

## LÁGRIMA E LENTES DE CONTATO (\*)

- I. Índice de refração lacrimal.
- II. Medida da tensão superficial da lágrima humana "in loco".

Almiro Pinto de Azeredo \*\*

Ocupando espaço entre as pálpebras e superfície anterior do olho, as lentes de contato corneanas, mesmo quando bem confeccionadas traumatizam. O olho não foi feito tendo-as em mira, são corpos estranhos, afinal. Somente depois de algum tempo, variável conforme o paciente, há tolerância, graças à elevação do limiar de sensibilidade da córnea e das bordas palpebrais, num fenômeno que tem muita influência psicológica.

Importantes para a sustentação da lente diante da córnea são a pressão atmosférica (760 mm Hg ao nível do mar) e a tensão superficial do menisco lacrimal subjacente.

As lentes de contato perturbam a estratificação do filme lacrimal, como sabemos, uma solução coloidal aquosa diluída de macromoléculas (mucina, IgA, IgG, albumina, lisosíma) onde estão, também dissolvidas moléculas menores (glicose, aminoácidos, uréia), íons (Na, K, Cl) e gases (oxigênio, bióxido de carbono, nitrogênio). Mas, entre esse líquido descrito e a atmosfera dispõe-se uma camada lipídica, provavelmente, monomolecular.

Colocada, a lente de contato represa lágrima entre ela e a superfície corneana. A lágrima represada deverá renovar-se a cada pestanejo a fim da córnea não sofrer danos. Os movimentos palpebrais determinam um bombeamento sublenticular que, possivelmente, decompõe a mencionada estratificação do filme lacrimal precorneano, por rutura da camada lipídica. Não sabemos, ainda, se essa estratificação, também, se refaz diante da lente (21).

A manutenção da fisiologia normal da córnea depende da consistência do material lenticular. Quando rígido (acrílico) haverá mais facilidade de bombeamento lacrimal sublenticular, embora sejam inevitáveis microtraumatismos dos epitélios da córnea e das bordas palpebrais. Se a lente for de material flexível (mole) seus poros e interstícios deixam passar certas moléculas, principalmente água, a imbibição hidrica aumentando-lhe o peso e modificando-lhe o perfil. Possível, até, a adsorção de íons e moléculas da lágrima à superfície da lente (radicais livres) ou, então, a absorção dos mesmos nas malhas do polímero (19).

Convém lembrar a necessidade dos íons sódio e potássio para o equilíbrio hídrico da córnea, os quais, com o obstáculo da lente de contato, podem não alcançá-la naqueles níveis adequados, prejudicando-lhe a transparéncia (edema da córnea). Além disso, os mencionados íons são necessários ao transporte da glicose e de aminoácidos para o epitélio da córnea. Especialistas em lentes de contato, entretanto, costumam atribuir tais distúrbios hídricos da córnea e deficiências na captação direta do oxigênio atmosférico, quando há a barreira da lente (10, 11, 22, 24, 25). Claro, o oxigênio é vital para os tecidos mas, para não lesá-los, tem que atingi-los numa tensão menor que a do ar. A natureza diferenciou os alvéolos pulmonares para essa captação do oxigênio. A tensão do oxigênio atmosférico é de 150 mm Hg e diminui à medida que se interioriza no corpo. O gás atravessa os alvéolos para atingir, logo, a rede capilar subjacente, onde é captado pela hemoglobina das hemácias, que o transporta até os capilares dos diferentes tecidos. Daí, difunde-se no líquido intersticial, mas já com a tensão gasosa bem diminuída, em torno de 40 mm de Hg (17). Então, penetra as células, onde ocorre a respiração, nas mitocôndrias dispersas no citoplasma (aerobiose, ciclo de Krebs). Essa suposição de que o oxigênio atmosférico é diretamente aproveitado pela córnea naquelas altas tensões atmosféricas baseia-se em algumas experiências, que necessitam de revisão ou de reinterpretação (9, 10, 11, 24). Não será porque há contato atmosférico quase direto (lágrima de permeio), que se deva admitir o fato. A pele, por exemplo, com área enorme, justaposta ao ar, não respira diretamente o oxigênio atmosférico, mas recebe-o da rede capilar dérmica, naquelas tensões rebaixadas toleradas pelos tecidos.

A própria ultra-estrutura corneana sugere-nos a desnecessidade desse uso direto sob tão forte tensão. Há poucas e pequenas mitocôndrias nas células do epitélio corneano e o estroma da mesma é, praticamente, composto de glicoproteínas, um componente, também, característico de tecidos avasculares, de metabolismo de intensidade menor (cartilagem, humor vítreo). Relembremos, ainda, outra vantagem estrutural da córnea, onde a tessitura fibrilar coláge-

\* Apresentado no Congresso Brasileiro de Oftalmologia, Rio de Janeiro, setembro de 1977.

