

do alguno puede considerarse como absolutamente rígida, pues presenta cierta plasticidad, es decir, tiene cierta tendencia a modelarse. Bonnet (1964) da mucha importancia a este fenómeno y señala que en la literatura médica, en lo que a este punto se refiere, no se encuentran otros estudios que los del astigmatismo corneal y sus variaciones; en especial, el de las variaciones corneales postoperatorias a la intervención de cataratas, estudios que, por otra parte, no se refieren más que a la zona central, en tanto que, aparte los trabajos de Reynolds, no se encuentra nada concerniente a las microfluctuaciones de la forma corneal en su porción periférica sin modificación de las curvaturas centrales.

Las *deformaciones de la córnea* son clasificadas por Bonnet en dos grupos: fisiológicas y provocadas.

#### Deformaciones fisiológicas

Son consideradas como tales las debidas, en primer lugar, a variaciones de la acomodación, pues la instilación de miótrícos y mióticos afecta a la forma de la superficie corneal. Para Bonnet, el aumento de la esfericidad parece ser menor en el caso de miosis que en el de midriasis.

Para Reynolds, la topografía corneal varía según el momento del día. Estas variaciones del radio de curvatura afectan al 20 por 100 de los casos en su porción central, entre el momento de levantarse y las 9 de la noche, y al 73 por 100 de los casos en la porción periférica. Aquí los radios serían más planos por la mañana, alcanzarían su máxima curvatura a las 4 de la tarde, para volver al valor de la mañana aproximadamente a las 9 de la noche.

La topografía de la córnea varía también con la temperatura ambiente. En

un ambiente de 35 °C se encontraría un aplanamiento periférico de 0,1 a 0,4 mm en relación al mismo sujeto situado a 22 °C durante 90 minutos. Este aplanamiento sería más acentuado en los sujetos rubios que en los morenos.

La menstruación y la ovulación darían lugar a variaciones en la forma corneal de un valor de 0,05 en el centro y de 0,1 a 1,4 mm en la periferia, siendo este fenómeno más acentuado en las jóvenes. También las emociones serían capaces de producir variaciones en el radio de curvatura corneal.

Bonnet, en la actualidad, está estudiando estos problemas en un número elevado de sujetos para poder confirmar de una manera segura estos puntos, dada su importancia para una buena adaptación de las lentes corneales.

#### Deformaciones provocadas

Aquí hay que destacar las producidas por el párpado superior. Existe una deformación fugaz de la córnea cada vez que el párpado superior se cierra.

Se produciría una diferencia de la forma corneal si el párpado está por encima del limbo, por la hendidura palpebral excesivamente abierta, cuando aquél ocupa una posición normal. Estas modificaciones son más importantes en la periferia (valores aproximados de 1 mm) que en la porción central, y se caracterizan por un ampliamento superior y un abombamiento inferior, pero el volumen de la cámara anterior no se modifica.

Las deformaciones provocadas por las lentillas son también muy importantes y dependen del tipo de adaptación. Esta deformación, o mejor dicho, esta plasticidad corneal, es un factor muy importante en la adaptación de las lentes corneales esféricas en casos de astigmatismo muy elevado.

## Capítulo 5

### LA SECRECIÓN LAGRIMAL

#### Glándula lagrimal propiamente dicha

Está constituida por dos porciones: *superior* o *lóbulo orbitario*, en forma de almendra, situada en la fosa orbitaria; e *inferior* o *lóbulo palpebral*, situada en el espesor del párpado.

El lóbulo orbitario es mayor (aproximadamente 2 cm de longitud) y está colocado sobre la aponeurosis del elevador del párpado, en tanto que el lóbulo palpebral se halla bajo la aponeurosis. Este

Una detenida exploración de la secreción lagrimal resulta siempre necesaria en todo examen previo a la prescripción de una prótesis de contacto, dado que la normalidad de las lágrimas tanto en su calidad como en su cantidad es uno de los puntos que condicionan una buena adaptación.

El aparato lagrimal tiene por principal misión la protección de la córnea, para lo cual actúa conjuntamente con los párpados. Las lágrimas forman una delicada película por delante de la córnea y de esta manera la conservan húmeda a la vez que aseguran su lisura.

Aparte de lavar de polvo la superficie ocular, las lágrimas intervienen en parte de los recambios nutritivos de la córnea.

#### SISTEMA SECRETOR LAGRIMAL

El sistema secretor lagrimal consta de la glándula lagrimal propiamente dicha y de varias glándulas lagrimales accesorias de Krause, Wolfring, Henle y Manz. Podríamos añadir a éstas las glándulas palpebrales de Meibomio, Moll y Zeis por jugar también cierto papel en el problema que ahora estudiamos.

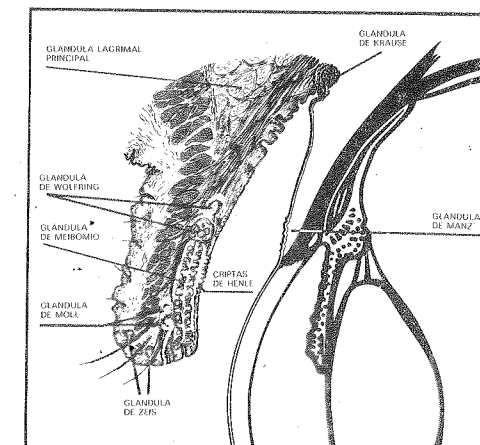


FIG. 5-1. Situación de las glándulas que intervienen en la formación de las lágrimas: A, acuosas; L, lipóideas; M, mucóideas.

último es de un tamaño aproximadamente la mitad que el orbitario.

La *glándula lagrimal* es una glándula arracimada que está formada por cierto número de lóbulos que se descomponen en lobulillos; éstos a su vez están constituidos por grupos de acinos.

Un *acino lagrimal* es un tubo constituido exteriormente por una membrana basal y hacia el interior del acino una hilera de células secretoras. En contacto con la membrana basal también existen las células mioepiteliales con capacidad contráctil con el fin de exprimir los productos segregados por las células secretoras.

La secreción de las glándulas lagrimales puede ser descompuesta en cuatro fases:

1. *Fase preparatoria* con aparición de ergastoplasma y aclaramiento del núcleo.
2. *Fase de secreción* con aparición en el citoplasma nuclear de corpúsculos de secreción que progresivamente se van haciendo mayores.
3. *Fase de excreción* en la que se vacía la secreción en la luz de los acinos.
4. *Fase de reposo* en la que los acinos se hacen más pequeños y oscuros. Posteriormente el ciclo se inicia nuevamente.

La vascularización de la glándula lagrimal procede de la arteria lagrimal.

La vascularización de las glándulas que dan origen a la secreción basal corresponden a los vasos conjuntivales, es decir, a las arterias ciliares anteriores y a los arcos palpebrales procedentes de la arteria angular, de la arteria suborbitaria y de la arteria lagrimal.

#### *Inervación de la glándula lagrimal*

*Impulsos aferentes.* El nervio lagrimal procedente de la rama oftálmica del trigémino transporta impulsos aferentes

al tallo cerebral. Estos impulsos aferentes pueden ser iniciados por un movimiento causado en la glándula lagrimal por el contacto del parpadeo. Otras fibras trigeminales conducen impulsos aferentes al tallo cerebral, cuyo resultado es la secreción refleja de la lágrima. *La sequedad de la córnea o la estimulación de ésta o de la conjuntiva por un cuerpo extraño* causan una secreción refleja. Igualmente se produce una secreción refleja cuando la córnea está expuesta a rayos infrarrojos (calor) y también cuando la retina es estimulada por rayos de una luz intensa o es expuesta a la acción de los rayos ultravioleta.

*Bajo la influencia de emociones* tiene lugar una hipersecreción de lágrimas, pero los niños de muy corta edad no «derraman lágrimas». El llanto tiene un desarrollo ulterior en el individuo y en la raza.

*Impulsos eferentes.* Estos impulsos se dirigen hacia la glándula a través de las fibras parasimpáticas (colinérgicas) del nervio facial, y su curso parece ser el siguiente: los impulsos secretores nacen en el núcleo del glosofaríngeo y discurren a través del nervio facial hacia el ganglio geniculado en el acueducto de Falopio; las fibras destinadas a la glándula lagrimal no tienen estación celular en el ganglio geniculado y abandonan el facial a través del nervio petroso superficial mayor. Este nervio está unido con el petroso profundo mayor, que contiene fibras simpáticas que proceden del plexo simpático alrededor de la arteria carótida interna, para constituir el nervio vidiano, que atraviesa el canal pterigoideo para alcanzar el ganglio esfenopalatino (de Meckel); desde este ganglio nacen impulsos que pasan con la rama cigomaticotemporal del nervio maxilar del trigémino a la glándula lagrimal.

Los impulsos secretores eferentes pueden también dirigirse desde el ganglio es-

fenopalatino, a través de los nervios orbitarios ascendentes, directamente hacia la glándula lagrimal.

#### **Glándulas lagrimales accesorias**

Éstas pueden ser agrupadas en: glándulas de la conjuntiva y glándulas de los párpados.

