Medicinska synpunkter på kontaktlinsbärande

State of the Art – document, uppdaterat i januari 2007

Sven Erik G. Nilsson, professor emeritus
Avd för oftalmologi, Linköpings universitet

Innehåll

Inledning

Linsmaterial, linstyper, bärschema, användningstid samt terapeutisk linsanvändning

Hornhinnefysiologi i relation till kontaktlinsbärande

Komplikationer av hypoxi och hornhinneödem

Inflammatoriska komplikationer vid kontaktlinsbärande

Övriga besvär/komplikationer som följd av kontaktlinsbärande

Skötselsystem, rengöring, desinfektion

FDA-godkännade, EU-godkännande, CE-märkning

Efterkontroller; information till patienten

Kontaktlinser i arbetslivet och i andra speciella miljöer

Vad bör ögonläkare och kontaktlinstillpassare speciellt tänka på vid ställningstagande till linsbärande samt vid uppföljning av kontaktlinspatienter?

Referenser

Inledning

Brytningsfel korrigeras med glasögon, kontaktlinser eller refraktiv kirurgi. Antalet kontaktlinsbärare har ökat stadigt under senare år i och med att linsernas kvalitet alltmera förbättrats och skötselsystemen förenklats. Därmed har också komforten ökat och komplikationerna minskat.

Antalet linsbärare i Sverige 1994 var 440.000 [1] och torde 2007 vara c:a 550.000, d v s 6% av populationen. I USA är siffran c:a 14%.

Kontaktlinser tillpassas i liten utsträckning av ögonläkare men väsentligen av leg optiker med kontaktlinsbehörighet. Dessa senares verksamhet är reglerad av SOSFS 1995:4 (M). Dessutom gäller Marknadsföringslagen SFS 1995:450 med ändring 1995:1472, bl a betr den viktiga informationen till patienten (§ 4). Visserligen kommer enl Konsumentverket en ny marknadsföringslag under februari 2007, men enl uppgift torde den inte innebära några ändringar betr kontaktlinsområdet.

För att förstå fördelar och risker med kontaktlinser är det synnerligen viktigt, att man som bakgrund känner till samspelet mellan hornhinna och kontaktlins, hornhinnans syrebehov, linsmaterialens och de enskilda kontaktlinsernas syregenomsläpplighet samt följderna av hypoxi. Detta avsnitt kommer därför att ges stort utrymme. Redan inledningsvis kan man påminna om att hornhinnan inte är vaskulariserad, att dess syreförsörjning från limbuskärlen och från kammarvattnet är otillräcklig, och att den därför i hög grad är beroende av syreupptag direkt från luften, något som en kontaktlins givetvis interfererar med.

Linsmaterial, linstyper, bärschema, användningstid samt terapeutisk linsanvändning

Linsmaterial

Korneala kontaktlinser kom i mera allmänt bruk under 50-talet. De var *hårda* och tillverkade av plexiglas (polymetylmetakrylat, *PMMA*). Sådana linser har ingen syregenomsläpplighet alls och måste därför tillpassas ”vippande” på hornhinnan, så att syrsatt tårvätska efter varje blinkning sugs in under linsen. Då PMMA-linser alltså är både ofysiologiska och obekväma, har de försvunnit från marknaden.

Den stora förändringen kom i och med att Wichterle uppfann ett *mjuklinsmaterial* (hydrofilt), polyhydroxyetylmetakrylat *(pHEMA)* 1960, [2] och som introducerades c:a 1970. Vatteninnehållet i dessa linser låter syre passera, och det är *syregenomsläppligheten* som utgör den väsentliga förbättringen. Dessa mera fysiologiska linser reducerade komplikationsfrekvensen och ökade komforten, och antalet linsbärare ökade stadigt. Hydrerat pHEMA innehåller emellertid endast c:a 38% vatten, och eftersom syregenomsläppligheten i konventionella mjuklinsmaterial är relaterad till vattenhalten, [3] är syregenomsläppligheten begränsad. Efter hand framkom linsmaterial innehållande olika copolymerer, t ex vinylpyrrolidon, vilket medgav en högre väskehalt, upp till c:a 75%. Viktigt är att ha klart för sig, att de högvätskehaltiga materialen är sköra, och att sådana linser därför måste göras tjockare än lågvätskehaltiga. Som vi skall se nedan, blir det

därför i vissa fall de medelväskehaltiga linserna som ger den bästa syregenomsläppligheten.

Silikon har en enastående god syregenomsläpplighet, c:a 50 ggr pHEMA, men materialet är helt hydrofobt och kan därför inte framgångsrikt användas ensamt som kontaktlinsmaterial. För att minska hydrofobiciteten har man därför gjort kombinationer av silikon och icke vätskehaltiga akrylplaster eller av fluorosilikon och akrylplaster, vilket lett till dagens ”hårda” linser, rigida gaspermeabla *(RGP)* linser. De är något lite flexibla och kallas därför hellre ”stabila” än hårda linser. För att ytterligare förbättra vätbarheten är linserna ytbehandlade. Dessa hårdlinser har en syregenomsläpplighet i paritet med eller väsentligt mycket bättre än de bästa av dagens mjuklinser. Emellertid tycks man inte ha lyckats med att göra ytbehandlingen beständig. De RGP-linser som har bäst syregenomsläpplighet har ofta visat sig relativt snart bli hydrofoba och därmed mindre komfortabla. De har därför inte fått den utbredda användning man förväntade sig.

I slutet av 1990-talet lyckades man få fram en helt ny generation av mjuka linser genom att kombinera silikon och vätskehaltiga plaster. Dessa linser har en syregenomsläpplighet som är 3-5 gånger så hög som för dagens bästa mjuka linser. Man har kunnat undvika en opak emulsion av typ ”olja i vatten” och istället åstadkommit ett klart material med ”kanaler” tvärs igenom linsen av såväl syreledande silikon som vatten- och jonledande plast, s k *silikonhydrogel-linser*. Dessa linser genomgår en sofistikerad ytbehandling i en plasmamiljö, där ytans hydrofoba silikon förändras till hydrofilt silikat, fortfarande helt integrerat med det övriga materialet. De har därmed kunnat göras mycket komfortabla. Eftersom silikon leder syre mycket bättre än vad vatten gör, håller man nere vattenhalten till c:a 24-36%. Om vattenhalten skulle hållas ännu lägre, skulle linsen sugas fast vid hornhinnan och inte röra sig, vilket är deletärt genom att debris stängs inne under linsen. Eftersom silikonhydrogellinserna kan förse hornhinnan med mycket hög syrehalt, finns förutsättningar för reducerad komplikationsfrekvens och därmed även för ett säkrare dygnet runt-bärande (se mera nedan). De har prövats i vetenskapliga undersökningar för kontinuerligt bärande under 30 dygn, bl a i en svensk studie ledd av SE Nilsson, [4] omfattande 500 patienter under ett år, varvid incidensen av biverkningar befanns vara låg, och där inga allvarliga komplikationer inträffade. De två hittills tillgängliga produkterna har numera CE-märkts för marknadsföring i EU-länder för såväl dagbärande som upp till 30 dagars dygnet runt-bärande.

I Sverige var 1994 fördelningen 94% mjuka linser och 6% RGP-linser. I England var motsvarande siffror 65% och 35%. Detta avspeglar traditionella skillnader, som emellertid håller på att utjämnas.

Food and Drug Administration (FDA), som reglerar kontaktlinsfrågor i USA, har grupperat mjuka linser enligt följande:
I. Icke joniserade, lågvätskehaltiga material (38-50% vattenhalt).
II. Icke joniserade, högvätskehaltiga material (51-80% vattenhalt).
III. Joniserade, lågvätskehaltiga material (38-50% vattenhalt).
IV. Joniserade, högvätskehaltiga material (51-80% vattenhalt).

I Europa brukar man även tala om en grupp Mellanvätskehaltiga linser (51-60% vattenhalt), vilket jag anser vara väl motiverat, eftersom dessa linser i vissa fall ger den bästa syregenomsläppligheten av de traditionella mjuklinserna. [5, 6] Joniserade

plaster har ofta visat sig ge mycket komfortabla linser, men de får tidigare proteinbeläggningar än icke-joniserade plaster. Detta kompenseras av tätare linsbyten.

Täta linsbyten ökar komforten och synes minska komplikationsfrekvensen (se nedan). Tätare linsbyten ned till endagslinser (”disposables”) har möjliggjorts genom att tillverkningskostnaderna har sjunkit i och med övergång från en teknik då linser svarvades i torrt tillstånd till en metod att gjuta dem i fuktigt tillstånd, varvid linsparametrarna blir precist reproducerbara. Hela processen är sluten, snabb och övervakad av IT/TV-teknik.

Linstyper

Brytande kontaktlinser kan vara sfäriska eller toriska. Astigmatism korrigeras med sfäriska hårda eller toriska mjuka linser. Icke brytande linser *(planolinser)* används som bandagelinser vid vissa hornhinneförändringar (se nedan). Planolinser har på allra sista tiden börjat dyka upp som färgade linser för byte av ögonfärg eller som ”crazy lenses” med allehanda väl synliga mönster eller symboler för att väcka uppseende. Sådana linser kan i princip säljas oreglerat, eftersom EU-bestämmelser inte reglerar kontaktlinser utan brytkraft. Detta är djupt olyckligt, eftersom bärande av dessa linser givetvis är förenat med samma risker som brytande linser - sannolikt långt större risker, eftersom de kan saluföras utan vare sig tillpassning, råd om rengöring/desinfektion eller regelbundna kontroller. Det är helt obegripligt att de medicinska riskerna på detta sätt hittills har negligerats. I USA har man nyligen ändrat bestämmelserna, och en diskussion härom pågår även inom EU.

Bifokala eller multifokala (speciellt den diffraktiva typen) kontaktlinser används för korrektion av presbyopi, även om *monovision* oftast är ett bättre alternativ. Vid monovision korrigeras det ena ögat för avstånds- och det andra för närseende. Det är viktigt att i så fall starta tidigt, i 43-45-årsåldern, då skillnaden mellan ögonen kan hållas till 0,75 à 1,0 dioptri, varvid stereoseendet inte påverkas, [7] och så att synskärpan på närögat inte plötsligt sjunker till <0,3, vilket senare skulle utesluta bilkörning under 6 månader.

Flertalet kontaktlinser är *korneala*. RGP-linser är något mindre än kornealdiametern, under det att mjuka linser går ut någon mm på konjunktiva. Emellertid finns även *sklerala* linser, som täcker stora delar av bulbära konjunktiva/sklera, men som inte vilar direkt mot kornea.Dessa linser användes i vissa fall för att korrigera en mycket oregelbunden kornea, t ex efter traumatiska skador, och där keratoplastik inte kunnat lösa problemen. Sklerala linser är gjorda av RGP-material men är som regel ganska tjocka och därför fenestrerade, så att den underliggande tårvätskan får bättre tillgång till syre. Dessa linser tillverkas individuellt av särskilda specialister, framför allt i England.

Vid irisförändringar, t ex vid albinism eller efter traumatiska skador, kan man med framgång använda kontaktlinser med en ljusblockerande *”inbyggd, fotografiskt framställd iris”* eller starkt *mörkfärgade linser,* som förbättrar synförmågan och i många fall även kosmetiken. Ett flertal kontaktlinser innehåller numera *UV-blockerande substanser,* som möjligen på längre sikt kan ha en viss förebyggande effekt mot kataraktutveckling.