\*\* Professor de Oftalmologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

na do estroma se dispõe de limbo a limbo, criando espaços interfibrilares finíssimos, adequados aos fenômenos de capilaridade, provavelmente suficientes para o transporte de fluidos originados na rede de micro-vasos do limbo, inclusive o oxigênio já com tensão rebaixada.

A interdependência entre lágrima e córnea torna inevitável certa agressão das lentes de contato ao sistema, por mais perfeitas que as fabriquemos. Indispensável, mesmo, é garantir a renovação lacrimal periódica a fim de haver higiene corneana.

Justamente esta inter-influência láctimo-corneana despertou-nos o interesse por algumas propriedades físico-químicas lacrimais importantes no equilíbrio metabólico da córnea quando do uso das lentes de contato. A literatura, entretanto, pareceu-nos reticente e, nesta publicação, relataremos aspectos de nosso estudo sobre o índice de refração e a tensão superficial da lágrima humana. Outras características físico-químicas (difusibilidade gasosa, viscosidade, dispersão luminosa) são assunto para outra apresentação.

Vale ressaltar que tais estudos resultaram de nosso interesse em testar derivado celulósico que pretendíamos aplicar na fabricação de uma lente de contato, que poderíamos chamar "lente de papel".

#### I. Índice de refração da lágrima humana.

De início, convém destacar a noção de dióptro, ou seja, a interface entre dois meios de índice de refração diferentes. Dióptro não é sinônimo de lente, mas as lentes são limitadas por dois dióptros, embora, em certos estudos ópticos haja, às vezes, conveniência de considerarmos a lente sem espessura, reduzida a único dióptro.

O sistema óptico ocular consiste de vários dióptros e a interface formada entre o ar e a superfície livre do filme lacrimal diante da córnea é um deles. O filme lacrimal precorneano é um menisco de espessura aproximada de 6 micra, enquanto a da córnea é avaliada em 0,5 mm em sua zona óptica central, dai costume de excluir a lágrima quando discutem a óptica ocular. Mas, que seria da córnea sem essa camada líquida? Secundo-se a superfície anterior da córnea, inutilizamo-la opticamente. A microscopia eletrônica revela a irregularidade da face anterior da córnea, com ondulações, que ao corte parecem vilosidades de 0,1 a 0,2 micra, portanto, área de contato lacrimal aumentada favorecendo atividades absorvidas. O filme lacrimal possibilita uma interface regular, cria um dióptro.

Teoricamente podemos até supor que esse menisco lacrimal não seja de faces paralelas, pois a superfície anterior da córnea difere de curvatura no centro e na periferia e as bordas palpebrais móveis terão, provavelmente, seus efeitos na forma desse menisco. A refração da luz, isto é, a variação de sua velocidade ao atravessar meios, depende do grau de homogeneidade molecular do mesmo. Se a houver, a passagem luminosa terá velocidade igual em qualquer direção (isotropia). A córnea, porém, é estruturalmente variada, possui camadas de células e fibras, com índices diversos, dai as diferenças de velocidade da luz na mesma (anisotropia). O índice médio de refração corneana mais referido na literatura é 1,337 (Aubert) e o valor citado para a lágrima é 1,336 (von Roth) (5, 9, 26). Porque o trajeto luminoso é umas noventa vezes maior na córnea que no filme lacrimal, decorrências das espessuras, em geral, não destacam o dióptro ar-lágrima.

Nos sistemas ópticos, entretanto, importante é o conjunto, no qual todas as curvaturas e índices de refração contam no resultado final. Assim, na realidade, o dióptro inicial e de maior poder vergente está entre o ar e a lágrima. A correspondente curvatura do menisco lacrimal é igual à da face anterior da córnea, devido, também, à tensão interfacial.

#### MÉTODO E RESULTADOS

A fim de esclarecermos dúvidas quanto ao índice de refração da lágrima humana apontado na literatura, determinamo-la, também, nas amostras de dez indivíduos ocular e sistemicamente normais, com idades entre 20 e 30 anos.

Vale relembrar outro problema, os métodos usuais de coleta lacrimal ainda não satisfazem totalmente. Nossa preferência continua sendo a "lente de contato coleto-*ra*", pois nos parece, ainda, a melhor forma de obter amostras lacrimais com pouca agressão ocular e junto à desembocadura da glândula lacrimal principal (2, 3). Inevitavelmente, teremos misturas de secreções, isto é, de lágrima serosa (glândulas lacrimais) e lágrima mucinica (células caliciformes), condição que nos parece favorável para o objetivo do trabalho. Outra característica do método é o reduzido volume das amostras, pois não usa gases ou atrito para obtê-las, portanto amostras mais próximas da lágrima natural. Conforme já demonstramos em estudo anterior com as amostras de 75 indivíduos, entre 20 e 30 anos, ocular e sistemicamente normais, os volumes conseguidos com o método de "lente" variaram entre 0,2 e 1,2 ml, numa hora de coleta, correspondendo ao valor médio de 0,6 ml.