#### *Glándulas de la conjuntiva*

Se trata de pequeñas glándulas que asientan en diversos puntos de la conjuntiva, que pueden ser agrupadas en cuatro series:

*Glándulas de Henle.* Formadas por la invaginación de células caliciformes en el epitelio conjuntival a nivel de la mitad superior del tarso.

*Glándulas de Wolfring.* Se trata de glándulas formadas por pequeños acinos situados por encima de los anteriores aproximadamente a nivel del borde tarsal.

*Glándulas de Krause.* Formaciones glandulares de tipo acinotubuloso. Se encuentran localizadas a nivel de los fondos de saco conjuntivales.

*Glándulas de Manz.* Aquí se trata de pequeños divertículos de la mucosa localizados en la región pericorneal.

Respecto a la inervación lagrimal basal hay que señalar que no se conocen terminaciones nerviosas destinadas a las glándulas responsables de la secreción basal.

#### *Glándulas palpebrales*

Aquí podemos distinguir tres tipos de glándulas:

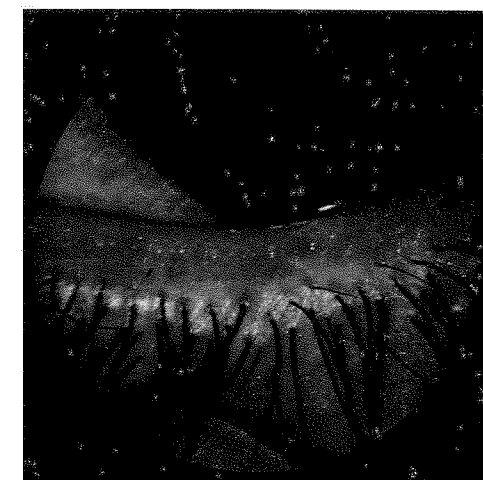


FIG. 5-2. Orificio de salida de la glándula de Meibomio.

*Glándulas de Meibomio.* Son glándulas sebáceas incluidas en el espesor del tarso. Su número es entre 25 y 35 en el párpado superior y de 23 a 35 en el párpado inferior. Tienen una longitud aproximada de 4 a 8 mm, siendo independientes entre ellas. En su conjunto forma cada glándula un largo tubo sinuoso y estrecho que va a desembocar en el labio posterior del borde libre palpebral. Este largo tubo sinuoso recibe de 15 a 45 fondos de saco glandulares que forman brazos en ángulo agudo con relación al canal central de la glándula donde aquéllos desembocan.

*Glándulas de Moll.* Se trata de glándulas sudoríparas anejas a las pestañas y cuyo orificio de desembocadura está situado entre dos pestañas a nivel del borde libre del párpado. Por obstrucción de su canalículo dan lugar a pequeños quistes perladados.

*Glándulas de Zeis.* Son unas pequeñas glándulas sebáceas anejas a las pestañas. Las glándulas que ahora estudiamos son las que al infectarse dan lugar a orzuelos.

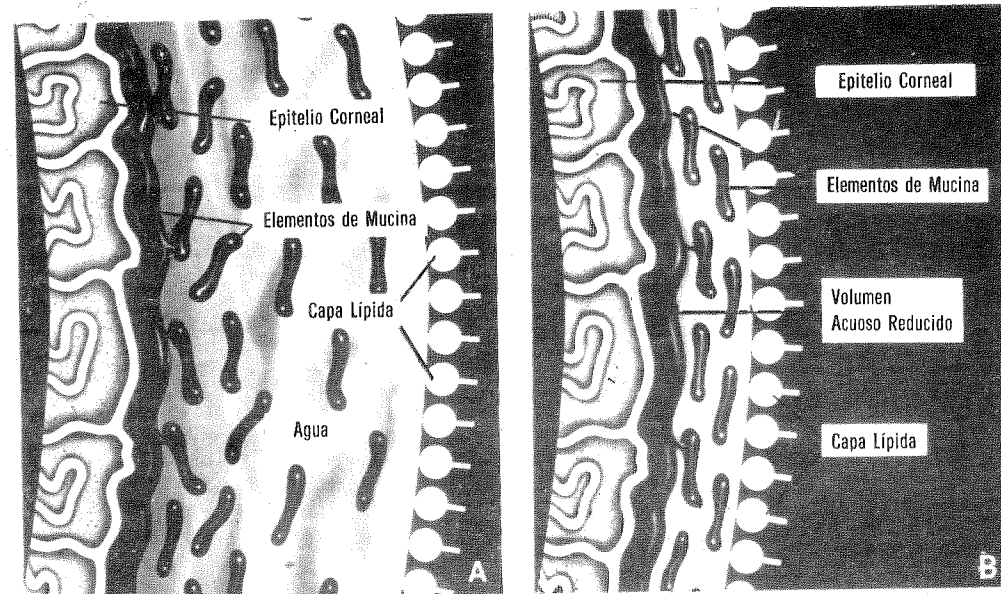


FIG. 5-3. Representación esquemática del filme lagrimal. (Según Michael A. Lemp.) A) Filme lagrimal normal. El espesor de la capa hídrica no corresponde al real, dado que su autor lo representa más reducido para facilitar la visión del conjunto. B) Filme lagrimal anormal con déficit de la fase hídrica.

### SISTEMAS SECRETORES DE LA LÁGRIMA

Desde el punto de vista fisiológico es preciso distinguir dos tipos de aparato secretor de las lágrimas: el sistema secretor reflejo y el sistema secretor basal.

#### Sistema secretor reflejo

Está constituido por las glándulas lagrimales principales. La manera de cómo se realiza esta secreción o *ciclo secretorio* ya hemos visto anteriormente que se realiza en cuatro fases.

#### Sistema secretor basal

La secreción basal es producida de una manera constante y regular por las glándulas accesorias, de las que existen tres clases diferentes y que son las responsables de las tres capas del filme o película

lagrimal. De esta manera hay que estudiar los diferentes sistemas secretores de las tres capas que forman la película lagrimal:

1. Sistema secretor de la mucina (capa interna).
2. Sistema secretor de la capa hídrica (intermedia).
3. Sistema secretor de los lípidos (capa externa).

La película lagrimal fue estudiada al describir las diferentes capas de la córnea. Aquí sólo hablaremos de los puntos no tratados allí.

El sistema secretor de la mucina comprende las glándulas de Henle y Manz, así como las células secretorias de mucus de la conjuntiva.

El sistema secretor de la capa hídrica está formado por las glándulas de Krause y Wolfring.

El sistema secretor de los lípidos está constituido por las glándulas palpebrales de Meibomio, Moll y Zeis.

### REPARTICIÓN Y ELIMINACIÓN DE LA SECRECIÓN LAGRIMAL

La lágrima secretada por las diferentes glándulas en gran parte desaparece por evaporación, siendo el resto evacuado por las vías lagrimales.

La lágrima secretada forma en primer lugar el *filme lagrimal* ya estudiado en otras partes de esta obra. Aquí solamente diremos que en cada parpadeo se produce un nuevo filme esparciendo la secreción de mucus.

El filme lagrimal tiene dos *engrosamientos* en el ángulo diedro que forman los párpados al contactar con el globo ocular, siendo bastante más importante el inferior por razón de la fuerza de gravedad. Estos engrosamientos son conocidos como *ríos* o *corrientes* superior e inferior, pues es por ellos por donde sigue la corriente lagrimal en dirección al lago lagrimal, a la vez que redistribuyen el filme lagrimal en cada parpadeo.

Los ríos lagrimales son perfectamente observados con la lámpara de hendidura, examen facilitado con la ayuda de colorantes o por la presencia de detritos en la secreción lagrimal, pudiendo verse que la corriente camina principalmente por el centro de los engrosamientos lagrimales.

Otra formación importante para la secreción de la lágrima es el *lago lagrimal*, que se encuentra situado en el ángulo interno del ojo y se forma entre el globo ocular por detrás y la región interna de los bordes de ambos párpados que lo limitan por arriba y por abajo. La cara anterior es virtual, ya que es la que está en contacto con el ambiente.

En el lago lagrimal se bañan los dos *puntos lagrimales*, siendo el inferior el más importante en la evacuación lagrimal.

Los puntos lagrimales están situados en los bordes libres de los párpados: el superior a 6 mm por fuera del ángulo interno, en tanto que el inferior lo está a 6,5 mm.

Los puntos lagrimales representan los orificios externos de los canales lagrimales. Los dos canales superior e inferior se reúnen en un canal común antes de desembocar en el saco lagrimal, y desde aquí y por intermedio del conducto lagrimonasal desembocan en las fosas nasales. Este orificio inferior, situado en el meato inferior, encuéntrase oculto por el cornete inferior (fig. 5-4).

El mecanismo por el cual las lágrimas pasan del lago lagrimal a las vías excretoras es debida a varios factores:

—El músculo de Horner mantiene los puntos lagrimales con el orificio dirigido hacia el lago lagrimal.

—Fenómenos de capilaridad.

—Aspiración que ejerce el saco lagrimal, que se encuentra ubicado entre el tendón directo y reflejo del orbicular, actuando como bomba aspirante-impelente.

—Aspiración ejercida por la corriente aérea respiratoria al paso por la desembocadura del canal lagrimonasal.

