

## LÁGRIMA E CÓRNEA (\*)

Almiro Pinto de Azeredo \*\*

Nosso assunto é a dupla funcional córnea e lágrima. A córnea mereceu, sempre, atenção maior nos estudos de óptica ocular. Mas, e a lágrima? Geralmente, mencionámo-la acessória, quando é lente também, lente líquida onde se inicia o processo refrativo. A própria secção óptica da biomicroscopia, exemplifica. Nela, a primeira linha luminosa, finíssima, corresponde à lágrima, seguida de faixa negra, relativa ao epitélio corneano, após a qual, vem a linha luminosa do estroma (membrana de Bowman). Essas linhas luminosas da biomicroscopia, sabemos indicam bruscas mudanças do índice de refração entre dois meios, isto é, interfaces refratoras ou dióptros. (2)

As móveis pálpebras, principalmente a superior, abrem e fecham a fenda entre as mesmas, descobrindo ou encobrindo periodicamente a córnea. Com isso, espalham e renovam a lágrima sobre a superfície da córnea. Mas, devido à tensão superficial, essa camada lacrimal pré-corneana toma a forma de um menisco convexo-côncavo delgadíssimo (seis micromicra) e com índice refrativo 1,336. A superfície anterior da córnea modela a curva desse menisco líquido, cuja superfície convexa é rigorosamente regular, pois constituída de moléculas lipídicas. Destaquemos que lágrima e córnea não valem isoladas para a refração, são conjunto indestacável. Porque a córnea é sólida, com estrutura bem definida, até a níveis de microscopia eletrônica, esquecemo-nos, facilmente, da essencialidade da lágrima nos fenômenos de refração ocular. Basta raciocinar com valores dos índices de refração para entender. Assim, a diferença entre os índices do ar (1,0) e da lágrima (1,336) é 0,336, enquanto entre lágrima e córnea (índice médio de 1,37) a diferença é diminuta.

A lágrima é outro exemplo de economia biológica, desempenha várias funções, além da óptica. Contém moléculas antimicrobianas, íons controladores da hidratação corneana, moléculas nutritivas. Graças à mucina, a lágrima tem viscosidade propícia ao deslizamento confortável das pálpebras sobre a córnea. (5-6-7-54).

Nosso interesse lacrimal é antigo, vem de 1963. Estudando a lágrima, acabamos, recentemente, envolvidos no esclarecimento de algumas de suas

(\*) Adaptado de uma conferência proferida na reunião da APO, Curitiba, abril, 1976, na homenagem ao Prof. Joviano de Rezende.

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

características físico-químicas, as quais, por sua vez, arrastam-nos até às lentes de contato. Uma coisa puxa a outra e, no olho humano, tudo está interligado, é bom lembrarmo-nos, sempre, disso.

Há, ainda, dúvidas enormes em certos aspectos fisiológicos da córnea e da lágrima. Se explicados, muitos problemas oculares, inclusive das lentes de contato, ganham solução. Tentando esclarecer algumas dessas dúvidas, conseguimos fundamentar hipóteses pontos de partida para tentar soluções. Aqui, justamente, expomos algo referente a esse esforço, talvez de utilidade.

Convém, primeiro, explanar aspectos da córnea e da lágrima. Depois, comentaremos as lentes de contato e os fluxos metabólicos, para alguns autores alteráveis se as usamos prolongadamente.

#### LAGRIMA

Aqui, consideramos lágrima à mistura das várias secreções que desaguam, estrategicamente, nos fundos de saco conjuntivais (secreção serosa), na superfície de toda conjuntiva (secreção mucínica) e nas bordas da fenda palpebral (secreção lipídica). Alguns autores preferem denominar a essa mistura "fluído lacrimal", reservando o nome de "lágrima" para a secreção que vem, principalmente, de glândula bilobulada maior situada entre o teto orbitário e o fundo do saco conjuntival, onde excreta através de dez a doze canais. Justamente porque glândula mais volumosa, funcionando intensa e rapidamente em situações críticas como, por exemplo, agressões físicas e químicas, ou manifestações emotivas (choro), aparenta mais representatividade que as demais e ganhou o nome de glândula lacrimal. (Fig. 1)

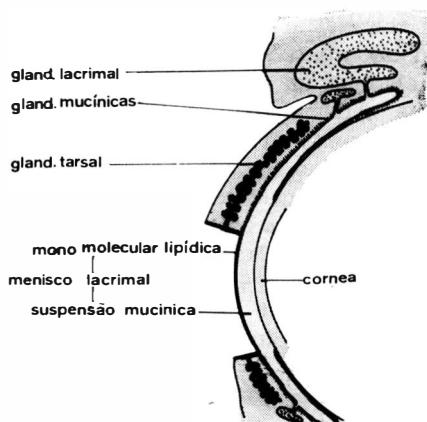


Fig. 1 — Esquema das glândulas secretoras da mistura lacrimal.

O que importa, entretanto, do ponto de vista funcional, é a mistura das várias secreções dotada de qualidades indispensáveis à multiplicidade funcional da lágrima.

Agora, cabem alguns detalhes referentes às mencionadas glândulas.

**Glândulas lacrimais:** além da maior, há entre duas a três dezenas de glândulas menores situadas na sub-mucosa, ao longo das bordas proximais dos tarsos palpebrais e desaguando a secreção nos fundos de saco conjuntivais. Secretam um líquido ralo, porque de elevado teor aquoso e dito seroso. Assinalemos que a glândula maior produz alguma mucina, segundo alguns (glândula mista, portanto). Nessa secreção há componentes indispensáveis às funções defensivas e metabólicas.