Obtidas, as amostras lacrimais eram colocadas na platina do refratômetro de Abbe (Zeiss), onde determinávamos o índice de refração de três amostras de cada indivíduo, que variou pouco entre eles (nunca

além de uma unidade milesimal). Descrições no refratômetro de Abbe (Zeiss, Bauch Lomb, American Optical) estão nos livros de física e físico-química, não constituem novidade. Permite o estudo do índice sob variação de temperatura mediante a circulação de água, devidamente aquecida ou resfriada, cujo valor é dado pelo termômetro incorporado ao aparelho (Fig. 1). Os valores médios por nós encontrados, algumas variações de temperatura estão na tabela seguinte (4, 7).

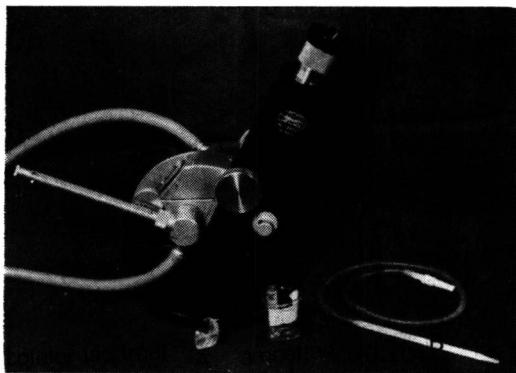


Fig. 1 — Refratômetro de Abbe (Zeiss) com o dispositivo coletor de lágrima (A), tubo aspirador (B) e tubos de armazenagem (C) das amostras lacrimais, usados na determinação do índice de refração da lágrima.

Abb refractometer with the device for collecting human lacrimal samples (A), aspirator tube (B) and tubules for keeping the samples used for the determination of the index of refraction of human tears.

Tabela 1 — Índice de refração — Lágrima humana. Refratômetro de Abbe (Zeiss).

10°C	1,335
15°C	1,335
20°C	1,334
25°C	1,334
30°C	1,333
35°C	1,333

## COMENTÁRIOS

Haveria repercussão óptica em consequência das variações da temperatura ambiente modificando o índice de refração da lágrima? Por exemplo, naquelas pessoas submetidas a frios intensos, do inverno, das câmaras frigoríficas, das fornalhas, etc, seriam apreciáveis esses efeitos? Naturalmente, nessas circunstâncias, outras características físico-químicas da lágrima, também, se alteram e uma das adaptações à agressão térmica é a lacrimação, a ponto de desfazer-se o menisco lacrimal, os olhos marejados de secreção. Mas, conforme se verifica nas medidas do índice feitas no refratômetro em diferentes temperaturas, essas variações ocorrem na casa dos milésimos de esponja colocada no fundo de saco conjuntival, mantendo-se o fluxo. São di-

vagações, que talvez mereçam consideração, portanto de efeito óptico ocular, praticamente, desprezível.

Outra indagação seria da possibilidade de prática de se alterar momentaneamente o índice de refração da lágrima mudando-lhe a composição com a mistura de líquido inerte de índice de refração elevado, numa espécie de "colírio refrator", de emergência, corrector temporário de pequenas hipermetropias ou presbiopias. E o efeito desse colírio talvez perdurasse se liberado de

Outra vantagem seria descobrir novos polímeros transparentes e flexíveis mas com índices elevados. A título de ilustração, os polímeros atualmente usados nas lentes de contato têm os índices assinalados na tabela seguinte, onde se vê a celulose com índice dos mais elevados (Tabela 2).

Tabela 2 — Polímeros transparentes  
Características ópticas

	Índice refração	Transmissão luz
acrílicos	1,48-1,5	92%
celulósicos	1,5	90%
poliestirênicos	1,59	88-90%
siliconio	1,40-1,99	90%

## II. Medida da tensão superficial da lágrima humana "in loco".

Todos conhecemos a experiência da flutuação de uma agulha de costura ou de uma lâmina de barbear quando colocadas, cuidadosamente, sobre a superfície da água sem turbulência. Fazer bolhas de água misturada ao sabão é diversão de crianças. Tudo se passa como se houvesse uma película elástica separando o líquido do ar, é o fenômeno da tensão superficial. Os oftalmologistas instilam seus colírios mediante vidros conta-gotas, outro exemplo utilitário de tensão superficial. E, já mencionamos, o menisco lacrimal mantém-se "aderido" à face anterior da córnea, repetindo-lhe a curvatura, em parte devido à tensão interfacial. Contra essa "adesividade" lacrimal à córnea atuam a força da gravidade e a movimentação periódica palpebral, que desloca a lágrima, beneficamente renovando-a.