Resumiendo se puede decir: La lágrima segregada por las diferentes glándulas va a formar el filme lagrimal. Una parte de éste se evapora entre dos parpadeos, otra parte se redistribuye nuevamente formando un nuevo filme lagrimal precorneal. Finalmente, una parte es evacuada por las vías excretoras hacia las fosas nasales.

### PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS LÁGRIMAS

Dada la gran importancia de las lágrimas en la adaptación de las lentes de contacto seguidamente vamos a estudiar sus propiedades fisicoquímicas, así como sus aplicaciones prácticas.

El estudio de las propiedades tanto físicas como químicas de las lágrimas resulta muy difícil en la práctica. Esto es

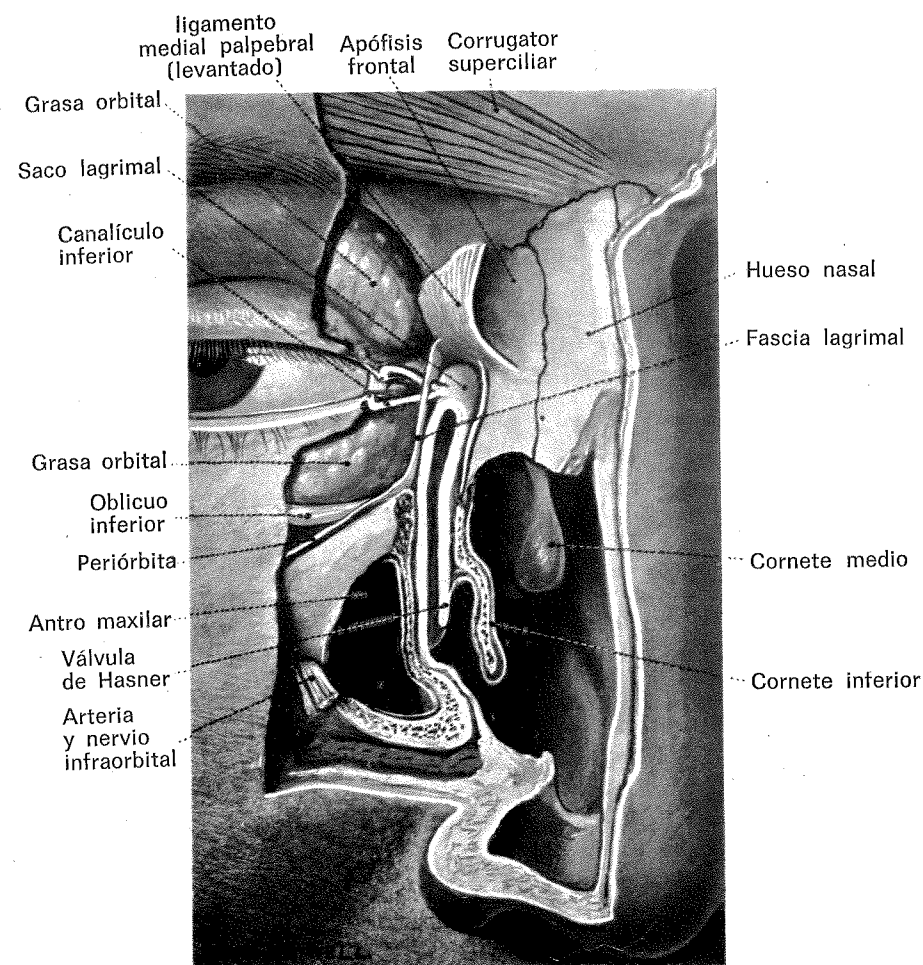


FIG. 5-4. Anatomía de las vías excretoras lagrimales. (Según E. Wolff.)

debido a la pequeña cantidad segregada, en particular en lo que a la secreción basal se refiere, y también por sus grandes variaciones fisiológicas.

#### Propiedades físicas

##### Caudal de la secreción lagrimal

Presenta variaciones fisiológicas notables. Para Mishima (1965) la secreción lagrimal sería de 1,2 mm<sup>3</sup> por minuto. El citado autor para su determinación

utilizó un método de dilución de una sustancia colorante en las lágrimas.

Schirmer estudió la cantidad segregada en sujetos sin saco lagrimal y la evaluó en 0,3 mm<sup>3</sup> por minuto.

En los sujetos de edad la secreción lagrimal disminuye.

El volumen medio de las lágrimas contenido en el saco conjuntival es aproximadamente de 7 mm<sup>3</sup>. Si se evita el parpadeo, la cantidad retenida entre los párpados puede llegar a los 30 mm<sup>3</sup>. El parpadeo lanza al exterior todo exceso de lágrimas superior a 10 mm<sup>3</sup>.

#### PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS LÁGRIMAS HUMANAS

Propiedades físicas	Caudal	1,5 ml/24 horas		
	Peso específico	1,004 a 1,005		
	Índice de refracción	1,33		
	$\Delta$ crioscópico	0,56°		
	Presión osmótica equivalente	solución al 0,7 % ClNa		
	Tensión superficial	50 dinas/cm <sup>2</sup>		
	Viscosidad	1,30 (entre 1,26 y 1,32)		
Propiedades químicas	Ph	7,5 (entre 7,3 y 7,8)		
	Agua	98,2 %		
	Electrólitos	Na <sup>+</sup>	4,45 g/l	
		Cl <sup>-</sup>	3,90 g/l	
		K <sup>+</sup>	1,20 g/l	
	Sustancias difusibles no ionizadas	Glucosa	0,65 g/l	
		Urea	0,30 g/l	
Proteínas	Albúmina	30 %	5 g/l	
	Globulinas	40 %		
	Lisozima	30 %		
Citología	500.000 células por mm <sup>3</sup>			

El pH de las lágrimas es un factor muy importante a considerar, en particular si pensamos en los múltiples productos que son utilizados en contactología, los cuales cuando van a entrar en contacto con los ojos deben tener un pH muy próximo al de las lágrimas para resultar indolores para el sujeto.

El pH de las lágrimas es ligeramente alcalino, siendo su valor medio aproximadamente de 7,5 (entre 7,3 y 7,8).

El lagrimeo modifica el pH de las lágrimas con un efecto alcalinizante. Contrariamente las hiperemias tienden a acidificarlas.

La presión osmótica de las lágrimas, como el resto de los componentes, presenta grandes dificultades para su estudio. El líquido lagrimal situado sobre la córnea parece ser hipertónico, ello debido a la evaporación, en tanto el segregado parece ser isotónico con el suero sanguíneo, es decir, del orden del 0,7 por 100.

La presión osmótica de las soluciones es también un punto muy importante desde el punto de vista de los colirios y soluciones empleadas en la adaptación de lentes corneales. Se viene admitiendo que los preparados cuya presión osmótica está situada entre 0,6 y 1,5 son bien tolerados por parte del ojo.

Cuando sobre una superficie sólida reposa una gota de líquido queda determinado un *ángulo de contacto*, el cual depende de la tensión entre las interfases sólido-gas, sólido-líquido y líquido-gas.

En términos generales se puede decir que el *ángulo de contacto* es tanto mayor cuanto menor es la tendencia a mojar el sólido. Lo más frecuentemente en la práctica es que los líquidos no muestren una afinidad especial respecto a los sólidos y son simplemente las fuerzas de dispersión las que actúan. En cuyo caso, el coseno del ángulo de contacto es pro-



porcional de una manera lineal a la tensión superficial del líquido.

Se denomina *tensión superficial crítica* la tensión superficial del líquido a la cual corresponde un ángulo de contacto igual a cero.

Un líquido tiene tendencia a extenderse espontáneamente sobre un sólido, cuando la tensión superficial de este último es mayor que la del líquido.

Cuanto más importante es la tensión superficial del líquido en relación con el sólido, mayor es el ángulo de contacto.

Pueden existir interacciones que disminuyen el ángulo de contacto, como pueden ser: interacciones iónicas, puentes de hidrógeno, etc.

En el caso del epitelio corneal, para humectar completamente su superficie un líquido debe tener una tensión superficial igual o inferior a 28 dinas/cm<sup>2</sup>. Entre los productos capaces de rebajar la tensión superficial del agua, pueden ser citados los detergentes, los cuales hacen descender la tensión superficial del agua de 70 dinas/cm<sup>2</sup> a 28.

Los detergentes no pueden ser utilizados en las lágrimas pues estas sustancias solubilizarían los lipoides en las paredes celulares, con el consiguiente trastorno que llevaría a necrosis tisulares con todas sus consecuencias.

En el caso de las lágrimas la mucina es el agente humectante natural. La humectación de la córnea por las lágrimas solamente es posible gracias a la mucina.

La disolución de la mucina en el agua disminuye la tensión superficial de la solución. Siendo esta disminución proporcional a la concentración de la mucina.