Na função defensiva temos as imunoglobulinas (IgA e IgG) e a lisosima. A imunoglobulina lacrimal preponderante é a IgA, o contrário do que acontece no soro sanguíneo, onde é imunoglobulina menos concentrada. A IgA é típica das secreções de glândulas externas onde tem peso duplo ao da IgA sanguínea. Tem havido referências à IgE lacrimal (reagina), imunoglobulina ligada aos fenômenos alérgicos. Mas os estudos são, ainda, pouco conclusivos, por dificuldades metodológicas, é imunoglobulina muito lábil. Quando melhor estudada, provavelmente explique certas patologias da córnea e da conjuntiva, mal definidas e julgadas alérgicas.

O estudo das imunoglobulinas lacrimais como respostas a vacinações tópicas e parenterais será, também, assunto de próximas publicações nossas.

A lisosima é outro fator defensivo lacrimal, uma enzima de molécula relativamente pequena (peso molecular 14.600), muito estudada pelos bioquímicos. Decompõe os polissacarídeos das paredes bacterianas, que são polímeros dos açúcares N-acetil-glucosamina e ácido acetilmurâmico. Pintoresco lembrar que a lisosima ligou um cientista famoso à Oftalmologia, Alexander Fleming, descobridor da penicilina. Tudo começou com um resfriado, em 1922! Como todo bom cientista, aproveitou-se da circunstância, gotejou o muco nasal abundante em placas contaminadas por bactérias do ar. Onde cairá o muco, não apareceram micróbios ou se decompuseram. Fleming, entusiasmado, chamou ao novo agente lisosima, admitindo-o, logo, uma enzima. Perseguia a descoberta do antibiótico "universal" e pensou chegado o momento. Comprovando a riqueza lacrimal em lisosima, passou a colher lágrima de crianças no Hospital St. Mary de Londres, premiando-as, até. Na biografia de Fleming, Maurois refere-se a caricaturas da época "ironizando" as colheitas lacrimais. Desanimou quando percebeu o pouco ou nenhum efeito da lisosima contra bactérias patogênicas. Hoje, sabemos que paredes dessas bactérias patogênicas possuem, também, o polissacarídeo substrato da lisosima, mas não há exposição conveniente dos respectivos receptores moleculares, daí a inoperância enzimática. Há potencialidades, contudo, para essa atuação, eis um desafio. (14-34)

Educativo acentuar que essa casualidade na descoberta da lisosima se repetiria, anos mais tarde, com o mesmo Fleming descobrindo a penicilina no bolor de placas bacteriológicas abandonadas num laboratório. É que a casualidade nas descobertas científicas só acontecem quando se tem competência para aproveitá-las. Moral da história: preparemo-nos para tirar vantagens das casualidades.

Dentre os íons dissociados na lágrima, mencionaremos apenas os de sódio e potássio. O íon sódio é fundamental no fenômeno da hidratação

celular. Sua presença lacrimal vincula-se, com toda probabilidade, à manutenção da transparência da córnea, muito embora hajam dúvidas quanto ao exato mecanismo das trocas aquosas.

O potássio quatro vezes mais concentrado na lágrima que no soro sanguíneo é digno de atenção (teor elevado também na saliva). Poderíamos atribuí-lo às células descamadas, mas, centrifugada a lágrima para excluí-las, o potássio continua quatro vezes mais concentrado. Considerando-se que o potássio prepondera no interior das células e tem menor concentração no líquido intersticial, precisamente o inverso do que acontece com o sódio, essa elevação potássica da lágrima precisa de explicação. A renovação constante do epitélio de funções tão críticas como o da córnea, em parte do epitélio de funções tão críticas como o da córnea, em parte talvez explique o fato. O intenso anabolismo protéico depende de muitas enzimas de cujas ativações o potássio participa. Entretanto, não nos parece assunto ainda satisfatoriamente esclarecido. (1)

Outro componente lacrimal destacável é a glicose. Há base para supor-se seja a glicose lacrimal aproveitada pelo epitélio corneano (presença de grânulos de glicogênio). O mecanismo adotado seria o mesmo das demais células. A molécula de glicose, ligada a um íon de sódio, é transportada na parede celular mediante proteína de transporte, que a libera no citoplasma, o íon sódio retornando ao meio externo. Trata-se, assim, de uma "bomba de glicose", pois há um gradiente de concentração a vencer, consumidor de energia.

Aminoácidos, também, descritos na lágrima teriam mecanismo de transporte idêntico ao da glicose, mas ligando-se ao sódio ou ao potássio. Para comprovação do transporte desses íons, ou da glicose, ou dos aminoácidos, os pesquisadores empregam material marcado.