As publicações oftalmológicas relativas à tensão superficial da lágrima descrevem vários métodos de avaliação, embora não nos pareça clara quanto à maneira de adaptá-los aos estudos oculares. Por isso, decidimos comprová-la obtendo a base comparativa para nossos estudos sobre as propriedades de um derivado celulósico que pretendímos na fabricação de lentes de contato.

Livros e revistas de física e físico-química explicam os diversos métodos de medida da tensão superficial e seria enfadonho descrevê-los todos (1, 4, 7, 12, 13, 14,

15). Um deles o "processo capilar" serve, geralmente, de comparação para a validade dos demais. Consiste no mergulho de tubos capilares (lumem de um milímetro ou fracion) num líquido que neles sobe, conforme a respectiva tensão superficial. Densidade e altura da coluna líquida, ângulo de contato da superfície livre do líquido com a parede do tubo são dados para o cálculo tensional. As naturezas do líquido e do material tubular influem na forma da superfície livre do líquido, côncava ou convexa, segundo haja molhamento, ou não, das paredes tubulares, respectivamente (8, 18). Aqui, outro conceito, o de ângulo de contato, indicativo do grau de "adesividade" entre um líquido e a superfície de um sólido, decorrência da tensão interfacial. Uma ilustração do fenômeno se consegue espalhando água sobre superfície lisa e bem limpa de vidro plano, molhando-a toda, porque o ângulo de contato é nulo. Mas, se untarmos de parafina a superfície do vidro, a água não mais se espalha, ao invés, forma gotas, há um ângulo de contato. Esse molhamento, ou não, da superfície de um sólido por um determinado líquido depende da natureza química de ambos e da textura da superfície sólida (polimento, irregularidades). Fácil depreender da importância do fato na adaptação das lentes de contato, pois as mesmas estão banhadas permanentemente de lágrima. Previsíveis, assim, valores diversos nessa tensão interfacial, conforme as naturezas químicas e físioco-químicas das lentes de contato e a composição da lágrima.

Em consequência, resolvemos determinar essas variações segundo o material de fabricação das lentes de contato, embora fosse, também, interessante estudar o fenômeno em função da modificação da composição lacrimal, mais difícil.

## MÉTODO E RESULTADOS

Medir a tensão superficial da lágrima "in loco" traz a vantagem de conhecê-la mantendo a estratificação natural do menisco lacrimal diante da córnea. O "método capilar" seria impossível, ocorrendo-nos então, a idéia de usarmos o "método do anel". Curiosamente, a literatura se refere a essas medidas com o tensímetro de Nouy, de tamanho avançado para o problema e apenas usável com pequenas amostras lacrimais acumuladas no laboratório. Mas essas amostras não conservam a estratificação natural.

Inicialmente, tentamos a experiência com anéis metálicos de aros achados obedecendo à curvatura da face anterior da córnea, abandonados, pois de fabricação difícil e necessariamente numerosos. Chegamos, até, a tentar um modelo acrílico correspondente à coroa cortada de uma lente de contato de 8 mm de diâmetro. Aca-

bamos concluindo que o aro do anel poderia ser mesmo cilíndrico e fizêmo-lo construir de platina e de aço inoxidável com diâmetros externo e interno de 8,2 e 8,1 mm, respectivamente. (Fig. 2).

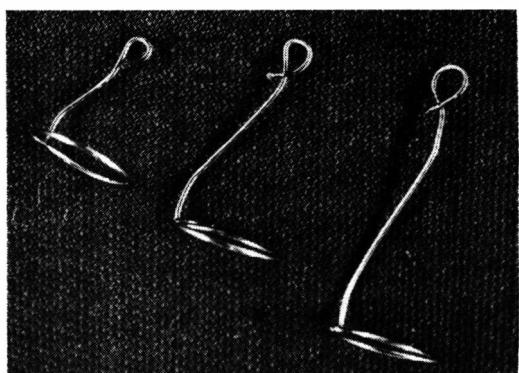


Fig. 2 — Anéis de platina para a medida da tensão superficial da lágrima humana «in loco».

Platinum rings for the determination of superficial tension of human tears «in loco».