Aunque con la mucina el descenso de la tensión superficial y de la interfase es menor que la que puede ser obtenida con humectantes convencionales, en el caso de aquélla la tensión de la interfase agua-grasa queda relativamente elevada, y por ello no existe deterioración de las super-

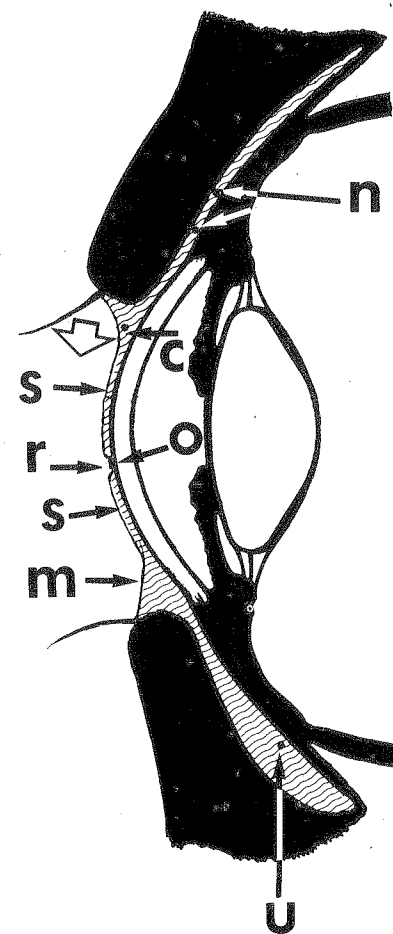


FIG. 5-5. El filme lagrimal y el polo anterior del ojo. *r*, punto de ruptura del filme lagrimal; *o*, lipidos invadiendo la capa mucosa; *m*, menisco lagrimal inferior (río o corriente lagrimal); *s*, capa superficial de lipidos que mantiene comprimiendo el filme lagrimal en tanto se realiza la aproximación de los bordes palpebrales; *n*, filamentos mucosos mezclados con lipidos moviéndose hacia abajo; *u*, filamentos mucosos con lipidos contenidos en forma de depósito por el fondo de saco inferior.

ficies epiteliales y la capa lipídica superficial puede formarse.

Desde el punto de vista de la superficie ocular, la mucina permite la formación de una superficie hidrófila sobre la cual el agua puede extenderse. Normalmente el filme lagrimal está recubierto por la capa lipídica. La mucina disuelta

en la fase acuosa no está en contacto con la interfase aire-agua.

### Definición de la presión del filme

La extensión de una cantidad excesiva de grasa, teniendo un coeficiente de extensión positivo, sobre una superficie limitada de agua, dará lugar a la formación de un filme delgado. La tensión superficial de la superficie de agua recubierta de grasa será: más baja que la tensión superficial del agua sola, y será igual a la suma de la tensión de la interfase grasa-agua más la tensión superficial de la grasa.

Se denomina *presión de un filme graso* a la diferencia entre la tensión superficial del agua y la tensión superficial del agua recubierta de grasa:

$$r = y_e - y_h' \quad y_h' = y_h + y_h/e$$

$y_e$  = tensión superficial del agua.

$y_h$  = tensión superficial de la grasa.

La capa superficial lipídica se forma sobre la capa acuosa del filme lagrimal. El espesor de la capa lipídica varía con la extensión de la hendidura palpebral entre 500 y 5.000 Å, según Brauninger, Holly y Mac Donald.

El punto de licuefacción de los lipoides del filme lagrimal es aproximadamente de 35 °C, es decir por debajo de la temperatura del cuerpo humano, por lo que esta capa resulta líquida, según Brown.

Los exámenes realizados sobre filmes monomoleculares y plurimoleculares formados por las secreciones de las glándulas de Meibomio sobre el agua o líquido fisiológico demuestran que son heterogéneas.

La presión de un filme lipídico aumenta mucho gracias a la interacción de la mucina.

En el borde palpebral se encuentran situadas glándulas sebáceas cuyas secreciones poseen una gran presión de extensión. Por este medio, según Holly, los párpados actúan como una barrera frente al filme lagrimal a pesar de su tensión superficial relativamente baja. La presión del filme producido por las secreciones de las glándulas palpebrales sebáceas sobre el agua es un poco superior a la presión del filme de lípidos de las glándulas de Meibomio en presencia de mucina. Como consecuencia de ello, los párpados forman una eficaz barrera que impide la salida de lágrimas y comprime la capa superficial lipídica en el cierre de la hendidura palpebral.

*Índice de refracción.* Es de 1,33. Es decir, muy próximo al de la córnea.

*Peso específico.* Está comprendido entre 1,004 y 1,005.

*Viscosidad.* Se considera que su valor medio es de 1,30 (entre 1,26 y 1,32).

*Tensión superficial.* Es de 50 dinas por centímetro cuadrado.

La tensión superficial de las lágrimas es por tanto de un valor bajo, lo que resulta indispensable para una buena repartición del filme lagrimal sobre toda la superficie del polo anterior del ojo. Esto es igualmente importante en el mantenimiento de la lentilla sobre la córnea por aumento de las fuerzas de capacidad.

### Composición química

Los componentes del filme lagrimal son principalmente:

#### 1) Capa mucoide:

- mucopolisacáridos;
- glucoproteínas.

- 2) *Fase acuosa:*
  - agua;
  - electrolitos;
  - proteínas.
- 3) *Capa lipídica:*
  - lípidos no polarizados: tripalmitato de glicerol; alcohol cetílico y su palmitato; ácidos palmítico, oleico y linoleico; palmitato y oleato de colesterol; colesterol;
  - lípidos polarizados: lecitinas; fosfatidicolina.

La composición química de las lágrimas es bastante similar a la del humor acuoso, lo que resulta lógico si se piensa en su origen común a partir del suero sanguíneo. En el caso de las lágrimas las modificaciones del suero se producen al atravesar el epitelio secretor de la glándula.

*Agua.* Es el elemento más abundante en las lágrimas, pues su valor alcanza la cifra del 98,2 por 100. El contenido hídrico del filme lagrimal sufre variaciones por evaporación durante el parpadeo cuando la hendidura palpebral aparece abierta. Consecuencia de esta evaporación se producirá un aumento progresivo de la concentración lagrimal en el espacio de tiempo que separa dos parpadeos.

El valor de aquella evaporación es diferentemente valorada por los distintos autores que han estudiado el problema. Para Maurice y Mishina sería de  $8 \times 10^{-7}$  mg/cm<sup>2</sup> por segundo.

*Electrolitos.* La determinación de los electrolitos presenta serias dificultades en lo que se refiere a su dosificación, tanto debido a la imposibilidad de contar con una cantidad grande de lágrimas, como

al inconveniente que representan las variaciones de su concentración, ya sea por una secreción más o menos diluida producida por las glándulas, ya sea por la evaporación de éstas sometidas a varios factores como son el parpadeo y la temperatura ambiente.

Respecto a la concentración, se puede asegurar que varía en razón inversa a la lacrimación. Para Balik (1958) los valores de los electrolitos en la lágrima son los siguientes: Na<sup>+</sup>: 4,45 g/l; Cl<sup>-</sup>: 3,90 g/l; K<sup>+</sup>: 1,20 g/l.

*Compuestos orgánicos.* Aquí van a ser estudiadas las sustancias difusibles no ionizadas y las proteínas.

*Glucosa.* Balik valora la tasa de glucosa en 0,65 g/l. Este valor sería bastante menor que el que se encuentra en el plasma.

En el sujeto diabético la tasa de glucosa en las lágrimas estaría elevada. En el sujeto normal la inyección de glucosa no modifica la tasa en las lágrimas.

*Urea.* Su tasa en las lágrimas es de 0,30 g/l.

*Aminoácidos.* Su contenido en lágrimas es aproximadamente de 7,58 mg por 100 ml.

*Proteínas.* La cantidad de proteínas en las lágrimas es valorada en 5 g/l aproximadamente. La electroforesis sobre el papel filtro pone en evidencia tres fracciones: *albúminas*, *globulinas* y *lisozima*. Para nosotros tienen particular importancia estas dos últimas.

Entre las globulinas dos *inmunoglobulinas* (5 por 100 del total de ellas) aparecen con unas tasas elevadas en la lágrima: la IgA y la IgG.

Las proteínas juegan un importante papel en el equilibrio de la tensión superficial, que como ya hemos dicho es rela-

tivamente baja e indispensable para una buena repartición del filme lagrimal.

El *interferón* es un agente antivírico no específico que no inhibe la multiplicación vírica intracelular y es sintetizado por las células en respuesta a la infección vírica.

*Lisozima.* El término de lisozima fue dado por Fleming en 1922 a una enzima lítica existente en las lágrimas, moco nasal y en la mayoría de los tejidos y secreciones, la cual era ya conocida desde finales del pasado siglo. Se trata por lo tanto de un antibiótico natural, inhibidor por lisis del desarrollo de numerosas bacterias patógenas y que por tanto juega un importante papel protector para el ojo contra las infecciones. De aquí su gran importancia en contactología.

La lisozima no sólo se encuentra en las lágrimas, sino que se encuentra muy extendida en los órganos vivos. Precisamente fue en la clara de huevo donde fue descubierta y de donde se extrae con fines industriales.

Existen múltiples lisozimas, pues difieren de unas especies a otras y aun dentro de una misma especie de un órgano a otro.

El peso molecular de la lisozima es de 14.600 aproximadamente. Es una proteína que está formada por una larga cadena de aminoácidos de los cuales 18 son diferentes. Principalmente se encuentran la arginina, la cisteína, la glicocola y el triptófano. Existe cierta similitud entre la estructura de la lisozima y el interferón. La lisozima tiene sinergismo con la IgA para la destrucción de ciertos microorganismos.

La importancia de la lisozima en contactología radica en que en las pequeñas erosiones corneales que en alguna circunstancia puede producir una lentilla esta enzima va a realizar una desinfección.