Bärschema och användningstid

Dagbärande (”daily wear”, *DW*) är mycket vanligare och med hittillsvarande linser även säkrare än *dygnet runt-bärande* (”extended wear”, *EW*), då linserna bäres 7 dagar och 6 nätter i följd, vilket är godkänt av FDA för linser med god syregenomsläpplighet. I Sverige var 1994 andelen EW endast 2-3%, medan den i USA var c:a 20%. Situationen är idag ungefär densamma. De allra nyaste linserna, silikonhydrogel-linserna, är som ovan nämnts numera godkända inom EU-området för s k *kontinuerligt bärande* (”continuous wear”, *CW*) i 30 dagar och 29 nätter. Från linsbärarnas utgångspunkt anses CW vara mycket attraktivt, eftersom man normalt inte behöver rengöra och desinficera linserna. Efter 30 dagar byter man till en ny lins. De vetenskapliga testerna har hittills varit framgångsrika, men kostnaderna har hållit tillbaka utvecklingen.

Användningstiden för kontaktlinser var för ett antal år sedan 1 år eller mera. Denna långa användningstid, som kallas *konventionellt linsbärande* (numera >6 mån -12 mån), minskar efter hand dramatiskt till förmån för kortare användningstid. *Planerat linsbyte* (”planned replacement”) sker i Sverige med ett intervall av >4 veckor (internationellt >2 veckor) - 6 mån. Vid *korttidsanvändning* av linser sker i Sverige byte med ett intervall av >1 vecka - 4 veckor. Detta gäller DW. Linser för korttidsanvändning har i dagligt tal kommit att kallas ”disposables”. Begreppet *”disposables”* bör emellertid reserveras för *engångsanvändning* av linser, d v s DW en dag (endagslinser) eller EW 7 dagar resp CW 30 dagar, varefter linsen kastas. Korttidslinser hade 1994 i Sverige c:a 40% av marknaden. Numera torde andelen ligga >70% - vad gäller nytillpassning sannolikt >80%.

Avslutat linsbärande, ”drop-outs”

Antalet linsbärare har under senare åt ökat endast långsamt, c:a 2% per år, trots att vi har c:a 60-70.000 nytillpassningar per år. Orsaken är, att bortfallet är nästan lika stort. Den klart vanligaste orsaken är irritation, ”discomfort”, till mycket stor del baserad på torrhetsbesvär i dagens artificiellt ventilerade lokaler, där luftfuktigheten efter hand reduceras mer och mer i långa rörledningar.

Terapeutisk/medicinsk användning av kontaktlinser

Det stora flertalet kontaktlinser användes istället för glasögon av bl a kosmetiska skäl eller i samband med sport. Terapeutisk användning av tunna planolinser som *bandagelinser* sker i samband med vissa hornhinneförändringar (t ex recidiverande erosioner) eller för att täcka över suturer i kornea. På försök användes speciella *kollagenlinser* för en jämn och kontinuerlig tillförsel av läkemedel till kornea under en begränsad tid. *RGP-linser* korrigerar de uttalade brytningsfel som uppkommer vid t ex keratokonus innan keratoplastik blir aktuell.

Hornhinnefysiologi i relation till kontaktlinsbärande

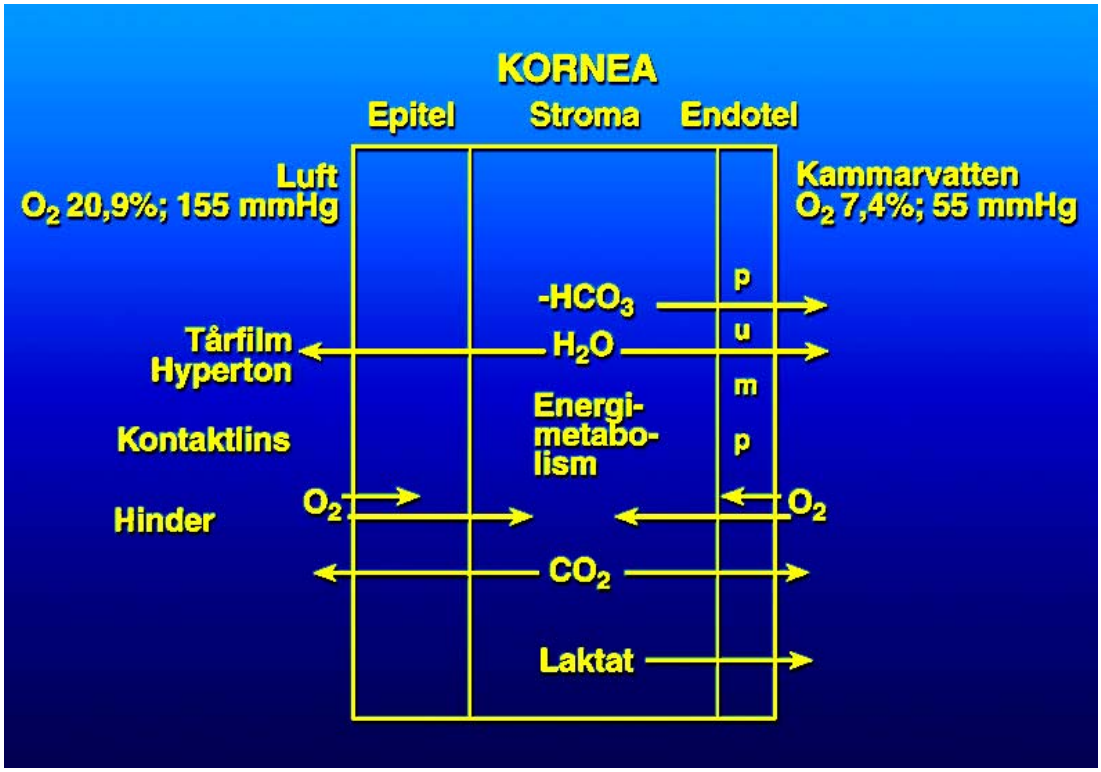
Korneal hypoxi är sannolikt en av de viktigaste orsakerna till allvarliga komplikationer vid kontaktlinsbärande, varför stort utrymme ägnas detta avsnitt.

Reglermekanismer för hornhinnetjockleken

Kornealtjockleken måste för transparensens skull hållas konstant. Den regleras av två mekanismer. Den viktigaste finns i endotelet, som aktivt pumpar bikarbonatjoner ut från kornea, in i kammarvattnet.[8] Passivt dras vatten med. Hur endotelet känner av stromats vattenhalt eller hur stromat signalerar till endotelet är hittills oklart. Om endotelet sviktar, uppstår kornealödem. Dessutom kan, som vi strax skall se, vattenbindande joner p g a hypoxi ackumuleras i stromat och ge ödem. Ett kroniskt kornealödem ökar kraftigt risken för allvarliga komplikationer till linsbärandet. Den andra reglermekanismen är relaterad till tårfilmens tonicitet på epitelsidan. Vid slutet öga, under natten, är tårfilmen isoton. Då ögat öppnas avdunstar vatten snabbt, varvid tårfilmen blir hyperton och därför drar vätska ut ur kornea, som på grund härav blir 3-4% tunnare.[9, 10]

Hornhinnans metabolism

Kornealepitelet, som omsätts på c:a 6 dagar, förbrukar, liksom endotelet med sin pump, stora mängder energi, under det att det cellfattiga stromat är mindre energiberoende. Energiproduktionen kräver i sin tur stora mängder syre, dels från luftens syre (20,9%, 155 mmHg), dels från kammarvattnet (55 mmHg, 7,4%) (Fig. 1). En kontaktlins reducerar mer eller mindre syretillförseln, även om silikonhydrogel-linserna endast utgör ett mycket obetydligt hinder. Vid hypoxi bromsas den metabola nedbrytningskedjan vid laktat (”mjölksyra”), som från epitelet vandrar in i och ackumuleras framför allt i stromat. Därmed binds vatten, och kornea blir ödematös. [11]



Figur 1. *Schematisk skiss av reglermekanismen för kornealtjockleken samt av korneas syreförsörjning; © Sven Erik Nilsson, Avd för oftalmologi, Linköpings universitet.*

Hornhinneödemets mekanismer

Hypoxin och den epiteliala laktatbildningen och därmed det epiteliala ödemet blir störst inom de områden där den överliggande linsen är tjockast. Följderna av epitelial hypoxi, t ex mikrocystor (se nedan) och epiteldefekter, blir alltså mest märkbara inom sådana områden. När laktatet diffunderar in i stromat, breder det inte ut sig nämnvärt i sidled, varför också det stromala ödemet väsentligen blir lokalt. Även följderna av stromalt ödem, t ex neovaskularisering från limbusområdet, blir alltså lokaliserade till de områden där den överliggande linsen är tjockast. Från stromat vandrar laktatet via endotelet in i kammarvattnet.

Syretrycket innanför ett slutet ögonlock är 59 mmHg, motsvarande 7,7% syre.[12] Detta har länge ansetts tillräckligt för att ödem inte skulle uppstå, men det kan inte helt uteslutas, att en liten del av den 4%-iga tjockleksökningen av hornhinnan på natten inte kan hänföras till den isotona tårvätskan utan orsakas av hypoxi. Man inser lätt, att kontaktlinsbärande nattetid utgör en långt större påfrestning på hornhinnan än dagbärande, såvida inte linserna har extremt hög syregenomsläpplighet. Kornealödemet vid dagbärande med gängse linser kan vara c:a 1-4% beroende på linstyp och individuell reaktion, medan nattödemet kan vara 9-12% eller t o m mera. Med de nya silikonhydrogel-linserna har man inte funnit något nattödem alls utöver vad som är normalt utan lins. [13] Slutligen skall påpekas, att övre ögonlocket även vid öppet öga hos flertalet individer täcker en del av övre kornea, som alltså får sämre tillgång till syre än övriga delar av kornea, nämligen endast 10,4% (79 mmHg).[5]

Syrepermeabilitet

Hittills har begreppet syregenomsläpplighet använts för linmaterial och linser. Vi har emellertid nu kommit till en punkt då det är motiverat att bli mera specifik. Vad gäller en skiva *linsmaterial* användes begreppet *syrepermeabilitet, Dk (diffusionskonstanten),* som framräknas enl formeln:

$$\mathbf{Dk = \frac{cm^2 \times ml\ O_2}{sek \times ml\ plast \times mm\ Hg}}$$

Då man mäter Dk, läggs en plastskiva mellan mynningarna på två likstora rör, varav det ena innehåller syre. Storleken av den yta hos plastskivan som är i kontakt med syret betecknas med cm^2. Den mängd syre som diffunderar genom plastskivan betecknas med ml O_2, och mängden beräknas per tidsenhet (sek), per volymenhet plastmaterial (ml) och per enhet tryckdifferens (mm Hg) mellan plastskivans båda sidor. Det utfall man får brukar uttryckas som heltal men är i realiteten så litet, att det skall multipliceras med 10^{-11}. Ju högre tal, desto bättre är plastmaterialet vad gäller syrepermeabiliteten. Numera skall egentligen hektopascal användas istället för mmHg. En sådan anpassning åstadkommer man genom att multiplicera Dk-värdet med 0,75.