Para estudar a tensão interfacial determinada por lentes de contato acrílicas ou celulósicas, a solução foi envolver esses anéis metálicos com o acrílico antes da polimerização e com o colódio solidificado por evaporação do solvente, no caso da celulose, porém, são tema doutra publicação. Neste trabalho relatamos apenas a determinação da tensão superficial da lágrima humana "in loco", com o anel de platina, base comparativa para as avaliações com outros materiais lenticulares. Para consegui-lo, tivemos que solucionar problemas que nos pareceram importantes. Um deles era a conveniência de não usarmos anestésico tópico, provável modificador da tensão superficial da lágrima. Conseguimos determinando as medidas em pacientes voluntários, devidamente esclarecidos (estudantes de medicina) e há algum tempo usando lentes de contato, portanto, com os limiares de sensibilidade corneana e das bordas palpebrais elevados. Outra maneira teria sido aproveitar pacientes eventualmente submetidos a anestesias gerais, mas, também, nesses casos, a lacrimação estaria, provavelmente, afetada.

Outra dificuldade era a diminuta espessura do menisco lacrimal avaliado pelos autores em torno de 6 micra. Isso torna, praticamente impossível o controle visual do exato momento de contato do anel com o filme lacrimal, bem como aquele no qual arrancamos o anel da lágrima, justamente as fases importantes para as medidas. Como sabemos, para destacar um anel que esteja flutuando num líquido sob o efeito da

tensão superficial, exerçeremos certa força que supere aquela exercida nas partes externa e interna do aro.

A maneira de solucionar a questão foi suspender o anel a um transdutor de tensão (Hewlett Packard modelo 1010) agarraado a um braço metálico. O movimento de aproximação e afastamento verticais do anel em relação ao menisco lacrimal era possível porque esse braço de sustentação do transdutor tinha os movimentos comandados por sistema micrométrico de um microscópio, devidamente adaptado (Fig. 3).

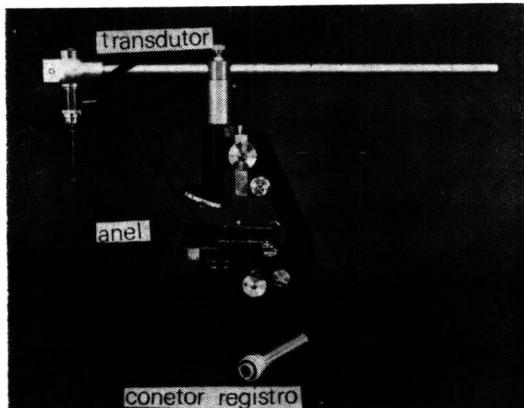


Fig. 3 — Anel suspenso ao transdutor de tensão (Hewlett Packard 1010) cujos deslocamentos de aproximação ou afastamento do filme lacrimal pre-corneano são comandados pelo mecanismo micrométrico de um microscópio.

Ring hanging from a tension transductor (Hewlett Packard 1010) which dislocations to and from the lacrimal precorneal film are controled by the micrometric device of a microscope.

A força de arrancamento do anel "aderido" à lágrima era transmitida pelo transdutor a um polígrafo (Hewlett Packard 7702) que a registrava.

A leveza do anel metálico tornava-o deslocável por correntes de ar, daí ser o exame realizado em ambiente sem turbulências.

Calibrado o instrumento mediante registros gráficos referentes a pesos conhecidos, em seguida, fazíamos a linha base do gráfico corresponder ao peso do anel.

Com o paciente confortavelmente deitado e sem usar colírio anestésico, aproximávamos o anel, bem centrado na córnea, até seu contato lacrimal. Depois, lentamente (parafuso micrométrico), elevávamos o anel até arrancá-lo do filme lacrimal. Essa operação correspondia ao registro de uma curva, cujo ramo ascendente alcançava um pico (arrancamento do anel) seguido de ramo descendente, que não atingia a linha zero do gráfico, porque perdurava pelicula líquida no vão do anel, com certo pelo (Fig. 4).

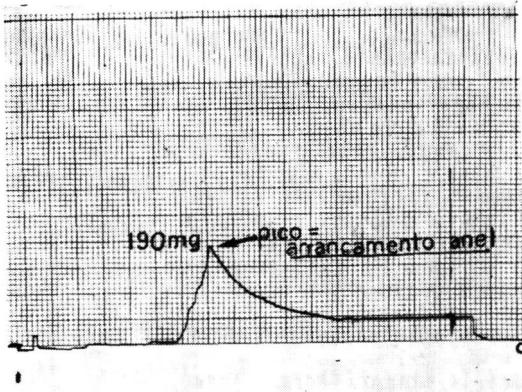


Fig. 4 — Exemplo de uma curva de registro do experimento para medir a tensão superficial da lágrima humana «in loco», correspondente a uma força de arrancamento do anel sobre o filme lacrimal da ordem de 190 mg.