**Glândulas mucinicas:** são glândulas unicelulares, as células caliciformes produtoras de mucina, uma glicoproteína ácida. Essas células caliciformes dispõem-se, aos milhares, entre células que revestem a conjuntiva. A mucina, um biopolímero ácido, pois, entre seus componentes, está o ácido siálico, determina importantes características físico-químicas da mistura lacrimal, isto é, viscosidade, tensão interfacial e índice refrativo. Molécula alongada, com muitas ramificações colaterais, adsorve a água, é hidroscópica. Resulta suspensão (muco) viscosa que facilita o deslizamento palpebral sobre a córnea. A água para a suspensão da mucina vem da secreção serosa das glândulas lacrimais. (11-15-43)

**Glândulas tarsais (ou de Meibomio):** secretam lipídeos nas bordas da fenda palpebral. Os batimentos contínuos das pálpebras entre si espalham a gordura sobre a suspensão mucino-serosa subjacente. Baseados nos ensinamentos da Física, podemos admitir esses lipídeo arrumados numa camada mono-molecular em contato com o ar atmosférico. Tratando-se de moléculas polares, suas extremidades liofobas voltam-se para a atmosfera, enquanto os extremos hidrófilos se dirigem para a suspensão aquosa de mucina. Temos, assim, uma barreira gordurosa sob tensão ajudando a manter o menisco lacrimal de encontro à córnea. Além disso, uma ten-

são interfacial, isto é, criada pela superfície da suspensão mucínica no contato com os lipídeos, é outra possibilidade.

Muito divulgada na literatura oftalmológica a hipótese do menisco lacrimal ter estrutura tripla. Haveria uma camada externa lipídica, mucínica, a intermediária, e aquela junto à córnea, de natureza serosa (lacrimal). Não existem fundamentos, nem mesmo teórico, para admiti-lo. As probabilidades são de arranjo duplo, isto é, uma monocamada lipídica sobre a suspensão mucínica, em contato com a córnea. (12-30-35-38-44).

Naturalmente, da preponderância secretiva desta ou daquela glândula na mistura lacrimal variam suas propriedades físico-químicas. Se, por exemplo, diminuir a participação serosa (glândulas lacrimais), a mistura lacrimal, com menor quantidade de água, dificultará a suspensão das moléculas de mucina, que tenderão para o enovelamento, ao invés da forma distendida habitual. Consequência: numerosas alterações nas propriedades físico-químicas da lágrima (viscosidade, tensão interfacial, índice refrativo) e a visão fica turva (doença de Sjögren). Caso prepondere a secreção das glândulas lacrimais (serosa), a mistura se dilui, perde viscosidade, caem índice refrativo e a tensão interfacial. Resultado, o menisco lacrimal se deforma, prepondera o efeito da gravidade, porque de espessura excessiva para contenção, rompendo-se o menisco e a lágrima rola pela face (lacrimejamento). Não há quem não experimentou esse enturvamento da visão ao menos no choro, quando criança. Igual problema surge se excessiva a secreção das glândulas lipídicas: diminui a tensão superficial do menisco lacrimal, há tendência à emulsificação da gordura e a visão, também, se embaça.

Do que dissemos, fica clara a necessidade dos componentes da mistura lacrimal manterem-se nas devidas proporções para a eficiência óptica da lágrima.

**VALORES MÉDIOS DE ALGUNS COMPONENTES DA LÁGRIMA E SORO HUMANOS (75 indivíduos entre 20 e 30 anos, ocular e sistemicamente normais).**

	lágrima	soro sanguíneo	
Albumina	0,42	5,35	g/100 ml
Globulinas	0,269	2,14	
Sódio	138,51	138,91	mEq/l
Potássio	17,86	4,67	
Glicose	21,24	110,70	mg/100 ml
Uréia	29,75	22,27	mg/100 ml

Tabela 1

## CÓRNEA

Embora fosse mais próprio imaginar a córnea estruturalmente subdividida em três regiões, o epitélio com a respectiva membrana basal, o estroma com a faixa diferenciada de Bowman e o endotélio com a membrana de Descemet, prevalece a divisão histológica de cinco camadas (epitélio, membrana de Brownman, estroma, membrana de Descemet e endotélio). (5-6-7-13-21-22-23-54) (Fig. 2)

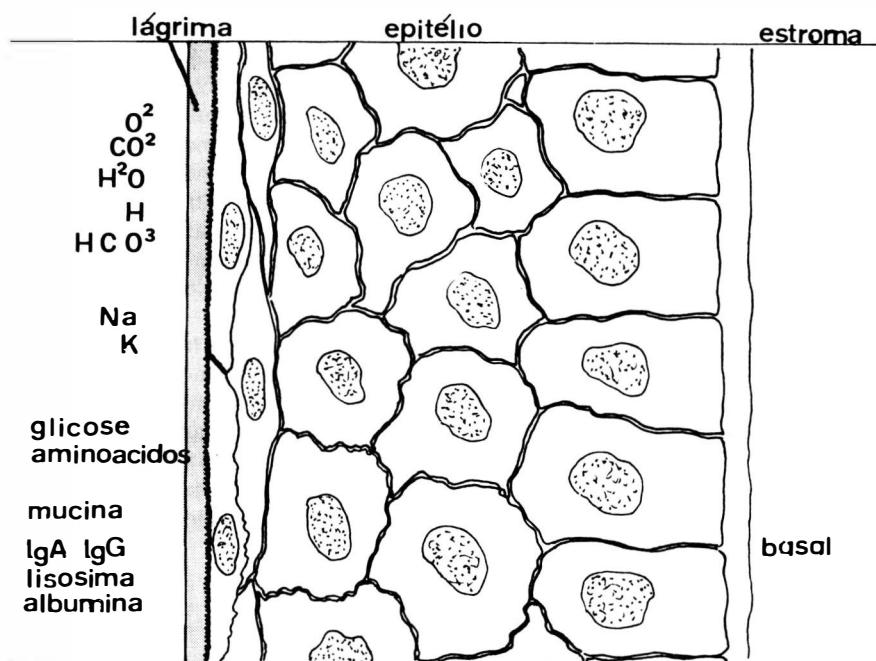


Fig. 2 — Esquema das camadas do epitélio corneano e dos componentes importantes da mistura lacrimal.