Syretransmissibilitet

Syretransmissionen genom *en enskild kontaktlins* kallas för *syretransmissibilitet, Dk/t,* och där det ovan framräknade Dk-värdet divideras med centrumtjockleken (t), uttryckt i cm (trots att det gäller bråkdelar av mm), hos en lins med styrkan -3.00

dioptrier. (Fram tills de nya EU-direktiven kom, användes L som beteckning för linstjockleken, och bakåt i litteraturen ser man alltså Dk/L.) Dk/t uttrycks som heltal men skall egentligen multipliceras med 10^{-9}.

Syrepermeabiliteten hos materialet är viktig, men syretransmissibiliteten hos den enskilda linsen är givetvis det som slutligen betyder någonting för ögat. Som ovan nämnts, är det i vissa fall de mellanvätskehaltiga linserna som har den bästa kombinationen av ett relativt bra Dk-värde och en tunn lins och därför också det bästa värdet på Dk/t. [6] Kontrollera alltid Dk/t för aktuella linser och använd inte linser med låga värden på Dk/t (se nedan)! På så sätt kan man bidra till att minska komplikationsfrekvensen.

Betydelsefulla felkällor vid mätning av Dk och därmed Dk/t

Syrepermeabilitet och -transmissibilitet mäts vanligen med en polarografisk teknik.

1. Edge effect. Den skiva av plastmaterial som skall mätas, och som placeras mellan mynningarna på det rör varifrån gasen kommer och det rör som skall ta emot och mäta mängden gas som passerat, är större än rördiametern, varför gasen under sin väg genom plasten kan breda ut sig i sidled och utnyttja en något större yta än den som motsvarar rördiametern. Denna felkälla, ”edge effect”, som man uppmärksammat först på senare tid, gör att det erhållna värdet blir uppåt 25% för högt. [14] Alla Dk-värden och därmed alla Dk/t-värden borde därför korrigeras nedåt c:a 25%. Intresset från industrins sida att reducera värdena för syrepermeabilitet och syretransmissibiliteten för detta mätfel har emellertid varit lågt. Det är därför viktigt, att den som jämför olika linser gör klart för sig om Dk- resp Dk/t-värdena är korrigerade för ”edge effect” eller inte, så att man är säker på att man rör sig med jämförbara storheter.

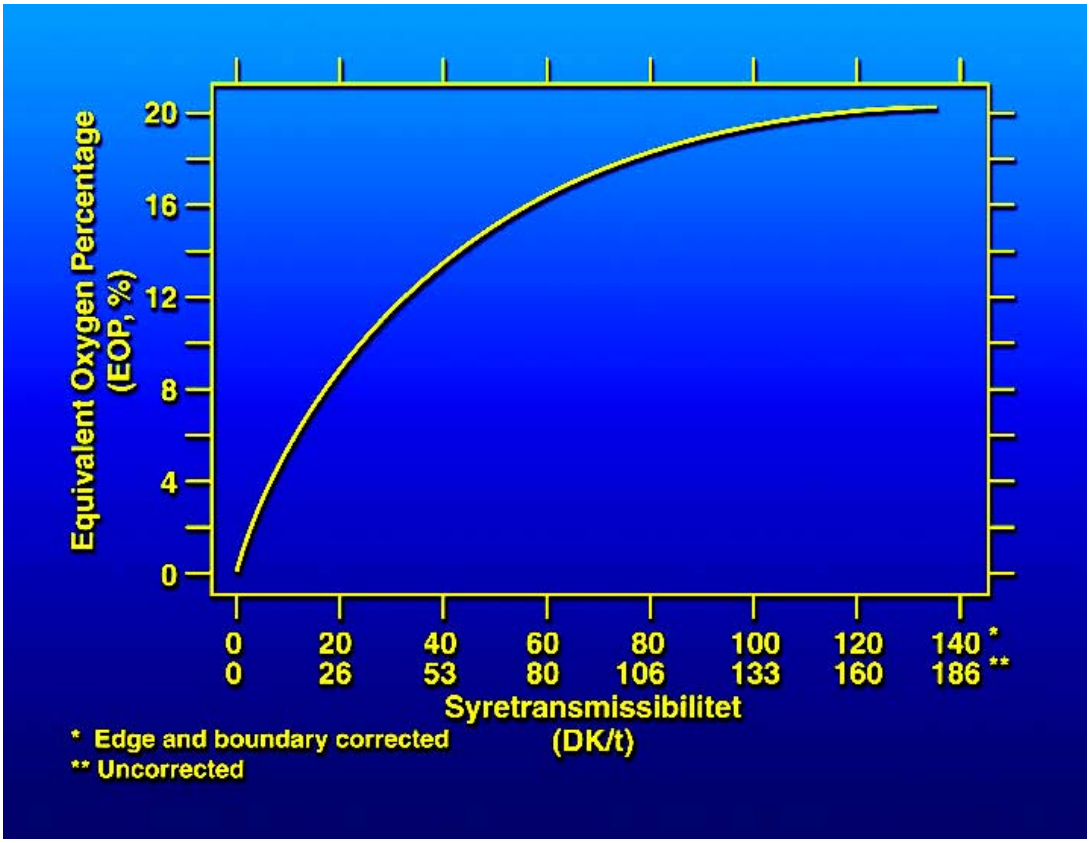
2.”Boundary effect”. Ett vätskehaltigt material som mätes har alltid ett fuktskikt på ytan. Syrgasen måste utöver plasten passera även detta skikt, vilket innebär ett ytterligare hinder. Det värde man får, blir av denna anledning några få procent för lågt. [15] Industrin korrigerar alltid för ”boundary effect”, sannolikt för att man får något förbättrade värden.

”Equivalent oxygen percentage” (EOP)

EOP är ett sätt att ge uttryck för hornhinnans syreupptag vid kontaktlinsbärande. Benjamin har givit en bra översikt. [5] Hornhinnan har på
dagtid tillgång till luftens 20,9% syre. EOP är då 20,9%. En kontaktlins reducerar mer eller mindre hornhinnans möjlighet till syreupptag. Genom att man omedelbart efter att ha avlägsnat en lins mäter hornhinnans syreupptag med en prob, i relation till upptaget utan att lins burits, kan man få fram det EOP som motsvarar den aktuella linsen. EOP är egentligen ett bättre värde än Dk/t, eftersom det förra avspeglar *hornhinnans* verkliga syreupptag, medan det senare gäller *linsens* syretransmissibilitet. Problemet är, att industrin sällan förser oss med EOP-värden, varför de utanför vetenskapliga undersökningar har begränsat värde.

Relationen mellan EOP och Dk/t är inte linjär (Fig. 2). [16, 17] Som synes blir hornhinnans syreupptag bättre och bättre och större än förväntat när man ökar Dk/t från en låg nivå till en högre ända tills kurvan planar ut för de högsta värdena. Av detta kan man inse, att man vinner mera än förväntat betr hornhinnans syreupptag

och - som vi nedan skall se - vad gäller reduktion av risken för komplikationer, om man byter ut linser med mycket låga värdena på Dk/t mot linser med högre värden.



Figur 2. *Relationen mellan EOP och Dk/t är inte linjär. Hornhinnans syreupptag förbättras betydligt mera än förväntat vid byte från en lins med mycket lågt Dk/t till en lins med högre Dk/t.* *(Från Fatt, modifierad.* [17]*)*

Linstjockleken

Linstjockleken (t, tidigare L) anges som *centrumtjockleken för en lins av -3 dioptrier*. Detta värde är givetvis inte på något sätt representativt för hela linsen, som ju i snitt är betydligt tjockare. När man därför anger syretransmissibiliteten Dk/t för en viss linstyp och därvid dividerar det för materialet uppmätta Dk-värdet med centrumtjockleken för en lins på -3 dioptrier, får man ett alldeles för bra värde, som inte är giltigt för någonting annat än för centrum på en lins av -3 dioptrier. Vad det duger till är att jämföra olika linstyper/linsfabrikat med varandra. Skall man få ett mera rättvisande värde, måste man ha tillgång till *snitt-tjockleken* hos linsen, helst för alla linsstyrkor, minus- såväl som pluslinser, och själv dividera Dk med snitt-tjockleken. Det är emellertid endast någon enstaka fabrikant som anger snitt-tjockleken, och i så fall endast för en lins av -3 dioptrier. Bäst avspeglas linsens totala Dk/t om man använder sig av den s k *"harmoniska tjockleken",* [18] där man t ex tar hänsyn till att det tunna centrum hos en minuslins endast utgör en mycket liten del av ytan, medan den helt dominerade delen av ytan utgöres av den betydligt tjockare och mindre syregenomsläppliga mittperiferin. Sådana siffror för Dk/t anges inte alls.

Hornhinnans behov av syre vid dagbärande (DW) resp dygnet runt-bärande (EW)

En klassisk undersökning av Holden och Mertz [19] visade, att Dk/t måste vara minst 24 (EOP minst 10%) för att kornealödem skall undvikas vid DW. (Värdena i denna undersökning är INTE korrigerade för ”edge and boundary effects”.) *Observera, att en lins som anges ha Dk/t 24, har detta värde endast i centrum och endast om det är en lins av -3 dioptrier. Vill man ha en lins som har minst 24 över hela ytan, måste man alltså välja en lins med klart högre värde på Dk/t i centrum, och detta än mera om det gäller en starkare minuslins eller en pluslins. Man bör därför alltid välja en lins som med god marginal överstiger värdet 24!*

Samma studie visade, att Dk/t behöver vara 34 (EOP 12%) för att nattödemet vid EW skall gå tillbaka snabbt efter uppvaknandet. Om man skall kunna undvika nattödem helt och hållet (utöver de 3-4% som beror på tonicitetsförändringen av tårvätskan) vid EW, måste Dk/t vara minst 87 (EOP 18%). De nya silikonhydrogel-linserna uppfyller detta krav. Såväl experimentella studier [20, 21] som erfarenheter av pågående kliniska prövningar [4] talar för att linser med hög syretransmissibilitet minskar risken för allvarliga komplikationer.

I helt nyligen gjorda undersökningar har man visat, att syrebehovet i kornea ökar vid acidos, t ex vid retention av CO_2 eller ackumulation av laktat, varför ovan nämnda krav på Dk/t med dagens kunskap synes vara för låga.[22] Vid EW bör Dk/t i så fall vara ett stycke över 100. Syrebehovet vid afaki är lägre än vid faki. (Se nedan.)

Syretransmissibiliteten för olika typer av linser

Tabellerna I och II utvisar bl a Dk, Dk/t och EOP för några typer av linser, ”Boundary corrected” resp. ”Edge and boundary corrected”. Dessa värden kan jämföras med de krav som i föregående avsnitt redovisats för DW resp EW.