Example of a registration curve of the experiment for the determination of the human lacrimal surface tension «in loco», equivalent to a detachment force from the tear film equal to 190 mg.

O valor da força de arrancamento do anel (pico da curva) mais a média dos diâmetros externo e interno do anel entram no cálculo da tensão, segundo a fórmula: (4, 11, 12, 14, 15)

$$f = \frac{F}{4 \pi r} \times g$$

onde "f" é a tensão superficial; "F", a força de arrancamento do anel; "r", o raio de curvatura do anel (médio) e "g" a força da gravidade.

Aplicando nessa fórmula a média das forças de arrancamento do anel de platina de diâmetro médio de 8,1 mm, em 6 pacientes voluntários, obtivemos o valor de 7,31 dines/cm para a tensão superficial da lágrima humana assim determinada «in loco».

Vale destacar que a variação da força de arrancamento do anel nas diferentes medidas foi pouca (188-193 mg).

#### COMENTÁRIOS

O método não é suficientemente simples para adotar na rotina clínica, mas tivemos interesse experimental. Exige pacientes cooperativos, pois o olho estará imóvel durante a prova. Além disso, o anel se aproxima e afasta do filme lacrimal em deslocações bem controladas o que demanda precisão. Forneceu-nos, porém, dados animadores para prosseguir na investigação.

ção com novos materiais e com modificações na textura das superfícies lenticulares de modo a variar, beneficamente, tensão interfacial.

Embora a temperatura interfira nos valores da tensão superficial não houve, ainda, como introduzi-la nos estudos "in loco" que não nos parece fundamental no problema em foco.

Temos, assim, duas maneiras básicas de alterar a tensão interfacial gerada no contato da lágrima com as lentes de contato: variar a natureza química ou a textura da superfície lenticular de um lado, modificar a composição da lágrima, do outro. Por exemplo marginalizando-se as lentes "molas", ou "semi-moles" com boas características tensão será maneira de diminuir-lhes o diâmetro. Melhor, talvez, descobrir novos materiais com que se fabriquem lentes "molas", ou "semi-moles" com as características ópticas e "adesividade" ideal. Foi como chegamos à celulose, polímero da glicose, muito difundido no mundo vegetal. Substituindo grupos OH de sua molécula, os químicos chegaram a numerosos derivados, entre eles o nitrato de celulose (celulóide), primeiro plástico fabricado pelo homem. Há muitos derivados (acetato, butirato, propionato, etc) mas interessou-nos o celofane. Esta celulose regenerada depois da passagem por uma série de subprodutos possui características interessantes. Transformam-na, geralmente, em folhas finíssimas (frações de milímetro) com índice de refração 1,5 e transmitindo até 90% da luz. O papel celofane é impermeável à água, se "envernizadas" suas superfícies com algumas resinas, por exemplo (6, 19). Devido à tensão longitudinal imposta às suas fibras durante a fabricação (calandragem) fica birrefringente. Essa birrefringência prejudica as qualidades ópticas, mas o celofane pode ser usado como película protetora de úlceras ou cirurgias de córnea, sob a forma de discos, aos quais é possível dar os perfis desejados. Isto se faz aplicando-os contra as correspondentes semi-esferas metálicas convenientemente aquecidas.

Além dessa procura de materiais novos clinicamente, haveria vantagem em idealizarmos métodos para determinar certas características físico-químicas da lágrima dos pacientes para a prescrição de lentes de contato. Na rotina só temos o teste de Schirmer, ou seja, a verificação do grau de molhamento do papel de filtro colocado no fundo de saco conjuntival inferior. É o modo prático de julgarmos o volume secretivo lacrimal. Mas ficamos sem recursos quando desejamos conhecer, por exemplo, a viscosidade ou a tensão superficial lacrimais.

#### SUMÁRIO

Convém ressaltar, sempre, que as lentes de contato são, na verdade, corpos estranhos. Exigem um período de adaptação alcançado quando o pa-

ciente consegue elevar os limiares de sensibilidade da córnea e das bordas palpebrais.

Provavelmente é incorreto o conceito de que a córnea utiliza, diretamente, oxigênio atmosférico, apesar das interessantes experimentações já realizadas para esclarecer o assunto. A alta tensão do oxigênio do ar (140-150 mm Hg) prejudicaria os tecidos, os quais aproveitam-no, somente, quando as tensões do gás atingem valores em torno dos 40 mm de Hg. O que importa, para não haver prejuízos corneanos, é a renovação lacrimal sub-lenticular periódica.