En cada especie, las moléculas de inmunoglobulina pueden subdividirse en diferentes clases según su estructura: IgG, IgM, IgA, IgD e IgE. En el caso particular de la lágrima dos de ellas aparecen con unas tasas elevadas: la IgA y la IgG.

La IgA tiene un peso molecular de 160.000. Esta inmunoglobulina es la principal en las secreciones seromucosas del organismo, como es el caso que nosotros estudiamos, teniendo por misión defender las superficies corporales externas expuestas al ataque por microorganismos. Aparte de la lágrima se encuentra también en la saliva, fluidos nasales, secreciones pulmonares, etc.

Es interesante citar el hecho del sinergismo entre la IgA, la lisozima y el complemento para la destrucción de ciertos organismos.

La IgG tiene un peso molecular de 150.000. Es la más abundante Ig de los líquidos corporales internos. Se difunde más fácilmente que las otras Ig en el compartimiento.

La acción de la lisozima sobre los gérmenes se realiza de tres maneras distintas:

1. *Por lisis.* Por esta manera de actuar le viene la denominación de lisozima, pero ésta no es la manera habitual de actuar, sino más bien poco frecuente. Pero en determinadas ocasiones, como por ejemplo, frente al *Micrococcus lysodeikticus*, tiene una eficaz acción.
2. *Aglutinación sin lisis.*
3. *Modificando los gérmenes*, los cuales toman formas anormales.

Parece ser que la manera de actuar de la lisozima sobre los gérmenes es produciendo modificaciones sobre las paredes de la bacteria, dada la acción enzimática que hidroliza los mucopolisacáridos que constituyen la pared bacteriana. Esta acción antibacteriana se ejercería más efi-



cazmente sobre los gérmenes grampositivos, cuya pared es rica en polisacáridos mucosos.

La acción de la lisozima es facilitada por ciertas sustancias empleadas en la asepsia y conservación de lentes de contacto, tales como EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) que son capaces de desenmascarar el sustrato. Ésta es la sustancia frente a la cual la enzima ejerce su acción; químicamente es el mucopéptido o glucopéptido, polímero de grado elevado del monómero fundamental constituido por N-acetilglucosamina + ácido acetilmurámico + polipéptido. La lisozima actúa rompiendo la unión entre la N-acetilglucosamina y el acetilmurámico.

La lisozima tiene igualmente otras propiedades: antiinflamatorias, antihistámicas, analgésicas, hemostáticas y cicatrizantes.

*Otras enzimas lagrimales.* Otras enzimas aparte de la lisozima existen normalmente en las lágrimas, tales son: la plasmína, la colinesterasa, fosfatasa ácida y alcalinas, y amilasa.

Frienland (1972) ha puesto en evidencia en las lágrimas un factor antibacteriano, independiente de la lisozima, cuya actividad sería 200 veces mayor que la de ésta.

*Células en suspensión en la lágrima.* Normalmente existen en la lágrima células en suspensión, cuyo número ha sido calculado aproximadamente en 500.000 por mm<sup>3</sup>.

Estas células son de naturaleza epitelial, descamadas, y también gérmenes saprofitos.

#### EXAMEN CLÍNICO DE LA FUNCIÓN LAGRIMAL

Para visualizar el filme lagrimal pre-corneal se coloca un papel de fluoresceína

na en el ángulo externo de la hendidura palpebral, y después de que el sujeto realice algunos parpadeos vemos aparecer una bella fluorescencia verde sobre toda la córnea, siendo característico que la luminiscencia no recubre la conjuntiva, pero sí es muy manifiesta en los llamados ríos o corrientes superior e inferior, lugar donde contactan los párpados con la superficie del globo ocular.

Con el empleo experimental de microfóculas de hierro se demuestra lo siguiente:

—La particular dinámica de las dos corrientes o ríos palpebrales, observándose su marcha en dirección de los puntos lagrimales.

—Como el filme lagrimal está verdaderamente limitado a la superficie corneal, no hay que olvidar la presencia de las microvellosidades del epitelio de la córnea.

—Que las zonas de ruptura de la estabilidad del filme lagrimal se convierten en unas zonas de interrupción del paso a las microfóculas.

La secreción lagrimal puede ser valorada con la ayuda de la lámpara de hendidura, apoyándonos en los siguientes puntos:

Aspecto del río o menisco lagrimal inferior:

—Valoración volumétrica de su sección óptica. Una buena secreción lagrimal se traduce por un buen triángulo lagrimal en la sección óptica.

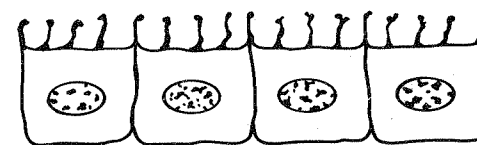
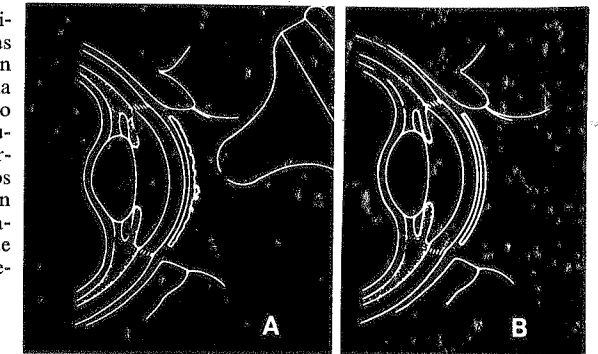


FIG. 5-6. Esquema exagerado para llamar la atención de la presencia de microvellosidades en las células superficiales del epitelio corneal. Éstas juegan un papel importante sobre el filme lagrimal.

FIG. 5-7. En los casos de sequedad lagrimal, por la desecación la superficie de las lentes hidrófilas se hace irregular (A), en cuyo caso la visión se hace borrosa. Si la superficie de la lentilla se hidrata con suero fisiológico o un producto similar (B) la superficie de la lentilla adquiere una superficie regular y la visión se normaliza. Estos problemas de los trastornos de la secreción lagrimal es lo que justifica la contraindicación de las lentillas en estos casos y que hacen que el paciente deba ser tratado previamente por el médico.



—Rapidez de la circulación de los detritos en suspensión.

—Ausencia de pliegues conjuntivales colgando en delantal sobre el reborde palpebral inferior. Hay que desconfiar de las conjuntivas muy flácidas.

—El control biomicroscópico debe realizarse con una hendidura estrecha y con una intensidad luminosa media.

Seguidamente vamos a estudiar las distintas pruebas propuestas para el estudio de las lágrimas, dado que es la secreción lagrimal uno de los puntos capitales en la adaptación de lentes de contacto, pues las anomalías de ésta normalmente lleva consigo serios problemas para la utilización de una prótesis de contacto.

El empleo de papel en tiras para medir la cantidad de la secreción lagrimal se debe a Otto Schirmer (1903), pero inicialmente las tiras eran esterilizadas por preparados químicos, principalmente por trioximetileno, productos que inducen una secreción refleja importante, capaz de enmascarar una hiposecreción lagrimal. A partir del año 1970, el papel es esterilizado por medio de rayos ultravioleta o rayos gamma, con lo que se evita los inconvenientes de una esterilización química.

La absorción del papel Whatman n.º 1 es función de las soluciones puestas en contacto con él, así como de la posición en que se coloca el papel. De acuerdo con

esto último, la tira deberá siempre ser colocada en idéntica posición, es decir, verticalmente a lo largo de la mejilla.

#### Pruebas cuantitativas

Estas pruebas tienen por finalidad la exploración de la capa acuosa del filme lagrimal. Esta capa acuosa es secretada por las glándulas lagrimales propiamente dichas cuando la secreción es de origen reflejo y por las glándulas conjuntivales de Krause y Wolfring para la secreción basal.

Las pruebas que pueden realizarse para la medición cuantitativa de las lágrimas son las siguientes:

- Prueba de Schirmer I.
- Prueba de secreción basal.
- Prueba de Schirmer II.
- Prueba de Schirmer III.
- Prueba del rosa de Bengala.
- Prueba de dilución de Norn.

#### Prueba de Schirmer I

Es la más empleada en la práctica a pesar de su poca especificidad. Su fin es medir la secreción total de lágrimas (basal + reflejo). Con el fin de realizar esta prueba lo más correctamente posible es preciso tomar una serie de precauciones como son:

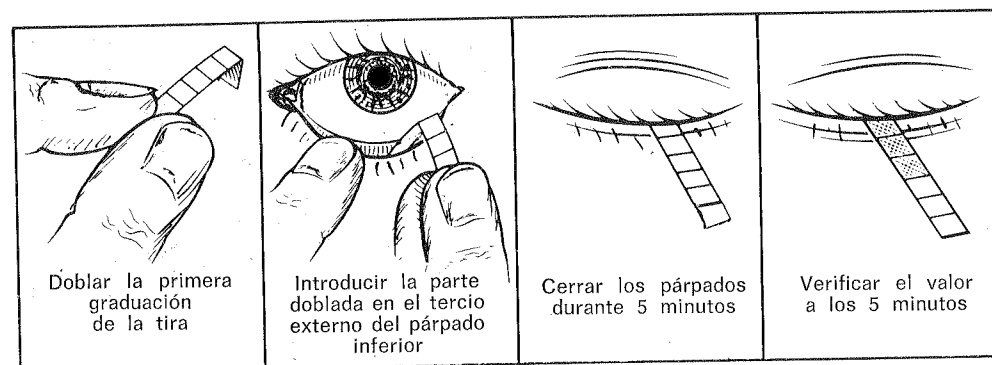


FIG. 5-8. Prueba de Schirmer I. Con esta prueba se mide la secreción basal + la secreción refleja.