Tabell I. *Linsers syregenomsläpplighet (”bättre” varianter inom resp. grupp)*

Siffrorna är ”boundary corrected”	**H_2O %**	**Dk**	**Centrum tjocklek**	**Dk/t**	**EOP**
Mjuk, lågvätskehaltig	30	8,5	0,035	24	8
Mjuk, mellanvätskehaltig	58	28	0,07	40	12
Mjuk, lågvätskehaltig	73	36	0,12	30	10
Silikonhydrogel	24-47	99-140	0,07-0,09	86-175	17-20
RGP, äldre typ	0	64	0,15	43	12
RGP, nyare typ	0	210	0.17	123	18
Silikon	0	400	0,20	200	20

Tabell II. *Linsers syregenomsläpplighet (”bättre” varianter inom resp. grupp)*

Siffrorna är ”Edge and ”boundary corrected”	**H_2O %**	**Dk**	**Centrum tjocklek**	**Dk/t**	**EOP %**
Mjuk, lågvätskehaltig	39	6	0,035	18	8
Mjuk, mellanvätskehaltig	58	21	0,07	30	12
Mjuk, lågvätskehaltig	73	27	0,12	23	10
Silikonhydrogel	24-47	74-105	0,07-0,09	65-131	17-20
RGP, äldre typ	0	48	0,15	32	12
RGP, nyare typ	0	158	0.17	92	18
Silikon	0	300	0,20	150	20

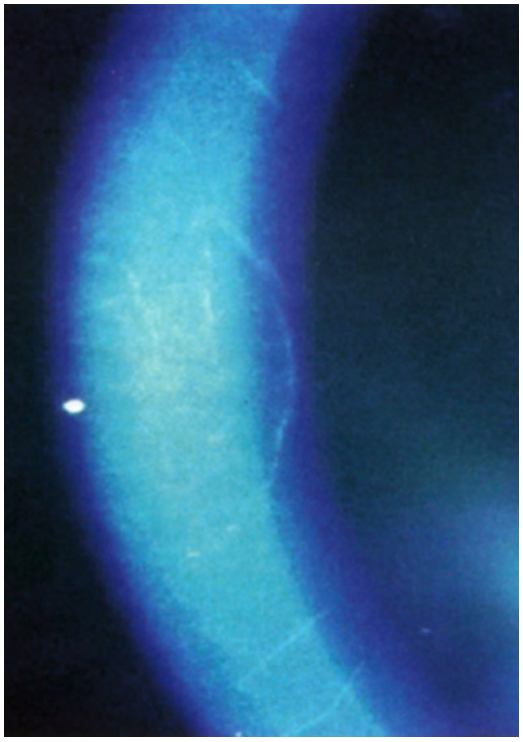
Återigen är det viktigt att komma ihåg, att Dk/t avser centrum på en lins med styrkan -3 dioptrier, och att värdet måste ligga ett gott stycke över gränsvärdet för att *hela* linsen skall ha godtagbar syretransmissibilitet. Observera att de mellanvätskehaltiga linserna, som ovan nämnts, i vissa fall ger den bästa syretransmissibiliteten hos mjuklinser av standardtyp, medan silikonhydrogel-linserna har en transmissibilitet som ligger 3-5 gånger högre än för de bästa tidigare mjuklinserna.

Individuella variationer; adaptation

Hornhinnans initiala reaktion med ödem på kontaktlinsbärande minskar med tiden som tecken på en adaptation till reducerad syretillförsel. Under det att nattödemet vid EW kanske är 12-16% initialt, kan det efter 6 mån i vissa fall vara nere i 8% eller t o m lägre. Viktigt är emellertid att känna till de interindividuella variationerna, d v s att vissa individer aldrig visar några tecken på adaptation utan ligger kvar på en hög nivå hela tiden. Det finns idag inga säkra sätt att på förhand identifiera dessa individer. Ett kroniskt ödem innebör en klart ökad risk för allvarliga komplikationer i form av t ex neovaskularisering och bakteriell keratit. Regelbundna kontroller är därför nödvändiga, så att t ex kroniskt ödem elimineras genom byte till lins med högre Dk/t, övergång från DW till EW eller i vissa fall genom att avsluta linsbärandet.

Gradering av hornhinneödem

Då en van ögonläkare/linstillpassare vid hornhinnemikroskopi kan se en minimal *disighet* i kornea, är ödemet (tjockleksökningen av kornea) c:a 5%. Nästa steg är *striae* (små bågformade veckbildningar/vätskefickor i stromat): 1 stria = c:a 6%, 2 striae = c:a 7% o s v (Fig. 3). *MD-veck* (nära membrana Descemeti) uppkommer vid ödem i storleksordningen 10-12% (Fig. 4). Vid 20% ödem är hornhinnan uttalad disig och synen klart nedsatt.



Figur 3. *Stromala striae.*
(Från Zantos och Holden, med tillstånd; © Optometrists Association Australia. [23, 24])

Figur 4. *Ett veck (MD-veck) längst bak i stromat vid ödem >10%.*
(Foto David Pye. Från Terry et al., med tillstånd; © Am Acad Optom. [25])

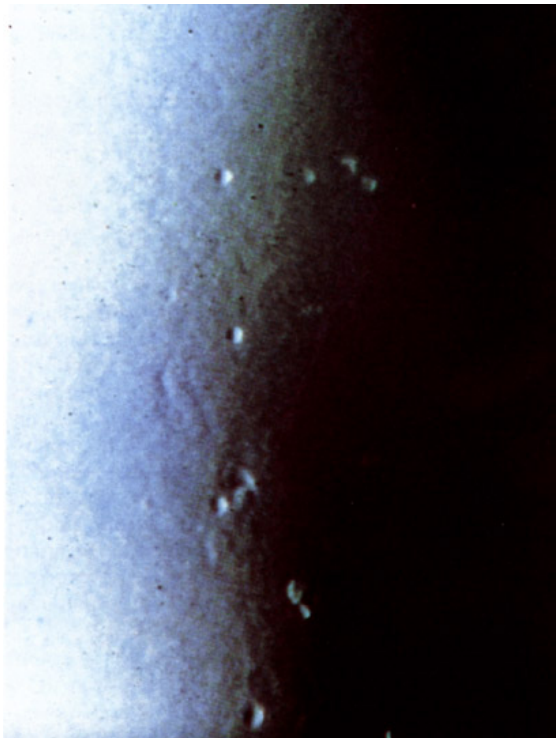
Komplikationer av hypoxi och hornhinneödem

Effekter av epitelialt ödem/hypoxi

Smelser [26] var först med att beskriva, att synnedsättning vid kontaktlinsbärande kunde orsakas av hypoxi och därav följande ödem.

Mikrocystor i epitelet är ett typiskt tecken på hypoxi och förekommer nästan uteslutande vid EW. [24] De är högst 0,05 mm stora och har typiskt en mörk sida åt det håll varifrån ljuset kommer och en ljus sida längst från ljusspalten (Fig. 5). I regel ses de inom områden där den överliggande linsen är tjockast. Man har inte övertygande kunnat visa mikroskopiskt eller biokemiskt vad dessa mikrocystor består av, men man antar att det är extracellulära ansamlingar av metabola avfallsprodukter orsakade av hypoxi. De åtgärder man kan vidtaga är att byta till linser med högre Dk/t och/eller övergå från EW till DW. Det kan i enstaka fall ta upp till 6 mån för befintliga mikrocystor att försvinna efter att hypoxin upphävts, trots att epitelet omsätts på c:a 6 dagar. Efter byte från standardlinser till silikonhydrogel-linser reduceras antalet mikrocystor till en mycket låg nivå, paradoxalt nog efter en uppgång under de första veckorna.

Vakuoler, som är större än mikrocystor, kan också förekomma i epitelet.

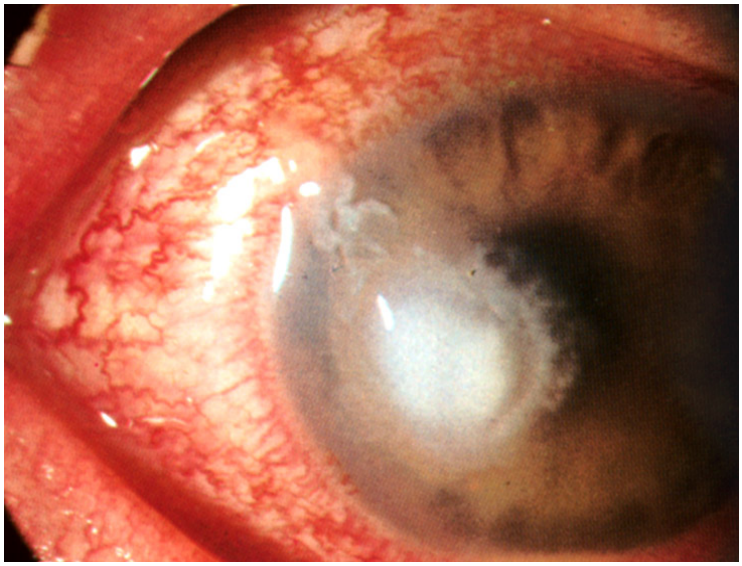


Figur 5. *Epiteliala mikrocystor. (Från Holden, med tillstånd; © Am Acad Optom.* [27]*)*

Epiteldefekter . Epitelialt ödem gör cellerna sköra, och epiteldefekter kan då lättare uppkomma vid kontaktlinsbärande. Därmed ökar risken påtagligt för infektiösa keratiter orsakade av bakterier och akantamöba. Detta synes bero på att expositionen av receptorer för bakterier, t ex av typ *Pseudomonas aeruginosa,* på kornealepitelets yta ökar signifikant i samband med epiteldefekter. [28] De ökar också signifikant vid kontaktlinsbärande, och alldeles speciellt för linser med låg syretransmissibilitet. [20] Bindning av bakterier till kornealepitelet följer samma mönster. [21] Med de nya silikonhydrogel-linserna fann man ingen ökad bindning av bakterier, vilket tyder på att risken för bakteriell keratit möjligen kan reduceras med sådana linser. I kliniska studier av dessa linser (såväl EW 7 dagar som CW 30 dagar; 6-12 mån) världen över har man också kunnat visa signifikant färre svåra keratiter med synnedsättning än med hydrogellinser. [29-31]

Kontaktlinsinducerad mikrobiell keratit resp ulcus kan orsakas av bakterier, akantamöba eller svampar. Detta är den idag egentligen enda riktigt allvarliga komplikationen till kontaktlinsbärande. (Viruskeratit räknas inte in i denna grupp, då den inte anses kontaktlinsinducerad.) Keratit definieras som kombinationen av en epiteledekt och ett underliggande infiltrat. Endera av dessa förändringar betecknas alltså inte som keratit. Om även stromat är engagerat med smältning/substansförlust, har läsionen övergått till ett ulcus (Fig. 6).

All erfarenhet visar, att ett intakt kornealepitel praktiskt taget aldrig infekteras av bakterier. [33] Detta synes kunna förklaras av den tidigare nämnda låga expositionen av receptorer för bakterier på det intakta epitelet [20] och den därmed sammanhängande ringa bindningen av bakterer. [34] Endast i undantagsfall synes vissa cytotoxiska stammar av *Pseudomonas aeruginosa* möjligen kunna initiera infektion av ett intakt kornealepitel. [35] Uppenbart är, att risk för bakteriell keratit föreligger om epiteldefekter uppkommer, t ex vid dålig



Figur 6.
Bakteriell keratit (ulcus corneae).
(Från Ruben. [32]*)*

tillpassning av linser, vid kornealödem p g a hypoxi och vid trauma från främmande kropp under linsen. Självklart innebär även utebliven desinfektion samt sköljning av linser i osterila lösningar en betydande risk.