Porque havia interesse em testar um derivado celulósico na fabricação de lentes de contato, o autor reavaliou, também, o índice de refração da lágrima humana. Determinou-o no refratômetro de Abbe (Zeiss) sob diferentes temperaturas, os resultados assinalados na Tabela 1. As amostras lacrimais foram de 10 voluntários saudáveis com idades entre 20 e 30 anos. A coleta das amostras lacrimais se fazia com o dispositivo semelhante a uma lente de contato esclerótical, desenvolvida anos atrás (2, 3).

O menisco lacrimal diante da córnea é o primeiro e mais destacado dióptro do sistema visual onde há uma diferença de índices de 0,334. Sem esse filme lacrimal, a córnea não teria função óptica, pois sua superfície anterior é irregular, conforme demonstra a microscopia eletrônica. A córnea com a superfície seca é ópticamente inoperante. A curvatura do menisco lacrimal é igual à da face anterior da córnea que atua como curvatura modeladora, nisso influindo a tensão interfacial entre o menisco lacrimal e a superfície da córnea.

As lentes de contato estão mergulhadas na lágrima ou apoiadas à superfície do filme lacrimal devido à tensão superficial. Nesta tensão influem a composição química e estratificação do filme lacrimal, além da natureza molecular e da textura da superfície da lente de contato.

Justamente para verificar as influências dos vários tipos de material de fabricação das lentes de contato nessa tensão interfacial, determinou-se a tensão superficial da lágrima "in loco". Mediante anéis de platina de aros cilíndricos com 8,2 e 8,1 mm de diâmetros externo e interno, respectivamente.

Aproximação e afastamento do anel, em relação ao filme lacrimal precorneano se fez mediante dispositivo micrométrico de microscópio. O anel estava pendurado a um transdutor de tensão (Hewlett Packard 1010) que transmitia a força de arranqueamento do anel flutuando sobre a superfície da lágrima a um polígrafo (Hewlett Packard 7702) ao pico da curva de registro, correspondia a força de arrancamento. Esta, mais a média dos diâmetros do aro anular, são elementos para calcular a tensão, segundo a fórmula:

$$f = \frac{F}{4\pi r} \times g$$

Baseado nas medidas realizadas em 6 pacientes voluntários, estudantes de medicina, no uso de lentes de contato, chegou-se ao resultado de 7,31 din/cm para essa tensão. A fim de não influir nos resultados qualquer modificação da lágrima, não se usou colírio anestésico. Os resultados obtidos com o anel de platina constituem termo comparativo para as medidas da tensão interfacial quando se usam anéis metálicos envoltos de acrílico ou de colódio (celulose), tema doutra publicação.

#### SUMMARY

It is convenient to stress the fact that a contact lens is, always, a foreign body. The adaptation to it is only possible when the patient increases its corneal and lid margin sensitivity threshold.

The concept of the cornea using the oxygen directly from the air is probably incorrect. The high oxygen tension in the atmosphere (140 mm Hg) would be too "aggressive" to the tissues. The tissues get the oxygen from the interstitial fluid with tensions around 40 mm Hg. For keeping the cornea healthy, when using contacts lens what is really necessary is to have the periodical renewal of the tear fluid, assuring all the useful components (macromolecules, simple molecules, ions and gases) for the corneal metabolism.

The collagen fibrils in the corneal stroma, running from limbus to limbus, form capillary interstices, appropriate channels for the flowing of the interstitial fluid.

For studying the lacrimal fluid we need to collect samples, but all the methods available for it have some inconveniences. I adopt the same device (similar to a scleral contact lens) I have developed some years ago. (2,3)

It is generally admitted that the main eye dioptric is the anterior surface of the cornea. Notwithstanding, it is at the interface between air and anterior surface of the lacrimal precorneal film where the highest index of refraction difference occurs. Without the lacrimal fluid, the cornea would be optically inadequate. As shown by the electronic microscopy, the anterior surface of the cornea has multiple undulations (villi). Our present interest in developing a contact lens made from a cellulose derivative arouse our curiosity on some physico-chemical characteristics of the tears, mainly the refractive index and the surface tension of the tears.

So, I measured the index of refraction of the human lacrimal fluid from ten healthy voluntary individuals, 20-30 years old. It was determined in the Abbe refractometer (Zeiss) at different temperatures (Fig. 1), the medial values shown in Table 1.

The determination of the surface tension of the lacrimal precorneal film «in loco» was the other characteristic studied in 6 students of medicine using contact lenses. Our main interest was to know the interfacial tension when using different kinds of lens material to have the basic data for comparison we decided to use the platinum ring method «in loco».