Pretendendo acentuar no trabalho a inter-relação lágrima-córnea, limitamos nossas considerações ao epitélio e ao estroma corneanos. O endotélio com a membrana de Descemet, parecem depender, muito mais, do humor aquoso e ficam fora de nossas cogitações.

O epitélio estratificado da córnea tem cinco a seis camadas, morfológicamente distintas. As duas camadas anteriores são de células achatadas chamadas superficiais; as duas (ou três) camadas intermediárias são poligonais e, finalmente, uma camada de células cilíndricas sobre membrana basal, as células basais. (40) A microscopia eletrônica da córnea nos dá valiosos fundamentos para hipóteses funcionais importantes. Essa é uma vantagem do estudo das micro-estruturas tissulares. Assim, a escassez ou ausência de certas organelas, por exemplo, são indicativas da existência, ou não de certas funções, além de nos orientar quanto à intensidade das

mesmas. As mitocôndrias, por exemplo, são organelas citoplásmicas captadoras de oxigênio, geradores de energia celular, centros da aerobiose (ciclo de Krebs). Interessante, as mitocôndrias são poucas e pequenas nas células superficiais da córnea. Nas células poligonais e basais, também são raras e minúsculas, muitas vezes inidentificáveis. (21-24)

As células epiteliais em contato com a lágrima têm suas paredes laterais bem aderidas entre si, em alguns pontos reforçadas por placas adesivas, integrando as respectivas paredes, os chamados "desmosomas". Prevê-se, desse modo, vedamento à passagem lacrimal nessas junções.

Um fato digno de nota, nessas células superficiais, é o aparelho de Golgi desembocar nas paredes laterais ao invés da superfície de contato lacrimal. Lembremos que essa organela é dispositivo acumulador e eliminador de produtos celulares, de natureza ainda inexplicada na córnea.

Outro fato marcante das células em contato com a lágrima é a presença de numerosos grânulos de glicogênio no citoplasma. Ora, o glicogênio, polímero da glicose, será fonte energética disponível para situações de emergência metabólica. Smeltzer assinalou o desaparecimento experimental desse glicogênio em animais submetidos a lentes de contato durante muitas horas. (48-49-50)

Interessante, destacar, ainda, nas células em contato lacrimal, a existência de microvilosidades na superfície livre, aumentando-lhe a área. Vilosidades há em células de revestimento, como as intestinais. Indicam a presença de trocas metabólicas intensas, são áreas absorptivas. Assim, as vilosidades da superfície anterior da córnea terão, certamente, igual função, restando esclarecer os tipos de trocas. Vantagem do menisco lacrimal é justamente anular essa irregularidade da superfície, opticamente imprópria. (21-22-23) (Fig. 3)

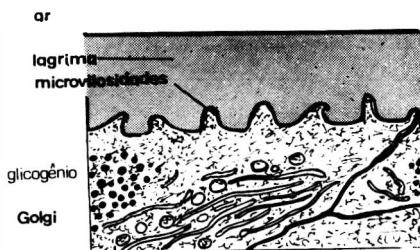


Fig. 3 — Esquema da microscopia eletrônica de células superficiais corneanas com suas microvilosidades.

Afinal que deduzir dessas características estruturais do epitélio corneano? Evidente, a aerobiose, isto é, o uso do oxigênio, deve ser pouco intenso no mesmo

Outro aspecto marcante é a disposição das fibrilas colágenas no estroma da córnea. Agrupam-se em lamelas entrecruzadas arrumadas em planos diferentes, distendidas de lombo a limbo. As fibrilas, estão enca-

padas por moléculas mucopolissacarídeas (sulfato de condroitina), muito higroscópicas. Entre as lamelas dispõem-se os achatados e ramificados fibroblastos, aparentando um sincício. Justamente, essa disposição fibrilar, de limbo a limbo, dá condições para o fluxo do líquido intersticial, por capilaridade, a física nos ensina isso. Os espaços micro-tubulares entre as fibrilas viabilizam perfeitamente o transporte metabólico através dos mesmos, com abastecimento na rede capilar límbica. A distância do limbo até o mais delgado centro da córnea, é de uns seis milímetros, apenas. Assim, o próprio oxigênio liberado através do endotélio daquela rede capilar límbica teria tensões suficientes (em torno de 40 mmHg) para alcançá-lo, pois vence distâncias maiores noutros tecidos.