Akantamöbainfektioner förekommer i Sverige men är ovanliga. [36] I England, där akantamöbainfektioner är betydligt vanligare, bl a p g a utbrett innehåll av denna protozo i vattentankar på hustaken, har man identifierat följande riskfaktorer för kontaktlinsbärare: simning/vattensport med kontaktlinser, användning av osterila sköljlösningar och/eller klorhaltiga desinfektionspreparat med otillfredsställande effekt samt utebliven desinfektion. [37] Akantamöbaprotozoer livnär sig i stor utsträckning på bakterier, vilket innebär att de inte gärna förekommer i bakteriefria miljöer.

En bakteriell keratit börjar med smärta/svår skavningskänsla i ögat, ljuskänslighet, perilimbal injektion, korneal epiteldefekt med underliggande infiltrat och omgivande ödem samt i regel ljusväg i främre kammaren. Ofta är ögat också kladdigt. Patienten har vanligen klart mera uttalade båda subjektiva och objektiva symtom än vid sterila/inflammatoriska infiltrat eller keratiter (se nedan). Vid klar misstanke om kontaktlinsinducerad bakteriell keratit bör odling göras från kornealläsionen (skrapning), från konjunktivalsäcken, från linsen och från linsdosan. Kontaktlinsinducerade mikrobiella keratiter skall givetvis behandlas på samma sätt som andra infektiösa keratiter, och här hänvisas därför till gällande rutiner. Speciell uppmärksamhet skall emellertid riktas mot *Pseudomonas aeruginosa*. I fall med uttalade subjektiva och objektiva symtom finns skäl att ge behandling som om det gällde en pseudomonasinfektion tills motsatsen bevisats. Under det att man förr använde droppbehandling med aminoglykosider, t ex gentamycin, är ciprofloxacin idag ett vanligt alternativ. Akantamöbakeratit utmärks ofta av ett ringinfiltrat. Den i England mest använda terapin är en kombination av Propamidine och Polyhexamethyl biguanide, vilken varit framgångsrik. [37]

Incidensen av kontaktlinsinducerad keratit (KLIK) i Sverige har studerats i två landsomfattande undersökningar. Den ena var retrospektiv och gällde slutenvårdsbehandlade (allvarliga) fall. [38] Den andra var prospektiv och avsåg samtliga fall av KLIK. [1] Dessa incidensstudier, liksom de allra flesta andra, omfattar

såväl mikrobiella som ”sterila” /odlingsnegativa (inflammatoriska, se nedan) fall av KLIK. I studien av de slutenvårdsbehandlade fallen fann man 0,78 fall av allvarlig KLIK per 10.000 bärare och år. Risken för allvarlig KLIK var signifikant (p<0,05-0,001) lägre för DW av korttidslinser (0,16/10.000 bärare) än för DW av konventionella linser (0,52/10.000 bärare) resp RGP-linser (1,23/10.000 bärare). Risken var i snitt 7 gånger större för EW än för DW (p< 0,01-0,001). Bakteriell keratit förelåg i 54%, och i 44% av dessa rörde det sig om Pseudomonas. Akantamöba påvisades i endast 6%. Odlingsnegativ KLIK förelåg i 36%, och i 4% hade odling inte företagits. Mikrobiell KLIK var signifikant (p<0,001) vanligare än steril KLIK vid konventionellt linsbärande, medan odlingsnegativ/”steril” KLIK var signifikant (p<0,05) vanligare än mikrobiell KLIK vid bärande av korttidslinser, d v s förhållandet var det omvända.

Den andra studien, [1] som var prospektiv och som omfattade samtliga fall av KLIK, såväl i sluten som öppen vård, visade en total årlig incidens av KLIK av 2,34/10.000 bärare (Tabell III).

Tabell III. *Årlig incidens av kontaktlinsinducerad keratit per 10.000. invånare i Sverige 1994*

Totala gruppen 3,34					
Konventionellt bärande av mjuka linser 2,44		Korttidsbärande mjuka linser 2,34		RGP-linser 1,48	
DW	EW	DW	EW	DW	EW
2,17	13,33	2,16	10,00	1,48	(0)
Kontaktlinsinducerat kornealt ulcus, totalt endast 9,18					

Risken för KLIK var alltså totalt 2,34/10.000 bärare. Det förelåg ingen signifikant (p>0,1-0,5) skillnad i incidens mellan korttidsbärande och konventionellt bärande eller bärande av RGP-linser. Risken var signifikant (p<0,01-0,001) större (5-6 gånger) för EW än för DW. Viktigt är att klargöra, att flertalet fall var milda, och kornealt ulcus förelåg med så låg incidens som 0,18/10.000 bärare, d v s c:a 2/100.000 bärare. I snitt var risken c:a hälften så stor i Sveriga som i USA. [39, 40] När de allvarliga fallen (kornealt ulcus, centralt belägna förändringar och förändringar med bestående reduktion av visus) studerades separat, fann man att samtliga fall fanns i gruppen med konventionellt linsbärande och inget alls i gruppen med korttidsbärande - en signifikant (p>0,01) skillnad. Slutsatsen blir alltså även i denna studie, att konventionellt linsbärande var behäftat med signifikant högre risk för allvarlig KLIK än korttidsbärande. Även det totala antalet biverkningar/komplikationer har visats vara större för konventionellt bärande än for

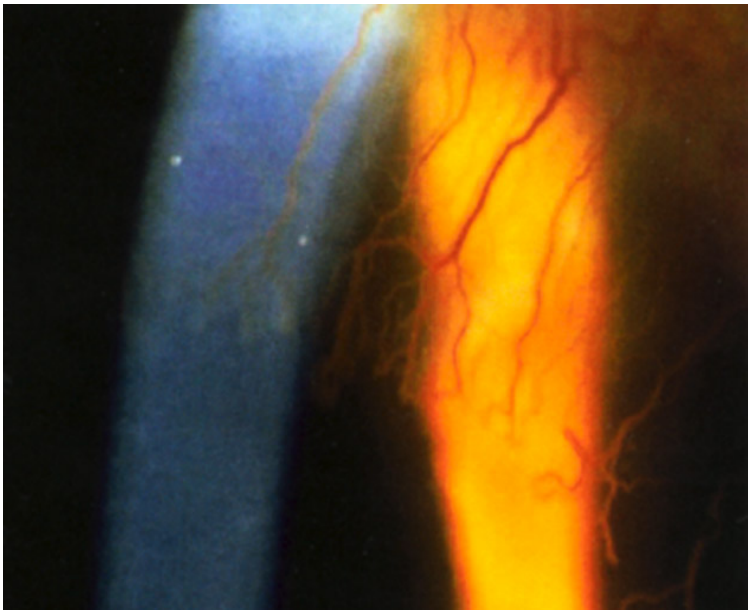
korttidsbärande, både vad gäller DW och EW. [41, 42] Engelska studier är de enda som klart visat motsatt förhållande. [43] I en svensk studie av 500 patienter med silikonhydrogel-linser under ett år [4] uppkom, som ovan nämnts, inte en enda bakteriell keratit.

När man jämförde bärare av silikonhydrogel-linser och bärare av hydrogellinser var totalantalet keratiter inte signifikant åtskilda. Däremot fann man, att *de svåra keratiterna med synnedsättning var signifikant färre med silikonhydrogel-linser än med hydrogellinser.* I en australiensisk studie var $p<0,05$. [31] I en engelsk studie var förhållande 1:6 för DW och 1:5 för EW. [30] I en amerikansk undersökning, där man bara studerade bärare av silikonhydrogel-linser, var lätta keratiter 4 gånger vanligare än svåra keratiter. [29] Allt detta tyder på att silikonhydrogel-linser med sin höga syretransmissibilitet är säkrare än hydrogellinser, främst för att de keratiter som uppkommer med de förra är lindrigare, med mindre risk för bestående men i form av synnedsättning.

Effekter av stromalt ödem/hypoxi

Limbal hyperämi/injektion är ett vid kontaktlinsbärande vanligt fenomen, som synes vara relaterat till hypoxi. Detta bekräftas av det faktum, att limbal hyperämi inte ses med de nya silikonhydrogel-linserna med högt Dk/t. [44]

Kärlinväxt/neovaskularisering från limbus in i kornealstromat (Fig. 7), som inte sällan sågs med PMMA-linser och med tidiga mjuklinser, och som ibland kunde nå in över pupillen, är ett allvarligt hypoxitecken. Med dagens linser är det ovanligt att kärl växer in längre än 1-1,5 mm, vilket är det maximala som kan tolereras. Som ovan nämnts, är den stromala koncentrationen av laktat störst där linsen är tjockast, och tendensen till kärlinväxt följer samma mönster, t ex vad gäller vissa toriska linser med en tjock prismaballast nedtill. Om kärl skulle växa in mer än 1-1,5 mm (i så fall nästan uteslutande vid EW), måste man omedelbart antingen under täta kontroller övergå från EW till DW, byta till en lins med väsentligt högre Dk/t eller också avbryta linsbärandet helt. Det går inte att initialt identifiera de individer som kommer att visa tecken på hypoxi och kärlinväxt. Detta är ytterligare ett motiv för regelbunden efterkontroll av linsbärare.

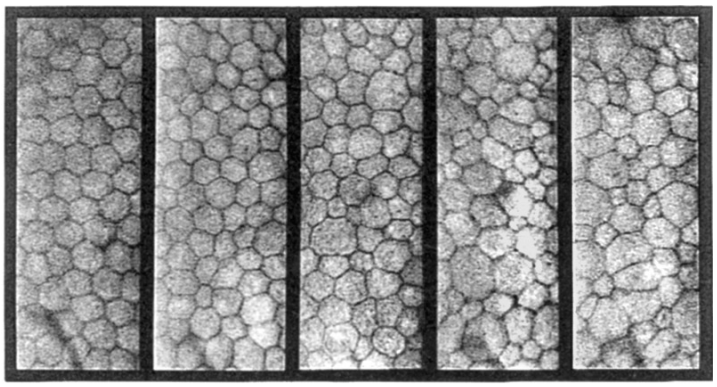


Figur 7.

Markant kärlinväxt in i kornea.