The platinum rings employed had 8, 2 and 1 mm diameter outside and inside, respectively. (Fig. 2) The movement for the contact and subsequent separation of the ring from the precorneal lacrimal film was done by using the micrometric mechanism of a microscope. To measure the corresponding surface tension, the ring was hanged to a tension transducer (Hewlett Packard 1010) which transmitted the necessary impulse of its detachment from the lacrimal surface to a polygrapher (Hewlett Packard 7702). (Fig. 3) Each peak of the registered curve corresponds to the force of detachment and was applied to the formula:

$$f = \frac{4 \pi r}{g}$$

With the surface tension ring method, the medial value for the surface tension of human tears measured «in loco» was 7.31 dynes/cm. (Fig. 4)

In a paper to follow, it will be described the values of the interfacial tension developed between the lacrimal fluid and contact lenses made of different materials (acrylic, cellulose). I was done covering the platinum ring with acrylic before polymerization and collodion before its hardening through the evaporation of the solvent.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ADAM, N. — Physics and Chemistry of Surfaces. Oxford University Press, 1941.
2. AZEDREDO, A. — Estudos sobre a Lágrima Humana, Tese, Ribeirão Preto, 1963.
3. AZEREDO, A. — Estudo sobre a Possibilidade de Correlação entre Valores de alguns Componentes da Lágrima e Soro Humanos, Rev. Bras. Oftalmol. 35: 5, 1976.
4. BETTELHEIM, F. — Experimental Physical Chemistry, Saunders, Philadelphia, 1971.
5. CERRANO, E. — Recherches Physico Chimiques sur les Larmes par Rapport à l'emploi des Collyres, Arch. Italienne de Biologie, 54: 192, 1910.
6. CHAMPETIER, G. — Derivés Cellulosiques, Dunod, Paris, 1954.
7. CROCKFORD, H. and NOWELL, J. — Laboratory Manual of Physical Chemistry, John Wiley, New York, 1956.
8. DOLE, M. — Surface Tension Measurements in «Berl's Physical Methods in Chemical Analyses», Vol. II, pg. 305. Academic Press, New York, 1951.
9. DUKE-ELDER, S. — The Physiology of the Eye and Vision, Vol. IV, in System of Ophthalmology, Henry Kimpton, Londres, 1968.
10. FARRIS, L.; TAKAHASHI, G. and DONN, A. — Oxygen Flux Across the «in vivo» Rabbit Cornea, Arch. Ophthalmol. 74: 679, 1965.
11. FATT, I.; HILL, R. and TAKAHASHI, G. — Carbon Dioxide Efflux from the Human Cornea «in vivo», Nature 203: 738, 1964.
12. FREUND, B. and FREUND, H. — A theory of Ring Method for the Determination of Surface Tension. Am. J. Chemical Soc. 52: 1772, 1930.
13. GREGG, S. and SING, K. — Adsorption, Surface Area and Porosity. Academic Press, New York, 1967.
14. HARKINS, W. and JORDAN, H. — A Method of the Determination of Surface Tension and Interfacial Tension from the Maximal Pull on a Ring. J. Am. Chemical Soc. 52: 1571, 1930.
15. HARKINS, W. — The Surface Chemistry of Surface Films. Reinhold, New York, 1952.
16. KERSLEY, J. — Contact Lens in Trevor's Rooper Recent Advancement in Ophthalmology, Churchill, Londres, 1975.
17. LAMBERT, C. — The Atmosphere Gas Exchange with the Lung and Blood in «Mountcastle's Medical Physiology», Vol. III, pg. 1372, Mosby, St. Louis, 1974.
18. LEMP, M. — The Precorneal Tear Film. I. Factors in Spreading and Maintaining a Continuous Tear Film Over the Cornea. Arch. Ophthalmol. 83: 89, 1970.
19. MILES, D. — Tecnologia dos Polímeros. Edusp-Polygono, S. Paulo, 1975.
20. MISHIMA, S. and MAURICE, S. — The Oily Layer of the Tear Film and Evaporation from the Corneal Surface. Exp. Eye Res. 1: 39, 1961.
21. MISHIMA, S. — Some Physiological Aspects of the Precorneal Tear Film. Arch. Ophthalmol. 73: 233, 1965.
22. MOSES, R. — Adler's Physiology of the Eye, Mosby, St. Louis, 1975.
23. SHAW, D. — Introduction to Colloid and Surface Chemistry. Butterworth, Londres, 1970.
24. SMELTSER, G. and CHEN, D. — Physiological Changes in Cornea Induced by Contact Lenses. Arch. Ophthalmol. 53: 565, 1955.
25. SMELTSER, G. — Relations of Factors Involved in the Component Layers of the Living Cornea in «Maintenance of Optical Properties of Cornea to Contact Lens Wear». Arch. Ophthalmol. 47: 1, 1952.
26. VON ROTH, A. — Ueber die Tränenflussigkeit. Klin. Alb. Augenheilk. 68: 598, 1922.