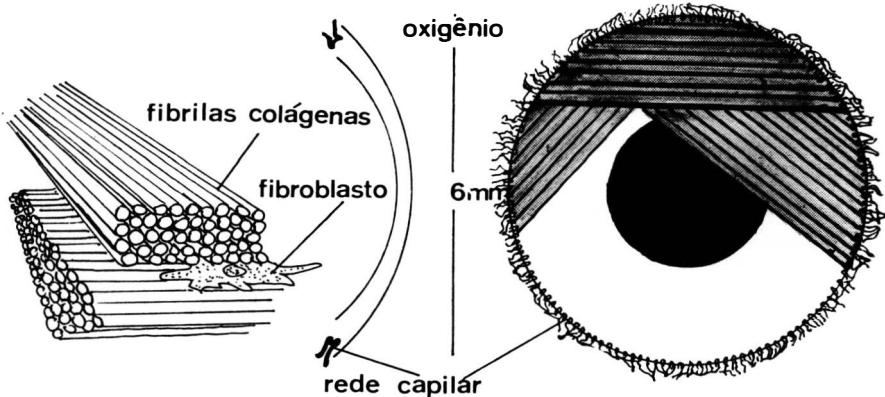


Fig. 4 — Esquema da disposição das fibrilas colágenas no estroma da córnea.

#### LENTE DE CONTATO E FLUXOS METABÓLICOS LACRIMO-CORNEANOS

Por mais perfeitas, as lentes de contato são corpos estranhos interpostos entre as pálpebras e o olho. Adelgaçando-as a graus extremos, aperfeiçoando-lhes as curvaturas e superfícies, haverá, mesmo, a inevitável necessidade de algum atrito, agressor potencial. Para reduzir ou abolir desconfortos, surgiram as lentes flexíveis, ainda opticamente inferiores às rígidas, mas com aperfeiçoamentos rápidos e surpreendentes nos últimos anos. Quando investigávamos influências entre lágrima, córnea e lentes de contato, deparamos com um polímero biológico que nos serviu bastante às nossas experiências. Falaremos dele, com maior definição, quando estivermos mais seguros da utilidade de seu emprego clínico. Se o mencionamos agora é para, mais uma vez, frisar o valor das casualidades. (31)

Córnea e bordas palpebrais são, tátil e dolorosamente, muito sensíveis. Aos poucos, contudo, o paciente consegue suportar a lente, através de inibições corticais que elevam os limiares dessas sensibilidades. No fenômeno, convém acentuar, há nítida influência psicológica. É notória, por exemplo, a dificuldade de adaptação às lentes de contato entre os oftalmologistas, que preferem óculos. Há entre eles, como é natural, forte “fixação psicológica”

ocular. A carga de conhecimentos oftalmológicos subconscientemente bloqueia essa adaptação, conhecem os "perigos". (3-4-31-47)

Outro conceito que precisa de análise refere-se à acuidade visual. Estamos muito amarrados às tabelas baseadas no princípio de Snellen. Esquecemo-nos que as mesmas são uma simplificação para avaliar graus de visão. Mas, a visão é fenômeno bem mais rico e complexo do que as simples mensagens das tabelas. Há, para distinguir, tonalidades cromáticas, sombras, texturas, espaços, etc, influindo a motivação. Ao julgarmos resultados ópticos obtidos com lentes de contato, além das indicações da tabela de acuidade, outros fatores, talvez, sejam, até, mais importantes, conforme o caso. Mas isso é outro assunto, vasto demais, exigiria mais tempo.

Esses fatos servem para a introdução do discutível fluxo do oxigênio atmosférico através da córnea, prejudicado, segundo alguns, quando se usam lentes de contato. Um dos grandes pesadelos dos fabricantes dessas lentes tem sido permeabilidade, ou não, das mesmas ao oxigênio. Chegam até a proclamar a excelência de seus polímeros, também, em função desse grau de permeabilidade, quanto maior, melhor. Há, mesmo, necessidade disso? (8-9-10-19-20)

A atmosfera é mistura de muitos gases, mas de interesse respiratório são o oxigênio, nitrogênio, bóxido de carbono e vapor d'água. Estão sob tensões, próprias e diferentes para cada gás, variáveis, conforme a altitude em relação ao nível do mar e a temperatura ambiente. A literatura oftalmológica afirma que a córnea utiliza, diretamente, esse oxigênio do ar, do qual não prescindiria. Mas havia a dificuldade de explicar essa dependência, quando dormimos, circunstância em que as pálpebras permanecem cerradas muitas horas sem qualquer dano à córnea. A fim de explicar o fato, certo autor hipotetisou uma longa e complicada travessia: o oxigênio, nessas circunstâncias, iria dos capilares da conjuntiva tarsal à córnea. Isto implica passagens pela sub-mucosa e epitélios conjuntivais, lágrima e, finalmente, epitélio da córnea, como vemos, um conjunto apreciável de barreiras biológicas! Várias experiências, com metodologias elegantes (micro-respirometria, polarografia) tentam demonstrar essa necessidade corneana pelo oxigênio. Contudo, são provas indiretas cujos detalhes metodológicos e resultados nos deixam dúvidas, estas quanto à intensidade do processo. (8-9-10-25-42)