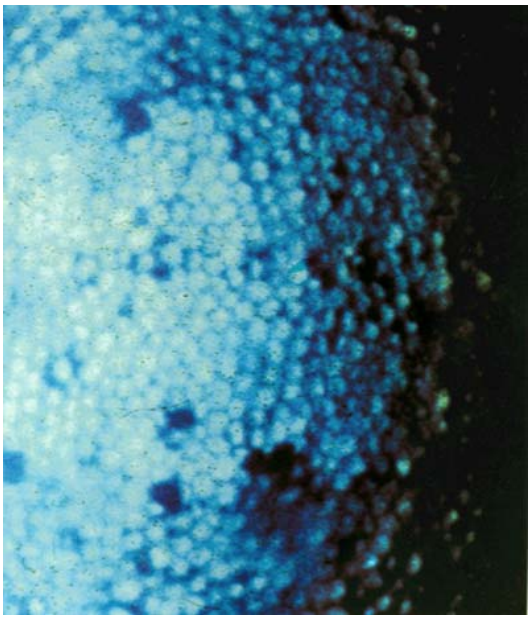
(Från Edwards, med tillstånd. [23])

Polymegethism är ett tillstånd då endotelcellerna, som normalt är hexagonala och likstora, har blivit mer eller mindre olika i storlek (Fig. 8), en förändring som antas vara orsakad av hypoxi. Polymegethism observerades från början som en komplikation till lång tids bärande av PMMA-linser. [45] Snart fann man dock samma fenomen efter bärande av mjuklinser, speciellt vid EW. [46] Ibland har polymegethism iakttagits uppkomma mycket snabbt, efter endast två veckor. [47] Förändringarna kvarstår mycket länge, kanske permanent. [48] Emellertid har man hittills aldrig sett korneal dekompensation eller andra negativa effekter av polymegethism. [49]



Figur 8. *Polymegethism-skala, grad 0 till 4; CCLRU, Sydney, Australia.*
(Från Terry et al., med tillstånd; © Am Acad Optom. [25])

"Endothelial blebs" rapporterades först av Zantos och Holden [50] som små mörka fläckar motsvarande en eller några få celler i endotelmosaiken hos linsbärare (Fig. 9). De kunde i vissa fall ses redan efter 30-60 min linsbärande, och de försvann då lika snabbt efter att linserna tagits ut. "Endotelial blebs" har visats uppkomma på basis av hypoxi i kombination med ackumulation av CO_2 och därmed sänkt stromalt pH. [51, 52] Inte heller vid "endothelial blebs" har man hittills rapporterat några negativa effekter i form av t ex korneal dekompensation.

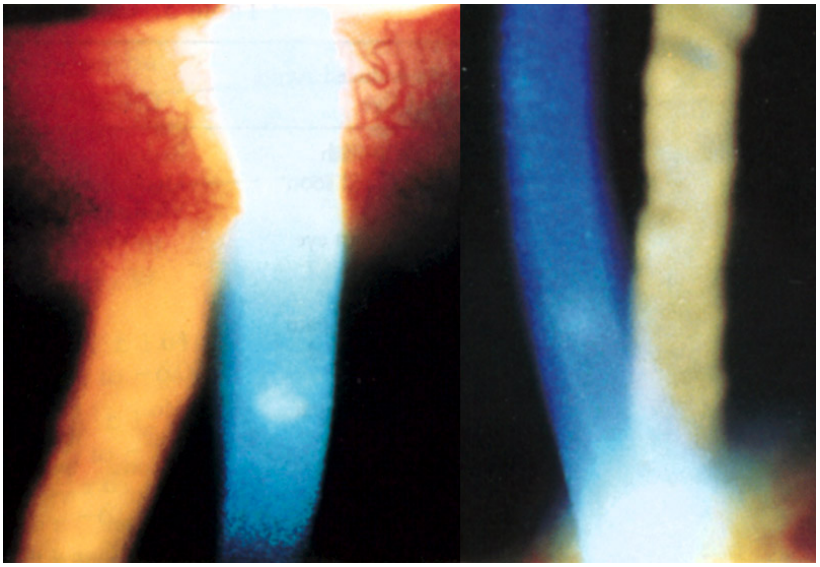


Figur 9. *"Endothelial blebs".*
(Foto: Steve Zantos. Från Jones och Jones, med tillstånd. [53])

Inflammatoriska komplikationer vid kontaktlinsbärande

”Contact lens acute red eye” (CLARE), sterila perifera infiltrat och steril keratit

På senare år har man kunnat visa, att kontaktlinsinducerade inflammationer uppträder i kornea utan samtidig infektion. Dessa inflammationer, som är mycket mera vanliga vid EW än vid DW, yttrar sig bl a som *CLARE,* ett tillstånd med smärta (begränsad), tårflöde, ljuskänslighet. uttalad limbal och bulbär injektion, ofta infiltrat men sällan epiteldefekter och ingen ljusväg i främre kammaren. [54] Sterila perifera infiltrat (Fig. 10), utan eller med epiteldefekter (i senare fallet steril keratit), tillhör samma grupp av förändringar. [55-57] Infiltraten vid dessa inflammatoriska tillstånd består främst av polymorfonukleära leukocyter (PMNL) men också av monocyter. [58,59] Inflammationen har visats vara relaterad till främst gramnegativa bakterier, t ex *Pseudomonas aeruginosa, Serratia marcescens* och *Haemophilus influenzae,* men även grampositiva bakterier, t ex stafylokocker, som befinner sig i biofilmen (mucin etc) på linsens baksida eller på insidan av linsdosor där osteril förvaringslösning använts. [54, 56, 60]



Figur 10. *Sterila perifera korneala infiltrat som inflammatoriskt svar. Vänster: Markant infiltrat vid ”Contact lens induced acute red eye” (CLARE). Höger: Obetydligt, asymtomatiskt infiltrat.* *(Från Sankaridurg et al., med tillstånd; © 1999, Elsevier Science, med tillstånd. [55])*

Av de ovan nämnda bakterierna har Pseudomonas undersökts mest. Nyligen har man visat, att det utöver de infektiösa stammarna (invasiva eller cytotoxiska) även finns stammar som inte kan infektera kornea, inte ens om epiteldefekt förekommer. [61] De kan bara initiera inflammation av typ CLARE och/eller sterila perifera infiltrat. Sannolikt krävs tämligen långvarig närvaro av bakterierna för att inflammation skall uppstå i hornhinnan. [60] I djurexperiment kunde CLARE och steril korneal keratit

induceras genom exposition för lipopolysackarider från Pseudomonas eller Serratia eller för Interleukin-1α från monocyter.[59] Sannolikt frisätter bakterier i biofilmen substanser som startar en kedjereaktion med effekt primärt på epitelcellerna och sedan även på de invandrande PMNL, så att båda dessa celltyper producerar cytokiner, i detta fallet Interleukin-6, som är involverat i den inflammatoriska processen. [62] De infektiösa stammarna av Pseudomonas (som framkallar kornealulcus) stimulerar till syntes även av andra cytokiner (t exTNF-α). Det återstår att se om incidensen av de inflammatoriska förändringarna kommer att reduceras med silikonhydrogel-linser, på samma sätt som man förväntar att de infektiösa förändringarna skall minska, trots att genesen inte synes vara direkt relaterad till hypoxi. I den svenska studien av 500 patienter med silikonhydrogel-linser [4] var incidensen av infiltrat/CLARE *de facto* relativt låg, 4,7% av ögonen. Detta kan jämföras med siffror för hydrogellinser, som ju har betydligt lägre Dk/t: 25,6% i Indien och 14,0% i Australien. [55] Effektiv desinfektion tycks vara en viktig preventiv faktor. [54] Likaså synes mekanisk rengöring vara viktig. Det är av intresse att känna till, att 8% av de individer som inte bär linser, trots detta befanns ha små, asymptomatiska infiltrat (Fig. 10), d v s tecken på inflammation. [63]

CLARE och sterila perifera infiltrat är alltså inte infektiösa och läker i princip ut utan annan åtgärd än linsvila. Om epiteldefekt föreligger, ges vanligen lokala antibiotika som skyddar mot P. aeruginosa (t ex kinolonpreparat) för att hindra sekundärinfektion. Har en patient med infiltrat och epiteldefekt (keratit) mera uttalade subjektiva och objektiva symtom, skall man givetvis alltid överväga infektiös genes, och handläggning sker då enlig vad som ovan sagts betr infektiösa keratiter. Kontrollera också, att patienten inte använder skötselprodukter med äldre typer av konserveringsmedel vid mjuklinsbärande, som också kan ge infiltrat (se nedan). Om en patient får inflammatoriska infiltrat mer än en gång, bör man vid EW övergå till DW. Har patienten redan DW, bör man överväga annan korrektion än kontaktlinser. Efter infiltrat med epiteldefekt bör man överväga att redan efter första gången övergå från EW till DW.

”Tight lens syndrome” ter sig kliniskt och symtommässigt i de flesta avseenden som CLARE och orsakas av att linsen, ofta för kupigt tillpassad, sätter sig helt orörligt fast (”lens binding”) på hornhinnan. Detta ses nästan bara vid EW och ger sig då tillkänna vid uppvaknandet. Mekanismen bakom symtomen är sannolikt också densamma som för CLARE, d v s om toxinproducerande bakterier finns i linsens biofilm, kan de vid den intima kontakt som blir fallet vid ”lens binding” lätt ge inflammation. [64] ”Lens binding” kan också förekomma utan andra symtom än att patienten vid uppvaknandet märker att linsen inte rör sig, vilket i och för sig kan kännas obehagligt. Detta inträffar mest vid tätt tillpassade RGP-linser. [65] Det är då viktigt att droppa t ex steril koksaltlösning eller ”wetting drops” i ögat så att linsen lossnar, innan man tar ut den för rengöring/desinfektion. Patienter med ”lens binding” har ofta en trögflytande tårfilm bakom linsen, och som blir än mera viskös under natten. [66] Har ”lens binding” inträffat mer än en gång, bör patienten övergå till DW. Vid tillpassningen skall man i dessa fall kontrollera extra noga, att linsens rörlighet är god.

Rent allmänt skall vikten av *tillfredsställande linsrörlighet* betonas. Linsens rörlighet är nödvändig för att inte debris med t ex avstötta epitelceller och proteiner av typ enzymer eller bakterier och toxiner skall samlas under linsen och påverka hornhinnan i form av infektion eller inflammation. Själva tårvätskeutbytet under linsen är emellertid trots rörligheten mycket begränsat för tunna mjuka linser, c:a

0,5% per blinkning. [67] Vid tillpassning för EW skall man komma ihåg, att speciellt äldre, tjockare typer av högvätskehaltiga linser har en tendens att redan under första natten bli kupigare. De bör alltså tillpassas med en initial rörlighet på 2-3 mm för att efter första natten röra sig adekvat, d v s helst c:a 1 mm. De för dagen mest använda tunnare och något mindre vätskehaltiga linserna har ofta en rörlighet om endast 0,3-0,6 mm, vilket emellertid har visat sig vara acceptabelt.

Övriga besvär/komplikationer som följd av kontaktlinsbärande

Tårfilmen, linsbeläggningar, torra miljöer, datoranvändning

Tårfilmen består inifrån och ut av ett mucinlager (från Goblet-cellerna i konjunctiva), ett vätskeskikt med elektrolyter och proteiner (från tårkörteln) och ett lager av polära lipider (från Meibom's körtlar i ögonlocken). Lipiderna stabiliserar tårfilmen på kornea. Vid linsbärande finns mucin och vätska såväl bakom som framför linsen. Tårfilmens stabilitet mäts som den tid det tar innan tårfilmen spricker upp efter en blinkning ("break-up time", BUT). Vanligen droppas en droppe fluorescein i ögat för att man lättare skall se när tårfilmen spricker upp. Tårvolymen ökar emellertid då, och lipidskiktet störs, varför metoden inte är helt tillförlitlig. "Non-invasive break-up time" (NIBUT), utan fluorescein, kan med viss vana mätas i spaltlampans kornealreflex, men ännu bättre är att använda ett speciellt instrument, t ex Tearscope (Keeler). Från en liten halvsfär som hålles framför ögat speglas i kornea ett rutmönster, som genom en öppning kan iakttagas i hornhinnemikroskopet. Minsta oregelbundenhet i mönstret som tecken på att tårfilmen spricker upp kan iakttas över en stor yta. NIBUT är normalt (utan kontaktlins) i snitt 48 sek. [68] Man har funnit, att NIBUT (utan lins) bör vara minst 20 sek för problemfritt kontaktlinsbärande. [69]

Beläggningar av proteiner och lipider på kontaktlinser uppkommer förr eller senare och är beroende av linsmaterialet samt av tårvätskans kvalitet och stabilitet. Det största och mest framträdande proteinet i tårvätskan, lysozym, som har antibakteriell effekt, är också den vanligaste komponenten i linsbeläggningar. Linsbeläggningar leder till besvär i form av irritation och torrhetskänsla. Om tårfilmen på linsen spricker upp mellan blinkningarna, så att en "dry spot" bildas, uppstår där en linsbeläggning. Detta ställe får sedan en ännu kortare break-up time, och den onda cirkeln är igångsatt. De torra inomhusmiljöerna i större hus utgör ett stort problem för många kontaktlinsbärare och leder i många fall till avslutat linsbärande.

