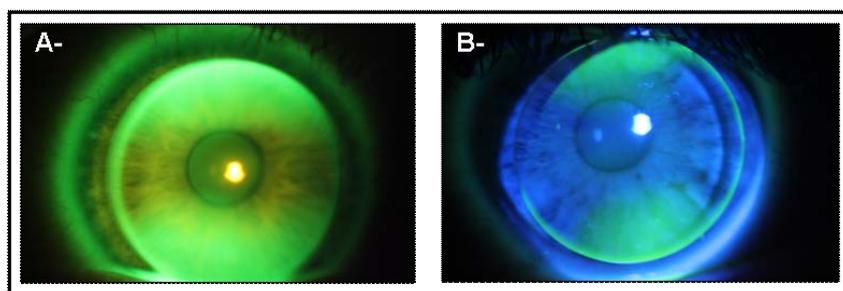


Figura 45. Patrón de fluorescencia para una LC RPG: A- con filtro amarillo, B- sin filtro amarillo.

Esta técnica es muy útil para la exploración de la rugosidad de la conjuntiva y la visualización de los patrones de fluorescencia.

Procedimiento de la iluminación filtrada

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación del lado temporal del ojo del paciente con un ángulo entre 10° y 60° , recomendando 45° .
3. Colocar un aumento inicial bajo entre 6,3X y 10X.
4. Abrir la hendidura al máximo (diámetro de 10 mm), colocar el filtro con el que se desee observar, y luego aumentar la intensidad de luz.

5. Desplazar el instrumento hasta enfocar la estructura ocular que se va a observar en el centro del campo de visión.
6. Dependiendo de lo que se quiera observar se puede variar el ancho de la hendidura, el ángulo y el aumento.

Técnica de Van Herick

Esta técnica es una aplicación directa de la sección óptica y se utiliza para estimar cualitativamente el tamaño del ángulo camerular o iridocorneal, que es el ángulo que se forma en la unión entre la superficie posterior de la córnea y la raíz del iris (Figura 46-A). Esta técnica fue descrita en 1969 por Van Herick, Shaffer y Schwartz, y propone emplear una sección óptica sobre la periferia de la cámara anterior para determinar el tamaño del ángulo (Van Herick w. y col, 1969). La determinación se realiza en el limbo temporal, ya que en el limbo nasal hay una tendencia a ángulos mayores (Friedman D.S., He M., 2008). El tamaño relativo del ángulo camerular se determina por la distancia que existe entre el borde posterior de la sección corneal (en el limbo temporal) y el borde externo del haz de luz reflejado en el iris (Figura 46-A).

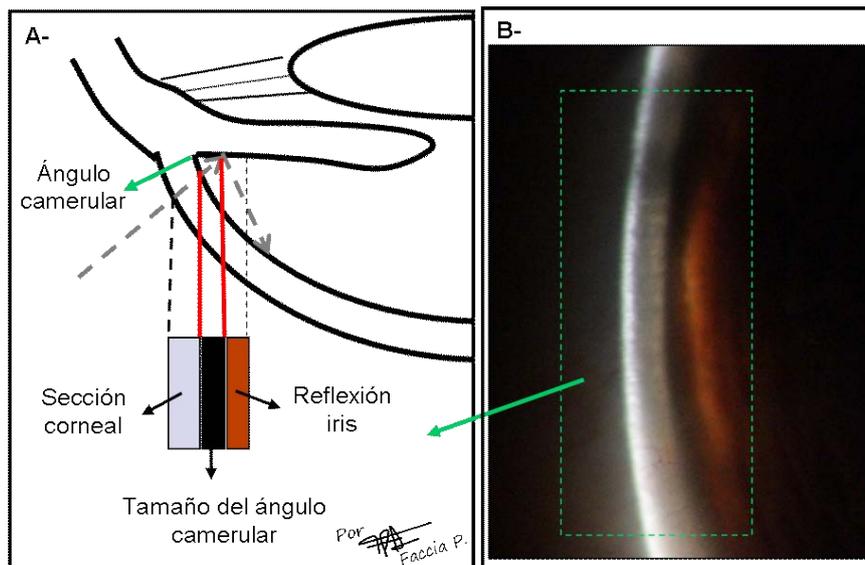


Figura 46. Técnica de Van Herick: A- esquema de las reflexiones observadas en el ángulo de la cámara anterior, B- visualización del ángulo de la cámara anterior.

La presente técnica consiste en proyectar sobre el limbo temporal una sección óptica, con un ángulo de 60° (Figura 47), de manera tal que se observen en simultáneo la reflexión del haz de luz en el limbo y en el iris (Figura 46-B). Los aumentos que se utilizan son bajos, de 10X, y el paciente debe mantener la vista en la posición primaria de mirada. La sección óptica debe situarse justo en el limbo corneal, ya que si se presenta invadiendo la zona corneal se sobreestimara el valor del ángulo.