Convém relembrar o que dizem, do oxigênio, os fisiologistas. Mesmo nas pressões atmosféricas normais, o oxigênio é "tóxico" para os tecidos, prejudica certos sistemas enzimáticos das células, quando atua certo tempo. Se administrarmos o oxigênio puro, isto é, não misturado ao nitrogênio, portanto, em condições diferentes da atmosfera, sua agressividade aumenta. Há bactérias que não o suportam (anaeróbicas) e, exemplificando, indiretamente, uma das intolerâncias humanas, temos a forma de defesa cutânea conseguida pela cornificação e ensebamento da camada superficial da pele. Na economia humana, houve, porém, uma adaptação para receber o oxigênio, isto é, o epitélio dos alvéolos pulmonares, de células justapostas à rede capilar alveolar correspondente para favorecer a passagem do gás

para o sangue. Sobre essa camada alveolar existe, porém, suspensão de mucina (muco) onde o ar terá que se difundir antes de atravessar o epitélio, diminuindo a pressão dos gases. A tensão do oxigênio atmosférico vai decrescendo, à medida que atravessa as diferentes barreiras. De 158 mmHg na atmosfera, atinge 100 mmHg no alvéolo, 95 a 40 mmHg na rede circulatória e 40 mmHg, ou menos, no líquido intersticial. Atravessada a parede celular atinge as mitocôndrias, no citoplasma, onde é aproveitado (aerobiose). O bióxido de carbono resulta desse processo da aerobiose seguindo trajeto inverso ao do oxigênio, aumentando gradualmente suas tensões até os valores atmosféricos. Não houvesse a hemoglobina nas hemácias e o oxigênio não se dissolveria na água do plasma em volumes suficientes para suprir as necessidades dos tecidos. (25-26) (Tabela 2)

#### PRESSÕES PARCIAIS DOS GASES RESPIRATÓRIOS EM mm de Hg

gás	atmosfera	ar alveolar	sangue arterial	sangue venoso	tecidos
O <sub>2</sub>	158,0	100,0	95,0	40,0	40,0 (ou -)
CO <sub>2</sub>	0,3	40,0	40,0	46,0	46,0 (ou +)
H <sub>2</sub> O	5,7	47,0	47,0	47,0	47,0
N <sub>2</sub>	596,0	573,0	573,0	573,0	573,0

Tabela 2

Os autores, curiosamente, quase sempre ignoram a lágrima nessas trocas, mas, a suspensão de mucina onde o gás se difunde, será um dos atenuadores das elevadas tensões do oxigênio atmosférico. (17-18-19-20-26-27-32-33)

Muito significativo para a lágrima, e consequentemente, para a córnea, o grau de saturação da atmosfera em vapor d'água. Atmosferas demasiado úmidas, ou secas, prejudicam bastante o menisco lacrimal. Se secarmos a córnea, a mesma sofre maiores danos em atmosferas de oxigênio. A adaptação às lentes de contato depende muito do grau de umidade atmosférica.

Vale repetir, aspectos estruturais contrariam também a suposição de que a dependência ao oxigênio atmosférico é tão decisiva. Evidente, esse mecanismo direto parece existir mas em grau menos intenso do que se admitia e seria uma, dentre as outras vias de aproveitamento do gás. O pouco desenvolvimento das mitocôndrias nas células epiteliais, reforça a desnecessidade de altas tensões como a existente no oxigênio atmosférico, quando diretamente aproveitado. Há, também, outra via para o aproveitamento do oxigênio liberado na rede capilar do limbo da córnea. A disposição fibrilar do estroma, continua, de limbo a limbo favoreceria o fluxo. Sem nos valermos de metodologia mais elaborada, a simples disposição en-

fileirada dos leucócitos e hemácias quando invadem o estroma, em certas patologias, ilustra os trajetos disponíveis.

Vale, também, recordar, que os tecidos em cuja composição preponderam glicoproteínas (córnea, cristalino) ou mucopolissacarídeos (córnea, vítreo, cartilagem) são avasculares e, por conseguinte, de metabolismo pouco intenso, de preferência anaeróbico. Por que haveria de ser tão diferente a córnea na exigência ao oxigênio? (45-46)

Nesta altura, de prático, podemos afirmar a importância da renovação constante da lágrima, através da qual mantém os fluxo metabólicos necessários à higidez da córnea. Se a lente de contato não tiver defeitos de construção (curvaturas, superfícies), se for fabricada com polímero inerte, se o paciente aumentar seu limiar fisiológico de sensibilidade corneana, a culpa do insucesso pode ser a lágrima, com tudo que nela influi.

Foram as dúvidas, aqui expostas, que nos despertaram o interesse pelo estudo das propriedades físico-químicas da lágrima. As correlações entre forma e função nos fundamentaram hipóteses, pontos de partida para algumas de nossas experimentações em curso, abrangendo índices de refração, tensão superficial e viscosidade.

No fim, ficará, talvez, o problema mais difícil de ligar dados que, juntados, permitam o entendimento de fenômenos controvertidos e nos tragam soluções de problemas clínicos. É assim, sempre, em coisas de ciência. Só conseguimos trabalhar, de cada vez, com algumas poucas variáveis quanto, numa célula, por exemplo, milhares de enzimas atuam, no mesmo instante, sem se atrapalharem, umas às outras. Mas, a ciência é procura honesta de verdades, não é garantia de alcançarmos as verdades. Dependemos da adequação e precisão dos métodos experimentais usados, sempre em aperfeiçoamento e modificando conceitos, devido ao aparecimento de novos dados.

Vejo tantos moços promissores nesta reunião, com trabalhos de valor, esperança de companhia nova interessada na decifração de mistérios. Que, no futuro, possam dar aos oftalmologistas doutros países contribuições, retribuindo o muito que nos deram. Por ora, queremos repisar — a lágrima é importante, merece nosso estudo, lágrima que é triste ou alegre, isso há muito tempo sabem os poetas. Porém, neste encontro de Curitiba, só pode haver lágrima alegre, é a festa do Joviano Resende!