- Explicar al paciente lo inocuo de la prueba y que permanezca tranquilo durante su desarrollo.
- Evitar iluminaciones excesivas antes y durante la prueba.
- No instilar ningún colirio antes del examen, en particular anestésicos y sedantes.
- El paciente deberá estar cómodamente sentado y la habitación débilmente iluminada.

Para realizar la prueba de Schirmer se utilizará papel de filtro Whatman n.º 1 de 50 mm de longitud por 5 mm de ancho, de 2/100 mm de espesor y doblado 5 mm en su extremidad que se aplica so-



FIG. 5-9. Aspecto de la tira de papel con las primeras graduaciones humedecidas por la lágrima.

bre el ojo. El papel estará esterilizado a los rayos ultravioleta. Aparece grabado cada 5 mm por medio de una raya impresa. En el extremo doblado para la introducción en el ojo el trazo es más grueso. Se introduce en el punto de unión del tercio externo y del tercio medio del párpado. La maniobra se realizará con suavidad y se evitará en todo lo posible irritar el ojo. Una vez colocado, el sujeto permanecerá con los ojos cerrados todo el tiempo en que se realice la prueba (durante cinco minutos).

La medida de la cantidad de lágrimas secretadas se realiza gracias a las graduaciones que cada 5 mm aparecen señaladas sobre el papel, las cuales aparecerán humedecidas en una longitud mayor o menor según el caudal lagrimal.

En el caso de que la banda se humedezca totalmente antes de los cinco minutos, se cambiará por otra, para medir la longitud total en aquel tiempo.

Los resultados de las pruebas de Schirmer se expresan en el número de graduaciones en el tiempo:

$$\text{Secreción lagrimal} = \frac{\text{Número de graduaciones}}{\text{tiempo}}$$

En el sujeto normal, la longitud humedecida en cinco minutos está comprendida entre 10 y 30 mm. Si la longitud de pa-

pel humedecido sobrepasa los 30 mm en 5 minutos se trata de una hipersecreción acuosa refleja. Si la longitud de papel humedecido es inferior o igual a 5 mm indica una hiposecreción acuosa basal.

Parece ser que la absorción en función de la cantidad de papel puesto en contacto, es decir, de la longitud del papel introducido en contacto con la conjuntiva, no parece tener una importancia notable en los resultados.

#### Prueba de la secreción basal

Esta prueba está destinada a la medida de la secreción lagrimal previo bloqueo de la secreción refleja, por lo que únicamente se explora la secreción acuosa basal.

El método es similar al del Schirmer I, con la diferencia de que ahora antes de iniciar la determinación hemos instilado una o dos gotas de un colirio anestésico, preferible la novesina. La aplicación del anestésico tiene por fin anular toda secreción refleja, al interrumpir el arco reflejo.

La diferencia existente entre la prueba de Schirmer I y la prueba de secreción basal nos da el valor de la secreción refleja.

$$\begin{aligned} \text{Secreción refleja} &= \\ &= \text{secreción total (Schirmer I)} - \\ &\quad - \text{secreción basal.} \end{aligned}$$

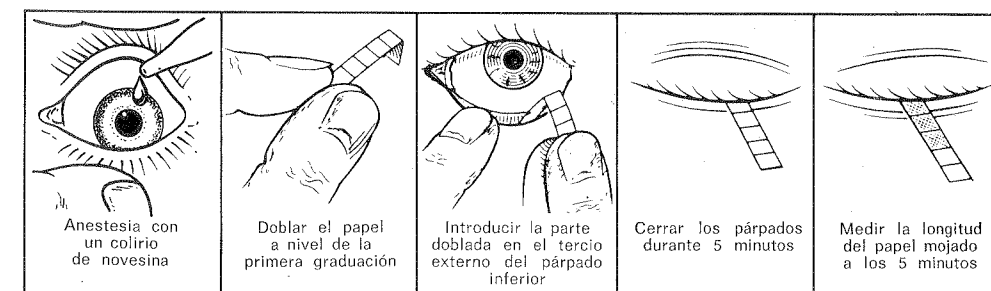


FIG. 5-11. Prueba de secreción basal.

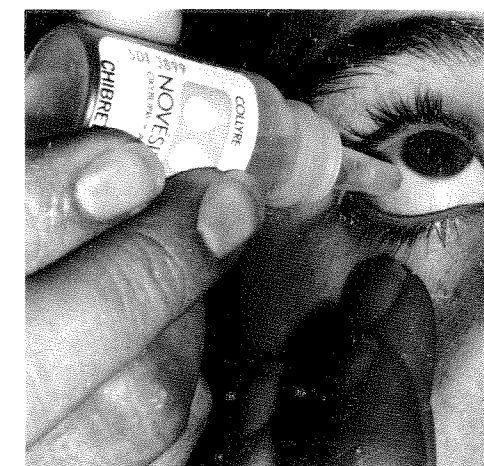


FIG. 5-10. Aplicación del colirio anestésico de novesina. Este medicamento es el anestésico más adecuado para su empleo en contactología.

#### Prueba de Schirmer II

Tiene por finalidad la medida de la secreción lagrimal refleja.

La prueba se realiza de la misma manera que en la determinación de la secreción lagrimal basal, pero excitando la mucosa nasal del individuo por medio de un algodón seco que la irrite por fricción. En la mucosa nasal no se deberá aplicar ningún anestésico.

La medición de la banda de papel colocada en el ojo se deberá realizar al finalizar los 2 minutos.

Una longitud de papel humedecido inferior a los 15 mm al finalizar los 2 minutos es indicativa de una insuficiencia de la secreción lagrimal refleja.



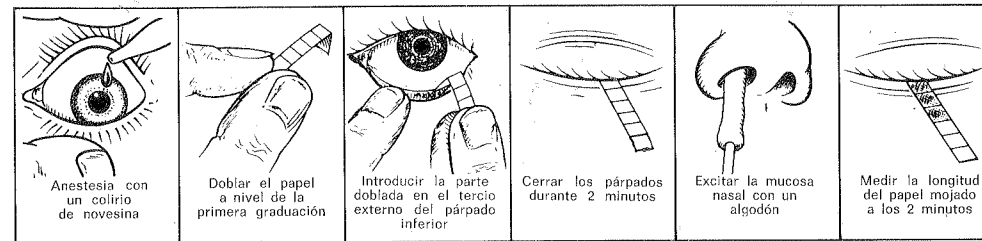


FIG. 5-12. Prueba de Schirmer II. Con esta prueba se mide la secreción refleja.

### Prueba de Schirmer III

Esta prueba es apenas utilizada pues presenta dificultades para su ejecución.

Estudia la secreción lagrimal refleja, pero a diferencia del Schirmer II la estimulación se realiza provocada por el sol.

### Prueba del rosa de Bengala

Esta prueba tiene por finalidad la exploración indirecta de la reducción del volumen de lágrimas.

La prueba se realiza de la manera siguiente:

—Previamente se anestesia la córnea y conjuntiva mediante la instilación de un colirio de novesina, aplicando una o dos gotas en el fondo del saco conjuntival.

—Después se instila una gota de la solución de rosa de Bengala al 1 por 100 en el fondo de saco conjuntival de ambos ojos.

—Transcurridos 30 segundos a la instilación del rosa de Bengala, se realiza un lavado del fondo del saco conjuntival mediante una solución de suero fisiológico al 0,9 por 100.

—Inmediatamente después del lavado se realiza un examen con la lámpara de hendidura, buscando los puntos y zonas que aparecen coloreados en rojo.

El colorante vital rosa de Bengala tiene la propiedad de impregnar o teñir las

células degeneradas o muertas, sobre las cuales se fija electivamente.

La reducción del caudal lagrimal da origen a una degeneración de las células epiteliales corneconjuntivales, en particular en la zona de la hendidura palpebral.

En los casos que la prueba del rosa de Bengala es positivo, aparecen dos triángulos punteados cuyas bases corresponden al limbo esclerocorneal y que se extienden por la conjuntiva del lado nasal y temporal en el área descubierta de la hendidura palpebral. La zona corneal afectada y que aparece con un punteado rojo es la que se extiende en los dos tercios inferiores.

La prueba del rosa de Bengala ha querido ser cuantificada según la extensión de las zonas degeneradas o necrosadas.

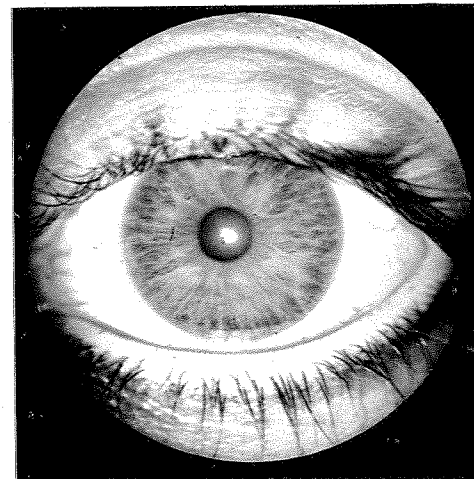


FIG. 5-13. Márgenes lagrimales.