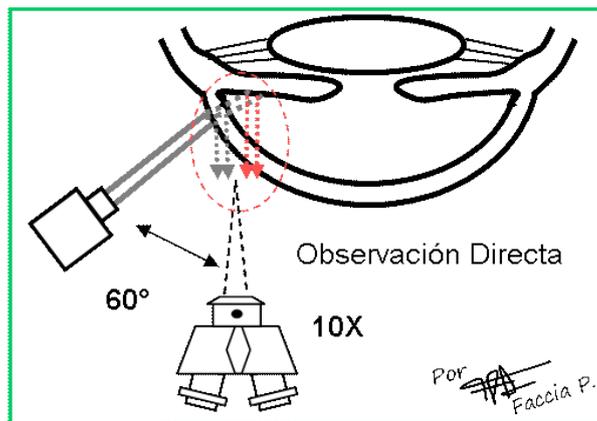


Figura 47. Esquema de la técnica de Van Herick.

Para estimar la profundidad del ángulo, la amplitud de la sección corneal se utiliza como la unidad de referencia para expresar el ancho de la banda negra correspondiente al tamaño del ángulo (Figura 46-A). Por ejemplo en la figura 46-B se aprecia un ancho de banda estimado con una relación mayor a $1/2$ del ancho de la sección corneal.

Aplicaciones de la técnica de Van Herick

La técnica de Van Herick permite valorar de forma rápida y no invasiva la profundidad de la cámara anterior periférica y, por tanto, obtener un valor aproximado del ángulo. La relación normal para el ángulo camerular es de $1/4$ a $1/2$ del espesor de la sección corneal (ICALE, 2000).

Procedimiento para realizar la técnica de Van Herick

1. Repetir los pasos del 1 al 8 correspondientes al procedimiento de la técnica de luz difusa.
2. Colocar el brazo de iluminación en el lado temporal del ojo examinado con un ángulo de 60°.
3. Colocar un aumento de 10X.
4. Achicar el ancho de la hendidura entre 1 a 0,5 mm, y luego aumentar la intensidad de luz a media o alta hasta observar la sección óptica.
5. Situar la sección óptica en el limbo corneal temporal, teniendo cuidado de no invadir la zona corneal (Figura 48). En esa posición se observará la aparición de la sección óptica reflejada en el iris (Figura 46-B), y se podrán distinguir tres bandas: una correspondiente a la reflexión en el limbo, otra correspondiente a la reflexión en iris, y entre ellas una tercer banda oscura cuyo espesor depende del espacio libre presente en la cámara anterior (Figura 46-A).



Figura 48. *Técnica de Van Herick.*

6. Para cuantificar la profundidad de la cámara anterior se estima el ancho de la banda oscura tomando como unidad de referencia el ancho de la banda reflejada en el limbo corneal.
7. El resultado expresa la fracción que ocupa el espesor de la banda oscura con respecto al espesor total incidente sobre el limbo.

Notas de referencia

¹ agradecemos al Instituto de Oftalmología Avanzada por autorizar el uso de las imágenes de su propiedad para la publicación. <http://www.ofthalmologia-avanzada.com/>

Bibliografía

Efron, N. (2005). *“Complicaciones de las lentes de contacto”* (2° Edición). España Elsevier.

Friedman D.S., He M. Anterior chamber angle asseement techniques. *Surv Ophthalmol*, 2008;53(3):250-273.

González-Cavada Benavides J. (2000). *“Atlas de lámpara de hendidura: Biomicroscopía ocular”*. España: Complutense.

Graves B. (1936) Diseases of the cornea. en: Barends C. *“The eye and it deseases”*. Philadelphia: Saunders.

Hom M.M., Bruce A.S (2007). *“Manual de prescripción y adaptación de lentes de contacto”* (3° edición). España: Masson.

IACLE (2000). *“Curso de lentes de contacto”* (1° Edición). Módulo 4: Procedimientos de Exámen para Pacientes de Lentes de Contacto. Sydney, Australia.

López Valle Y. Exámen de lámpara de hendidura del segmento anterior en: *Curso de lentes de contacto*, Colegio de Ópticos de la provincia de Buenos Aires. 2006 a 2007.

Moses R.A., Hart W.M. (1988) *“Adler. Fisiología del ojo”*. (8° edición). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana S.A..

Saona Santos, C.L. (2006). *“Contactología clínica”* (2° edición). Barcelona, España: Masson S.A.

Terry R. L., Schnider C.M., Holden B.A., Cornish R., Grant T., Sweeney D., La Hood D., Back A. (2001) Standards for Success of Daily and Extended Wear Contact Lenses. CCLRU.

Van Herick w., Shaffer R.N., Schwartz A. Estimation of width of angle of anterior chamber. *Am j. Ophthalmolol*, 1969:68(4):236-238.