Som ovan nämnts, är linser av joniserat, speciellt högvätskehaltigt material (FDA grupp IV) mera utsatta för proteinbeläggningar än linser av icke-joniserat material. [70] Detta kompenseras av att sådana linser väsentligen användes för korttidsbruk eller endagsbruk. Dessutom är det viktigt att påpeka, att proteiner på linser av joniserad plast bibehåller sin nativa struktur bättre än proteinbeläggningar på linser av icke-joniserad plast. [71] De senare proteinbeläggningarna blir alltså till stor del denaturerade, vilket kan bidra till uppkomsten av inflammatoriska svar, t ex "Giant Papillary Conjunctivitis" (GPC) (se nedan). I motsats till vad som gällde för proteinbeläggningarna, befanns lipidbeläggningarna vara signifikant mera framträdande på vissa grupp II- (högväskehaltigt, icke-joniserat material) än på

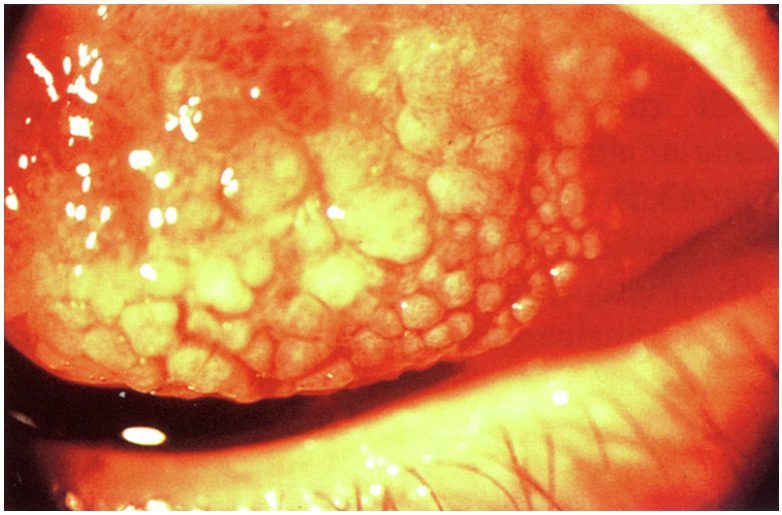
vissa grupp IV-linser. [72] Detta är emellertid i första hand relaterat till innehållet av vinylpyrrolidon. Användning av endagslinser, som funnits på marknaden sedan 1996, eliminerar i allt väsentligt problemen med beläggningar för ökad komfort och säkerhet. [73, 74]

Allergiska reaktioner, överkänslighet, toxiska reaktioner, mekanisk påverkan

Konjunktival/perilimbal injektion, chemos och i vissa fall även små korneala infiltrat ses ibland efter användning av vissa skötselprodukter, framför allt tiomersal [75] och klorhexidin men även benzalkonklorid, om dessa finns kvar i linserna när de sätts in i ögat. Dessa preparat bör allså aldrig användas i samband med mjuka linser, som tar upp substanserna. Vissa ämnen kan även missfärga linserna, t ex fluorescein. Efter droppning i ögat av preparat innehållande konserveringsmedel bör linserna inte insättas förrän tidigast efter 15-20 min. Detta gäller även efter färgning med fluorescein. Engångspipetter, som ju är fria från konserveringsmedel, kan ibland användas även med linserna kvar i ögat, t ex med Natriumkromoglikat som profylax mot kända allergiska besvär.

”Superior limbic keratitis” (SLK) karakteriseras av injektion, svullnad och ibland färgbarhet av bulbära konjunktiva kl 12 samt av färgbarhet och kärlreaktion ett stycke in över kornea vid övre limbus, sällan med infiltrat. [76] Även i detta fall anses orsaken främst vara en reaktion mot konserveringsmedel, främst mot tiomersal, men även mot andra medel använda av mjuklinsbärare.

Kontaktlinsinducerad papillär konjunktivit, ”Giant papillary conjunctivitis” (GPC). Tarsala konjunktivala förändringar med papiller i stigande grad till jättepapiller (GPC) (Fig. 11) kan uppkomma vid linsbärande. [77] De var vanligast vid mjuklinsbärande, i 8% med lågvätskehaltiga och i 16% med högvätskehaltiga linser, och sågs mera sällan (0,5%) med RGP-linser. [65] Symtomen är irritation, diskomfort och besvär av segt sekret, som ackumulerats mellan papillerna.



Figur 11. *Svår ”Giant papillary conjunctivitis” (GPC).* *(Från Tripathi et al., med tillstånd. [78])*

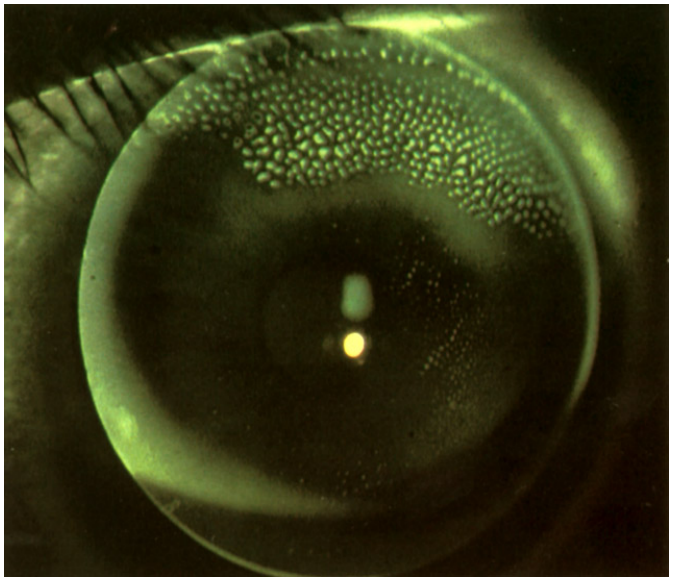
Orsaken anses vara immunologisk, bl a som en följd av linsbeläggningar med denaturerade proteiner i kombination med mekanisk påverkan på tarsala konjunktiva. [77, 79] När tätare linsbyten (reduktion av intervallet från 1 år eller mera

till 6 mån) infördes i Sverige på 80-talet, sjönk den papillära konjunktiviten till drygt 1% per år. [80] Behandlingen består av linsvila samt ögondroppar med Natriumkromoglikat eller motsvarande, som beroende på svårhetsgraden kan behöva pågå c:a 3-12 mån. I vissa fall kan patienten efter läkning bära RGP-linser. Noggrann linsrengöring är viktig.

”3 and 9 o’clock staining” ses nästan uteslutande med RGP- (hårda) linser. Det gäller epiteldefekter perifert på kornea klockan 3 och 9, utanför linsen, sannolikt p g a uttorkning inom de områden som befuktas sämst vid blinkning, speciellt om linsen har betydande ”edge lift” (upplyft kant). Detta är ofta en fråga om linsval och tillpassning. Kan det inte lösas på detta sätt, bör patienten övergå till mjuklinsbärande.

”Corneal warping” kan uppträda vid bärande av hårda (RGP-) linser, som ibland omformar hornhinnan så att den blir torisk, vanligen som astigmatism enligt regeln. [81] Ofta är tillpassningen bristfällig, så att linsen centrarar dåligt. Detta kan vara svårt att komma tillrätta med, och det är alltså viktigt att RGP-linser tillpassas väl och centrerar bra.

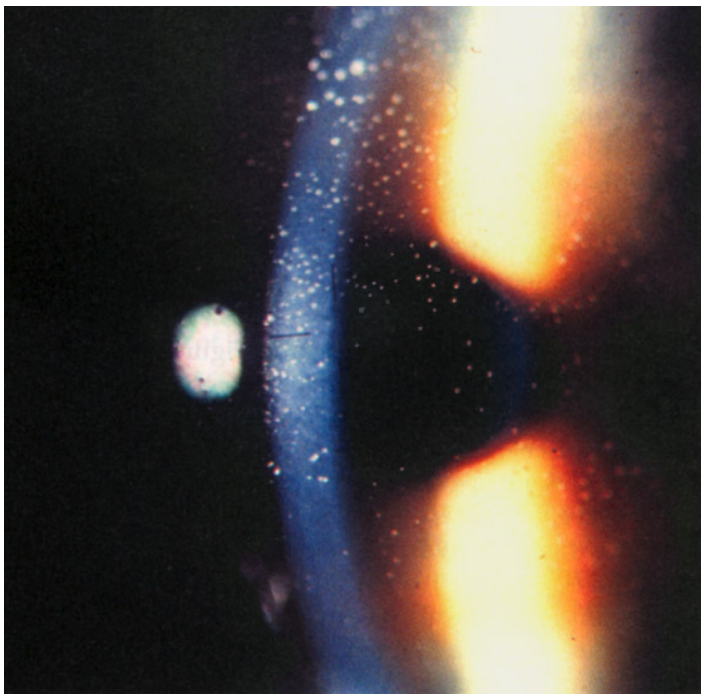
”Dimple veil” är grupper av små fördjupningar i kornealepitelet (golfbollsutseende), orsakade av under en kontaktlins (vanligen hård) instängda luftbubblor, som alltid lägger sig på samma ställe. De ses bäst efter färgning, eftersom fluoresceinet samlas i groparna (Fig. 12). Några färgbara epiteldefekter är det emellertid inte fråga om. Fördjupningarna försvinner snabbt efter att linsen tagits ut eller bytts. Det hela är ett tillpassningsproblem, som oftast kan lösas lätt.



Figur 12. *”Dimple veil” med fluoresceinfyllda (icke färgbara) gropar i epitelet efter luftbubblor under en RGP-lins.* *(Från Jones och Jones, med tillstånd. [51])*

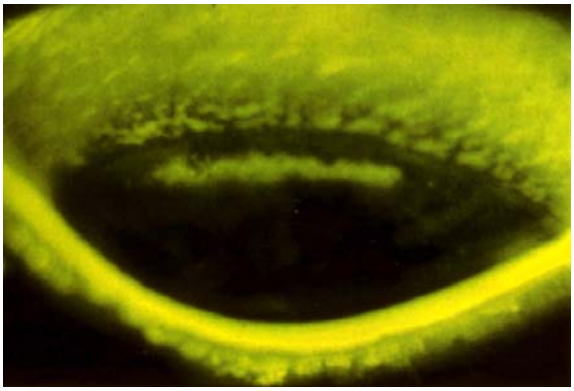
”Mucin balls” (Fig. 13), 0,02-0,2 mm stora, är en unik form av debris bakom linsen, som ibland ses vid främst EW av silikonhydrogel-linser, och som sannolikt orsakas av att denna typ av linser rullar upp det under natten viskösa mucinet till små

bollar, som sedan inte rör sig med linsen. [82, 83] De kan orsaka ”dimple” veil men ger inga skadliga effekter. När linsen tas ut, blinkar man snabbt bort dem.