#### SUMARIO

O autor ressalta a função óptica da camada lacrimal pré-corneana, que considera um menisco convexo-côncavo, cuja importância está na diferença entre seu índice de refração e o do ar, isto é, 0,37, o mais elevado do sistema ocular.

Baseado na microscopia eletrônica do epitélio e estroma corneanos, deduz características funcionais do conjunto lágrima-córnea.

A pobreza do epitélio corneano em mitocôndrias sugere aerobiose pouco intensa, portanto, menor necessidade de oxigênio.

As microvilosidades de toda a superfície epitelial em contato com a lágrima reforçam a importância óptica do menisco lacrimal e indicam trocas metabólicas (absorvtividade) entre o mesmo e a córnea.

Outro aspecto de micro-estrutura destacado foi a disposição das fibrilas no estroma da córnea, distendidos, de limbo a limbo, em cujos interstícios tubulares os fluxos

metabólicos podem correr (capilaridade) inclusive o do oxigênio liberado nos capilares do limbo corneano.

Baseado nos conhecimentos da Física, admite dupla e não tripla a laminação do manto lacrimal, ou seja, uma camada monomolecular lipídica exposta à atmosfera sobre uma suspensão aquosa de mucina (em contato com a córnea).

Conclui que o aproveitamento direto do oxigênio atmosférico não tem a importância exagerada que lhe dão para a adaptação das lentes de contato, pois o importante é a renovação periódica de toda a lágrima. Anuncia trabalho com estudo de algumas propriedades físico-químicas da lágrima com a utilização de lentes de contato fabricadas com um polímero biológico.

#### SUMMARY

The author stresses the optical function of the pre-corneal lacrimal film considering it a convexo-concave meniscus, very important, since the difference between the index of refraction of the tears and the air is 0.37, the biggest in the human eye.

Based on the electronic microscopy of the corneal epithelium and stroma, the author deduces some functional characteristics of the lacrimal-corneal system.

The few and small mitochondria in the cytoplasm of the corneal epithelium cells suggests a very weak aerobiosis, which means a reduced need for oxygen.

The microvilli in all the epithelium surface, in contact with the tears, strengthen the optical importance of the lacrimal meniscus. It indicates metabolic exchanges (absorptivity) between the cornea and the tears.

Another interesting microstructure aspect is the fibrillar distribution in the corneal stroma: crossing the cornea without interruption, from limbus to limbus. In the tubular interspaces among the fibrils there are possibilities for the flowing of metabolic fluids (capillarity), including the oxygen from the capillaries of the corneal limbus.

Based on the teachings of Physics, the author admits a dual layer instead of a triple layer for the pre-corneal lacrimal film: one lipid monomolecular layer, in contact with the air, spread over a mucin aqueous suspension, in contact with the cornea.

He announces a paper studying some physical-chemical properties of the tears using a biological polymer contact lens.

#### BIBLIOGRAFIA

1. AZEREDO, A. — Estudo das possibilidades de correlação entre os valores de alguns componentes da lágrima e soro humanos. *Rev. Brasileira Oftalmol.* 35: 5, 1976.
2. BERLINER, M. — Biomicroscopy of the Eye, vol. 1, P. Hoeber, New York, 1949.
3. BOBERG, A. Jr. — Experience in clinical examination of corneal sensitivities. *Brit. J. Ophthalmol.* 39: 705, 1955.
4. BOBERG, A. Jr. — On the corneal sensitivity. *Acta Ophthalmol.* 35: 149, 1956.
5. COGAN, V. — Applied anatomy and physiology of the cornea. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. & Otolaringol.* March-April, 239, 1951.
6. DUKE-ELDER, S. — The Anatomy of the Visual System of Ophthalmology. Volume II, Henry Kimpton, Londres, 1961.
7. DUKE-ELDER, S. — The Physiology of the Eye and Vision. System of Ophthalmology, Vol. IV, Henry Kimpton, Londres, 1968.
8. de ROETH JR. A. — Respiration of the cornea. *Arch. Ophthalmol.* 44: 666, 1950.
9. FATT, I.; HILL, R.; TAKAHASHI, G. — Carbon dioxide efflux from the human cornea in vivo. *Nature* 203: 738, 1964.
10. FATT, I.; BIEBER, M. — The steady state distribution of oxygen and carbon dioxide in the vivo cornea. The open eye in air and the closed eye. *Exp. Eye Res.* 7: 103, 1968.
11. FLOREY, H. — The secretion of mucus in inflammation of mucous membranes, in General Pathology, Florey (ed), pg. 195, Saunders, Philadelphia, 1970.
12. FLORY, P. — Principles of polymer chemistry. Cornell University, 1953.
13. FRANÇOIS, J.; RABAHEY, M. — The anatomy of the cornea, in Duke-Elder (ed.) The Transparency of the Cornea, pág. 7. Blackwell, Oxford, 1960.
14. GLYNN, A. — Lysosome: antigen, enzyme and antibacterial agent, in The Scientific Basis of Medicine, pág. 31, University of London, Londres, 1968.