FIG. 5-14. Prueba con rosa de Bengala positiva (II).

Las lesiones corneconjuntivales que pone en evidencia la prueba del rosa de Bengala pueden agruparse en tres tipos:

1. *Tipo A.* Dos anchos triángulos rojos que ocupan la conjuntiva a cada lado de la córnea, y vértice en los ángulos interno y externo de la conjuntiva, impregnando también el segmento inferior de la córnea.

2. *Tipo B.* La coloración está reducida a una banda estrecha con el mismo emplazamiento citado anteriormente.

3. *Tipo C.* Coloración microscópica no homogénea, donde únicamente se ven manchas diseminadas.

Los tipos A, B y C son denominados también grados 1.º, 2.º y 3.º respectivamente.

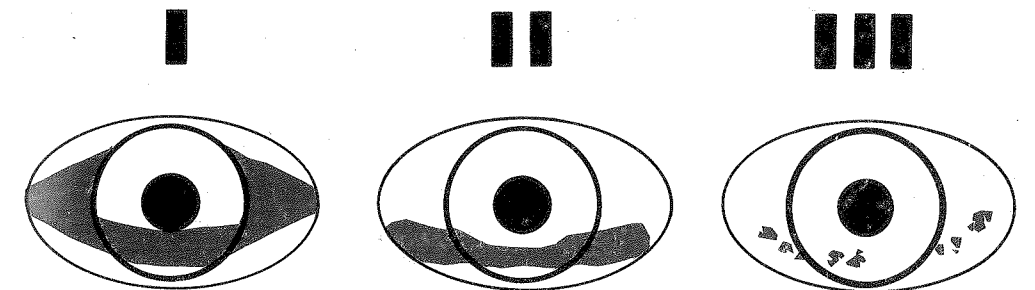


FIG. 5-15. Pruebas con rosa de Bengala al 2 por 100.

mente. Una causa de error puede ser la aparición de una zona coloreada roja en el punto donde se aplicó anteriormente papel de filtro para realizar un Schirmer.

### Prueba de dilución de Norn

Por este método es estudiada la disminución de la secreción de las lágrimas mediante la utilización de una mezcla de rosa de Bengala y de fluoresceína que se instila en el fondo del saco conjuntival (0,01 ml).

La mezcla de rosa de Bengala y fluoresceína da una coloración roja intensa al flujo lagrimal inmediatamente a su aplicación, pero en condiciones normales después de transcurrir cinco minutos el colorante se diluye en las lágrimas y la coloración a la lámpara de hendidura aparecerá de color amarillo o naranja pálido.

En el caso de un ojo afecto de una reducción de la secreción, a la observación biomicroscópica la secreción aparecerá de una coloración roja, por no existir dilución suficiente.

### Pruebas cualitativas de la secreción lagrimal

En las pruebas cualitativas de la secreción lagrimal se estudian esencialmente: examen de la secreción mucosa, examen de las proteínas lagrimales y tiempo

de humectación o estabilidad de la película lagrimal.

Las pruebas cualitativas de la secreción lagrimal son poco empleadas en oftalmología; su mayor empleo en la práctica, en estos últimos años, ha sido por el empleo masivo de las lentes de contacto.

Examen de la secreción mucosa

El mucus en la lágrima juega el importante papel de disminuir la tensión superficial de las lágrimas y convertir la superficie hidrófoba del epitelio corneal en una superficie humectante hidrófila.

Así como en clínica el examen de la valoración del mucus es importante en algunas enfermedades oculares, como puede ser el pseudópigo ocular, en contactología contrariamente no es empleado.

Los métodos para apreciar la secreción mucosa son:

*Coloración vital específica al azul alcian.* En este método se emplea una mezcla de tetrazolio y azul alcian, de la que se instila en el ojo 0,01 ml.

En el caso de un sujeto normal, mediante la lámpara de hendidura se observa en el fondo de saco conjuntival inferior un filamento de mucus, el cual aparece muy netamente coloreado en azul. En el ojo patológico no existe este filamento; solamente algún trazo de coloración azulada.

Cuando el filamento aparece coloreado de rojo por el tetrazolio, ello traduce la presencia de una sobreinfección.

*Reacción al PAS.* Tiene por finalidad la determinación de la presencia de mucus. Para la realización de este método se utiliza una banda de algodón colocada en el fondo de un saco conjuntival inferior durante 5 minutos. La conjuntiva no será anestesiada y el algodón será de unas dimensiones aproximadas de 1 cm de largo y unos 3 mm de grosor.

Al finalizar los 5 minutos, el trozo de algodón es retirado del fondo de saco conjuntival y colocado en una placa de vidrio en presencia del reactivo PAS. El cambio de coloración es puesto en evidencia un minuto más tarde y se compara con una muestra reconocida como normal.

Cuando existe mucus se ve aparecer una coloración violeta oscura sobre el algodón con el que hicimos la prueba, por lo que la prueba se considera positiva. Si la coloración del algodón no se modifica, la prueba se considera negativa.

*Biopsia conjuntival.* Para la determinación del mucus en la secreción lagrimal también se emplea la biopsia conjuntival, pues determinando el número de células mucosas podemos valorar la importancia del déficit mucoso.

Para realizar la biopsia conjuntival se ejecuta de la manera siguiente:

—Anestesia local, mediante la instilación de un colirio anestésico (novesina, tetracaína, etc.), repetida varias veces durante dos minutos.

—Colocación de un blefarostato.

—Toma de un colgajo conjuntival de 5 mm de largo por 2 mm de ancho de la parte inferior del sector nasal.

—Colocación del colgajo extirpado sobre una lámina portaobjetos.

—La toma es colocada en una solución de alcohol de 95° y coloreada por el PAS.

La conjuntiva en condiciones normales en el sector donde se realiza la toma contiene de 10 a 15 células mucosas por campo a una amplificación de 200 aumentos. Cuando existe un déficit mucoso la biopsia conjuntival pone en evidencia una disminución o hasta una ausencia del número de células mucosas.

En la actualidad está en estudio y con resultados prometedores la valoración del

PRUEBAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE LA FUNCIÓN LAGRIMAL  
(SEGÚN MORAX Y SARAUX.)

	Tipo de exploración	Modalidades prácticas	Resultados
Prueba de Schirmer I	Estudio cuantitativo de la secreción lagrimal total (basal + refleja)	— Sin preparación — Sin anestesia — Tira de papel en el tercio externo del ojo	10 mm a los 5 min.: hiposecreción global 5 mm a los 5 min.: hiposecreción basal
Prueba de secreción basal	Estudio cuantitativo de la secreción lagrimal basal	— Anestésico de contacto conjuntival	
Prueba de Shirmer II	Estudio cuantitativo de la secreción lagrimal refleja	— Anestésico de contacto conjuntival después de excitación de la mucosa nasal	15 mm a los 2 min.: hiposecreción
Prueba del rosa de Bengala	Estudio cuantitativo global indirecto de la secreción lagrimal	— Impregnación de la conjuntiva o de la córnea	3,5 patológica
Prueba de dilución de Norn (rosa de Bengala + fluoresceína)	Estudio global de la secreción lagrimal		color rojo: hiposecreción. color amarillo pálido: secreción normal
Prueba con el azul de alcian	Estudio cualitativo de la secreción mucosa conjuntival	— Instilación de azul de alcian en el fondo de saco conjuntival	ausencia de coloración azul: déficit de mucus.
Biopsia conjuntival	Estudio cualitativo y cuantitativo de las células de la secreción mucosa conjuntival	— Toma de un colgajo en el fornix inferior.	
Determinación de la lisozima de las lágrimas	Estudio cualitativo de las lágrimas	— Lágrimas en un medio Agar y estudio de la lisis a las 24 horas	disminución del poder de lisis en los síndromes secos.
Prueba de humectación corneal	Estabilidad del filme lagrimal	— Tiempo de aparición de las zonas de desecación corneal	25 seg.: filme lagrimal estable 15 seg.: filme lagrimal inestable

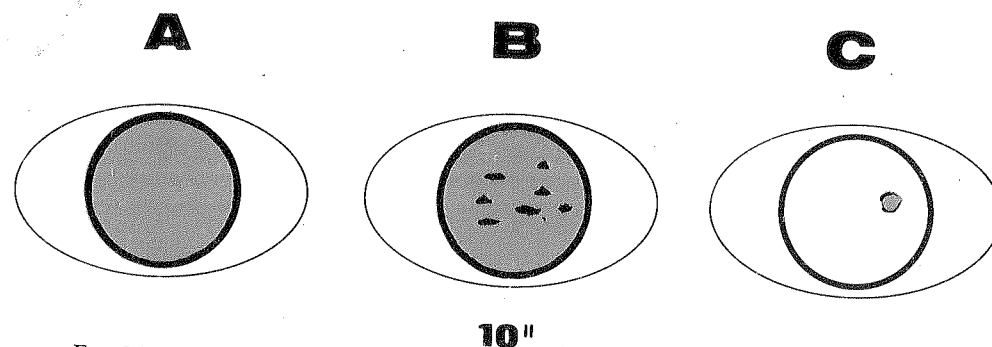


FIG. 5-16. Prueba de la fluoresceína para determinar la estabilidad de la película lagrimal.

mucus mediante la dosificación de la hexosamina.

#### Estabilidad del filme lagrimal

Esta es la prueba más utilizada en contactología para el estudio de la calidad del filme lagrimal.

#### Examen de las proteínas lagrimales

Uno de los exámenes más practicados para el estudio de las proteínas de la lágrima es la valoración de la lisozima. El método empleado para ello consiste en poner en presencia de lágrimas un medio de Agar, lo cual se realiza de la manera siguiente:

—Se coloca en el fondo de saco conjuntival un trozo de 5 mm de una banda de papel de Schirmer y se recubre por el párpado inferior.

—El papel se retirará cuando esté totalmente humedecido.

—Si el papel contiene un exceso de líquido se le seca con un papel de filtro.

—La banda se coloca en un medio de Agar.

—Después de 24 horas de incubación a 37 °C se mide la zona de migración a partir de la extremidad de la lisozima.

—La medición se realiza mediante una lectura con un sistema óptico amplificador. Un valor igual o superior a 21,5 mm indica normalidad en la acción lisozímica de las lágrimas.

Se considera que un filme lagrimal es estable cuando el líquido humecta espontáneamente y de una manera total la superficie sólida corneoconjuntival sobre la cual reposa.

También es posible formar un filme lagrimal relativamente espeso sobre una superficie no mojable.

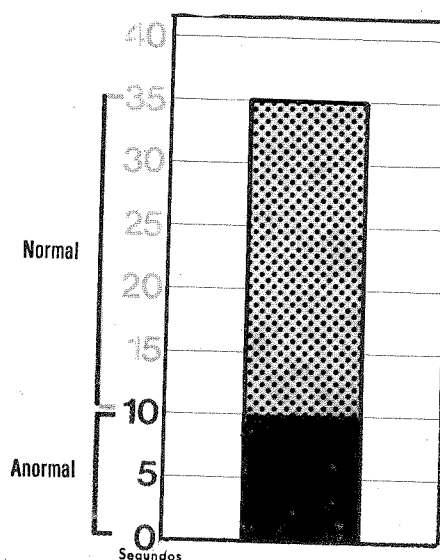


FIG. 5-17. Tiempo de ruptura del filme lagrimal.

#### La secreción lagrimal

La estabilidad del filme es tanto mayor cuanto mayor sea su adelgazamiento sin originarse su ruptura. Los elementos que condicionan la estabilidad del filme lagrimal son en la actualidad mal conocidos, si bien sabemos la importancia esencial del mucus. En circunstancias fisiológicas, el filme lagrimal es estable en el espacio de tiempo que separa dos parpadeos.

Si después de un parpadeo se evita el cierre palpebral, transcurrido cierto tiempo se va a producir la ruptura del filme lagrimal, y van a aparecer unas zonas secas no humectadas por la película lagrimal.

En la práctica, el método más simple para estudiar la estabilidad del filme lagrimal es la medida del tiempo que es necesario que transcurra para la aparición de estas zonas secas. Esta prueba ha sido denominada por Norn, en 1969, *tiempo de humectación corneal*. Esta prueba también se conoce con las siglas BUT («break up time»). La aparición de zonas de desecación bajo la luz cobalto al biomicroscopio es signo de un filme lagrimal de calidad mediocre.

Las zonas de desaparición de la fluorescencia o de roturas del filme lagrimal pueden ser:

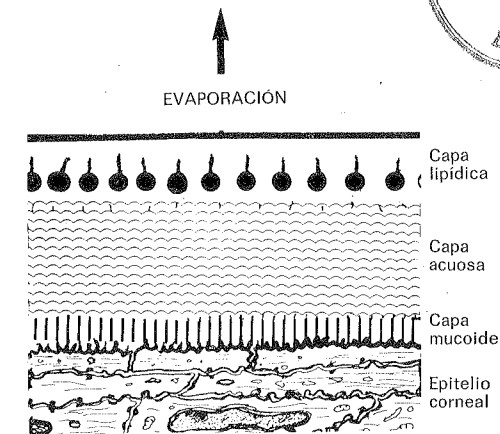
—Localizadas pero de situación constante en observaciones sucesivas.

—Localizadas pero de situación variable en cada observación.

En el primer caso de los citados anteriormente se pensará en una causa corneal o palpebral. En el segundo caso corresponde más bien a una anomalía de la capa mucoide o lipídica.

La prueba de estabilidad del filme lagrimal se realiza de la manera siguiente:

—Instilación de una solución de fluoresceína sin anestesia en el fondo de saco conjuntival inferior.



I. FILME LAGRIMAL ESTABLE

II. ADELGAZAMIENTO LOCAL

III. FORMACIÓN DE UNA MANCHA SECA

FIG. 5-18. Mecanismo de ruptura del filme lagrimal.

Debemos señalar aquí que el filme es artificialmente alterado por los colirios anestésicos, en particular por la cocaína y las sustancias surfactantes catiónicas.

—Observación de la película lagrimal al biomicroscopio con luz cobalto con una hendidura estrecha.

—Se ordenará al paciente parpadear y, después de abrir los ojos, con la mirada de frente y adelante se medirá el tiempo de aparición de las zonas de desecación de la córnea.

—Se repetirá este examen tres veces y se anotarán la situación y el número de zonas de desecación.

Para la lectura de los resultados hay que considerar que un filme inestable tiene un tiempo de humectación inferior a 10 ó 15 segundos. Los valores iguales a estas cifras indican una estabilidad normal de la película lagrimal.

Respecto al citado tiempo de aparición de las zonas azules sobre la fluorescencia verde, todos los autores están de acuerdo en considerar que cuando aparecen antes de los diez segundos se puede hablar de un filme patológico.

Cuando en el examen se observa una zona de desecación que ocupa siempre la misma posición, con frecuencia se trata de una anomalía del epitelio corneal, como puede ser una erosión.

#### TERAPÉUTICA EN LOS TRASTORNOS DE LA SECRECIÓN LAGRIMAL

Un trastorno lipídico puede estar en relación con la presencia de una infestación por el *Demodex folliculorum hominis*, cuya existencia puede notarse por la presencia de una envoltura translúcida en la base de las pestañas. De este problema volveremos a hablar en el capítulo dedicado al examen previo.

Es de gran interés el *tratamiento médico* de los problemas de la secreción la-

grimal, dado que con la actuación del oftalmólogo en estos casos se pueden solucionar gran número de casos en los que su trastorno patológico constituiría una seria contraindicación al empleo de lentes de contacto.

Ante la presencia de un trastorno de la secreción lagrimal, es únicamente el médico quien reúne los conocimientos científicos y legales para poder prescribir un tratamiento medicamentoso.

Teniendo en cuenta que la lágrima comprende tres fases, lipídica, hídrica y mucóide, antes de prescribir un tratamiento deberemos conocer qué fases se encuentran afectadas para actuar de una manera específica sobre ellas.

La acción más eficaz sobre la secreción hídrica (glándulas de Krause y Wolfring) se obtiene con simpaticolíticos, derivados yodados y la belladona 15 CH.

Para actuar sobre la fase mucóide (células mucoides, criptas de Henle y glándulas de Manz) se recurrirá a un tratamiento a base de vitaminoterapia A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> y la cistina, obteniéndose algunos resultados positivos.

Para actuar sobre la fase lipídica utilizaremos el bepantene y la biotina. En los casos que exista una infestación por el *Demodex folliculorum hominis*, la aplicación de una pomada de óxido de mercurio al 1 por 100 da buenos resultados.

Un medicamento que merece especial atención respecto a las hiposecreciones lagrimales es la eleoisisina trifluoracetato, producto comercializado con el nombre de *Eloisin*. Este producto es un endocáptido que fue aislado por vez primera a partir de las glándulas salivares de un molusco cefalópodo (*Eledone moschata*), pero que en la actualidad se obtiene sintéticamente. Sus efectos terapéuticos se caracterizan por conseguir una estimulación de las glándulas lagrimales. El *Eloisin* se utiliza normalmente mediante la instilación conjuntival de 1 gota 3 veces al día, bajo control médico.

Los déficit cualitativos en los componentes lipoides y mucoides son más difíciles de corregir que cuando es la fase hídrica la afectada.

En la actualidad diversos laboratorios trabajan para la consecución de un sustituto de la lágrima, para su aplicación práctica en los casos de déficit de las fases mucosa e hídrica. Esto indica la importancia que tiene conseguir un producto con fuerte afinidad por la superficie corneal. Entre los productos logrados

hasta la fecha merece ser citado el producto comercializado con el nombre de *Tears Naturale*. Este preparado está basado en la obtención de un polímero que imita la mucina conjuntival, de tal manera que pueda normalizar los estados deficitarios de mucina, así como aumentar el tiempo de retención en los déficit hídricos, consecuencia de la adsorción del polímero en la superficie corneal. Este producto actúa igualmente de una manera favorable sobre el tiempo de ruptura del filme lagrimal.