15. GOTTSCHALK, A. — The Chemistry and Biology of Sialic Acids and Related Substances. Academic Press, London, 1960.
16. HARKINS, W. — The Physicochemistry of Surface Films. Reinhold, New York, 1952.
17. HARRIS, J. — Transport of fluids from the cornea, in Duke-Elder (ed.) The Transparency of the Cornea, pag. 73, Blackwell, Oxford, 1960.
18. HARRIS, J. — Factors influencing corneal hydration. Invest. Ophthalmol. 1: 151, 1962.
19. HILL, R.; FATT, I. — Oxygen up-take from a limited volume reservoir by in vivo human cornea. Science 142: 1295, 1963.
20. HILL, R.; FATT, I. — Oxygen depletion of a limited reservoir by human conjunctive. Nature: 200, 1011, 1963.
21. HOGAN, M.; ALVARADO, J.; WEDDELL, J. — Histology of the human Eye, Saunders, Philadelphia, 1971.
22. JAKUS, M. — The fine structure of human cornea, in G. Smetser (ed.): The Structure of the Eye, Academic Press, New York, 1961.
23. JAKUS, M. — Ocular Fine Structure. Churchill, Londres, 1964.
24. JUNQUEIRA, J.; SALES, L. — Ultra-estrutura e Função Celular. Blucher, S. Paulo, 1975.
25. LAMBERT, C. — The atmosphere and gas exchange with the lung and blood, in Moutcaste Medical Physiology, vol. 2, pag. 1372, Mosby, St. Louis, 1974.
26. LAMBERT, C. — Transport of oxygen and carbon dioxide by the blood, in Mountcastle Medical Ph-ysiology, vol. 2, pag. 1399, Mosby, St. Louis, 1974.
27. LANGHAM, M.; TAYLOR, I. — Factors affecting the hydration of the cornea in the excised eye and living animal. Brit. J. Ophthalmol. 40: 321, 1956.
28. LANGHAM, M. — Corneal metabolism and its influence on corneal hydration in the excised eye and in the living animal, in Duke-Elder (ed.) The Transparency of the Cornea, Blackwell, Oxford, 1960.
29. LaTESSA, A.; TENG, C.; KATZIN, H. — The histochemistry of the base membrane of the cornea. Am. J. Ophthalmol. 38: 171, 1954.
30. LEMP, M. — The precorneal tear film. I. Factors in spreading and maintaining a continous tear film over the cornea. Arch. Ophthalmol. 83: 89, 1970.
31. MANDELL, R. — Contact Lens Practice, 2nd ed., Thomas, Springfield, 1974.
32. MAURICE, D. — The estructure and transparency of the cornea. J. Physiol. 136: 263, 1957.
33. MAURICE, D. — The cornea and the eye, in Davson (ed.) The Eye, vol. 1, pag. 289, Academic Press, New York, 1962.
34. MAUROIS, A. — The Life of Sir Alexander Fleming. Jonathan Cape, Londres, 1959.
35. MISHIMA, S.; MAURICE, D. — The oily layer of the tear film and evaporation from the corneal surface. Exp. Eye Res. 1: 39, 1961.
36. HISHIMA, S.; MAURICE, D. — The effect of normal evaporation in the eye. Exp. Eye Res. 1: 46, 1961.
37. MISHIMA, S. — Some physiological aspects of the precorneal tear film. Arch. Ophthalmol. 73: 233, 1965.
38. MYKES, K. — Introduction to Colloid Chemistry. Interscience, New York, 1959.
39. MOORE, W. — Introduction of Polymer Chemistry, University of London, Londres, 1963.
40. OFFREY, G.; HAYE, C. — La membrane basale d'epithelium cornéen. Archive d'Ophthalmologie, 19: 126, 1959.
41. APYRAU, P.; POULIQUEN, Y.; FAURE, J.; OFFREY, G. — La transparence de la cornée. Les mechanisms de ses alterations. Masson, Paris, 1967.
42. PIRIE, A.; VanHEYNINGEN, R. — Biochemistry of the Eye, Thomas, Springfield, 1956.
43. REID, L. — Properties of mucus, in the Scientific Basis of Medicine, pag. 130. University of London, 1973.
44. SHAW, D. — Introduction to Colloid and Surface Chemistry Buttleworth, Londres, 1970
45. SPIRO, R. — Glycoproteins: their biochemistry, biology and role in human disease. New England J. Med. 281: 991, 1969.
46. SPIRO, R. — Glycoproteins: their biochemistry, biology and role in human disease (2nd part). New England J. Med. 281: 1043, 1969.

47. SCHIRMER, K. — Assessment of corneal sensitivity. *Brit. J. Ophthalmol.* 47: 493, 1963.
48. SMELTSER, G. — Relation of factors involved in maintenance of optical properties of cornea to contact lens wear. *Arch. Ophthalmol.* 47: 328, 1952.
49. SMELTSER, G.; OZANICS, V. — Structure changes in cornea of guinea pigs wearing contact lenses. *Arch. Ophthalmol.* 49: 335, 1953.
50. SMELTSER, G.; CHEN, D. — Physiological changes in cornea induced by contact lenses. *Arch. Ophthalmol.* 53: 565, 1955.
51. SMITH, J. — The transparency of the human cornea. *Vision Res.* 9: 393, 1969.
52. VonBAHR, G. — Corneal thickness: its mechanisms and changes. *Am. J. Ophthalmol.* 42: 251, 1956.
53. WALBEEK, K. — Turgescence and swelling pressure, in Duke-Elder (ed.) *The Transparency of the Cornea*, pag. 51, Blackwell, Oxford, 1960.
54. WOLFF, E. — *Anatomy of the Eye and Orbit*, Saunders, Philadelphia, 6th ed., 1968.