Figur 13. *”Mucin balls” under en silkonhydrogel-lins.* *(Från Fonn et al., med tillstånd. [83])*

”Superior epithelial arcuate lesion” (SEAL) är ett bågformat område med färgbar epiteldefekt upptill på kornea, som ibland ses med silikonhydrogel-linser (Fig. 14). Dessa linser är styvare än standard-mjuklinser, och i kombination med övre ögonlockets tryck kan en sådan mekanisk effekt uppkomma. [84] Vid upprepade tillfällen av SEAL bör man övergå till standardlinser.



Figur 14. *”Superior epithelial arcuate lesion” (SEAL).* *(Från Edwards, med tillstånd. [23])*

Ptos av ringa grad uppkommer förvånansvärt ofta (70%) hos hårdlinsbärare (Fonn, personligt meddelande). Ptosen är så obetydlig, att den knappast märks annat än om patienten bär hårdlins endast på ena ögat. Orsaken kan vara uttänjning av levatoraponeurosen p g a överdriven manipulation av övre ögonlocket vid insättning av linsen eller p g a påverkan från linskanten. [85]

Skötselsystem, rengöring och desinfektion

Rengöring av kontaktlinser

Mekanisk rengöring av linser är viktig för att ta bort organiska beläggningar, som utöver att de orsakar diskomfort även kan delvis inaktivera desinfektionslösningar. Se översikt av Reynolds. [86] Dessutom minskar den mekaniska rengöringen antalet viabla mikrober på linsen påtagligt, vilket är av stor betydelse. [87] Linserna gnuggas i handflatan med en ”Daily cleaner”, d v s en förfinad tvållösning med ytaktiva egenskaper. Den innehåller ofta konserveringsmedel (t ex sorbinsyra och EDTA) för att motverka växt av mikrober efter att behållaren öppnats. Mekanisk rengöring tillämpas i relativt stor utsträckning i Sverige, även vad gäller korttidslinser om de användes mer än två veckor, och detta synes bidra till den låga komplikationsfrekvensen i Sverige.

Enzymatisk rengöring tillämpas i vissa fall veckovis eller månadsvis beroende av graden av beläggningar.

Desinfektion

Värmesterilisering (kokning) av mjuka linser, som i och för sig var effektiv mot mikrober, har helt övergivits p g a att beläggningar bakades fast på linserna.

Väteperoxidsystem, 3%, är mycket effektiva och var länge dominerande. Den antimikrobiella effekten är relaterad till bildandet av hydroxylradikaler som ett mellanled på väg mot nedbrytning av väteperoxid till vatten och syre. För att inte ögat skall bli irriterat eller ta skada måste väteperoxid neutraliseras, antingen efter desinfektionen (tvåstegssystem med t ex enzymer) eller också långsamt under det att desinfektionen pågår (enstegssystem med t ex en platinaskiva som katalysator). För god antimikrobiell effekt mot t ex *Pseudomonas aeruginosa, Serratia marcescens, Staphylococcus epidermidis, Candida albicans och Aspergillus fumigatus* måste 3% väteperoxid få verka under c:a 20 min. [88] Vissa andra svampar kräver en tid av 45 min [89] och cystor av *Acanthamoeba* så lång tid som minst 4 tim. [90, 91] Enstegssystemen, som är mest bekväma, men där ju neutralisationen startar i långsam takt omedelbart, kan alltså under ogynnsamma omständigheter ha för kort verkningstid. Väteperoxid är effektivt mot HIV. [92]

Andra kemiska desinfektionssystem är oftast baserade på *biguanider* eller *polydroniumklorid/polyquaternium* - substanser som inte är toxiska eller irriterande för ögat. Av detta skäl har de kommit till användning i s k *”Multi-purpose systems”* för såväl mekanisk rengöring som desinfektion, förvaring och sköljning. Dessa är givetvis mycket bekväma skötselsystem, men effekten är i vissa avseenden något mindre uttalad. De kräver längre verkningstid mot bakterier än väteperoxid, och det är viktigt att anvisningarna i varje enskilt fall följs noggrant. Effekten mot svampar och akantamöba är begränsad. [91] En viktig fördel med polyquaternium har åtminstone i en studie visats vara, att den baktericida effekten fortsatte och var god under förvaring av linser i dosorna minst 14 dagar, vilket inte var fallet med t ex polyaminopropyl-biguanid (den baktericida effekten avtog efter 4 tim och hade

fösvunnit efter 3 dagar) eller väteperoxid i enstegssystem. [93] En ny ”Multi-purpose solution” innehållande en kombination av polyquaternium och myristamidopropyl-dimetylamin har visats ha lika god effekt mot akantamöba trofozoiter som 3% väteperoxid (6 tim, med platinaskiva för neutralisation) men bättre effekt mot cystor än väteperoxid. [94, 95] Detta nya preparat har år 2000 även godkänts av FDA för desinfektion utan mekanisk rengöring, eftersom det ändå uppges ta bort både lipider och proteiner från linsen.

Klorbaserade system är effektiva mot bakterier samt vissa svampar och virus men inte mot cystor av akantamöba. [96] Det bör emellertid framhållas, att organiskt material som t ex i linsbeläggningar tycks inaktivera kloridbaserade desinfektionslösningar, [97] vilket alltså reducerar effekten vid desinfektion av kontaktlinser som använts under längre tid och som blivit proteinbelagda. I engelska studier har bruk av klorbaserade system satts i samband med en ökad risk för mikrobiell keratit. [98]

För *RGP-linser*, som inte suger upp desinfektionssubstanser, och som lätt kan sköljas av efter en desinfektion, kan utöver de ovan nämnda preparaten även *benzalkonklorid* och *klorhexidin* användas, medan tiomersal lyckligtvis i stort sett försvunnit från marknaden. De två först nämnda synes vara effektiva även mot akantamöba. [99, 100]

Linser i provset, som ju användes för flera patienter, kan decinficeras genom autoklavering i de fall linserna tål sådan behandling. I USA rekommenderar United States Centers for Disease Control and Prevention och American Academy of Ophthalmology desinfektion med 3% väteperoxid i 2 tim. Efter desinfektionen bör RGP-linser förvaras torrt, medan mjuka linser förvaras i en steril lösning innehållande konserveringsmedel. (I Sverige sker detta vanligen i en ”multi-purpose solution”.) Desinfektionen skall upprepas månadsvis för att förhindra återväxt av mikrober. Samtidigt rengöres och desinficeras linsdosorna. Ännu bättre kan det vara att då byta ut dosorna mot nya. (Se även nedan.) Som ovan nämnts krävs det minst 4 tim i väteperoxid för tillfredsställande effekt mot cystor av akantamöba. [90, 91] Därför torde den amerikanska tidsangivelsen 2 tim behöva korrigeras till 4 tim. Riktlinjerna här är från patientsäkerhetssynpunkt klart rekommendabla och värda att följas. Detta utesluter emellertid inte helt användandet av andra principer, under förutsättning att de visats vara lika effektiva och godkänts för ändamålet.

Behovet av provset har minskat betydligt sedan de gjutna och billigare korttidslinserna introducerades. Dessa linser kastas vanligen bort, om de inte skulle passa.

Linsdosor har visat sig kunna vara en allvarlig reservoar för mikrober. Vid linsförvaring bildas en biofilm även på linsdosans väggar, i vilken mikrober trivs och förökas. Därför måste även dosorna mekaniskt rengöras och desinficeras (lämpligen kokning om de tål sådan behandling) veckovis och dessutom bytas ut mot nya med jämna mellanrum. Numera brukar i många fall varje ny förpackning av en desinfektionslösning/”Multi-purpose solution” vara försedd med ett nytt par dosor.

Långtidsförvaring hos patienten av linser som inte används under längre tid kan

ske så som beskrivits ovan för linser i provset, d v s desinfektionen upprepas månadsvis.

Andra produkter

I den mån annan *sköljvätska* än ”Multi-purpose solution” användes, finns steril koksaltlösning (0,9%) att tillgå, dels okonserverad i sprayförpackning eller i endosförpackning, dels konserverad i flaska. Hemgjord, osteril koksaltlösning eller kranvatten skall absolut inte användas.

Eftersom torrhetsbesvär är vanliga vid kontaktlinsbärande, finns det på marknaden ett antal *fuktningsdroppar/tårsubstitut* att använda. Deras duration är emellertid kort. Det äv viktigt att använda okonservarade preparat i engångspipetter eller också droppar konserverade med substanser som är atoxiska och som inte ackumuleras i mjuka linser, t ex polyquaternium.

Vad som ovan diskuterats betr *rengöring och desinfektion samt övriga lösningar* är *allmänna principer och riktlinjer* som man med fördel kan hålla sig till. Det kan emellertid finnas andra substanser/preparat än de ovan nämnda som uppfyller kraven på tillfredsställande effekt. Marknaden ändras relativt snabbt. Det åligger emellertid resp tillverkare/distributör att visa att så är fallet genom, t ex genom FDA- eller EU-godkännade/CE-märkning för avsett ändamål.

FDA-godkännade, EU-godkännade, CE-märkning

Sverige har inte haft något eget system för godkännade av kontaktlinser eller kontaktlinspreparat. Egentligen har man alltså i Sverige kunnat marknadsföra och tillhandahålla även mindre goda produkter. Emellertid har man oftast från tillpassarhåll önskat använda FDA-godkända produkter och på senare tid produkter godkända inom EU och CE-märkta. Det synes närmast självklart, att kontaktlinstillpassare i enlighet med de krav som är förenade med Socialstyrelsens legitimation följer vetenskap och beprövad erfarenhet och därvid icke använder vare sig linser eller skötselprodukter för vilka det icke övertygande har visats, att de uppfyller de internationella krav som utformats för tillfredsställande patientsäkerhet. Sveriges kontaktlinsförening har också i samma anda verkat för produkter av hög kvalitet och med fullgod effekt.

Efterkontroller; information till patienten

Efterkontroller

Regelbundna efterkontroller är nödvändiga för säkert linsbärande, bl a därför att man initialt inte kan förutse vilka individer som reagerar med kornealödem och dess följder. Personligen anser jag, att dessa kontroller bör ske var 6:e mån. Det är sannolikt, att den förhållandevis låga komplikationsfrekvensen i Sverige är delvis relaterad till regelbundna kontroller.

De senaste åren har vi sett postorderförsäljning av kontaktlinser i ökande omfattning dyka upp på marknaden. Detta kan vara deletärt från patientsäkerhetssynpunkt, eftersom den regelbundna kontakten med och kontrollerna hos tillpassaren kan brytas. Det är min egen uppfattning, att denna handel borde stoppas på myndighetsnivå.

Information till patienten

Betr den viktiga information till patienten gäller, som ovan nämnts, Marknadsföringslagen

Det som verkligen är viktigt, är handfast information om risker med kontaktlinsbärande och hur man undviker dessa. Nödvändigheten av rengöring och desinfektion måste förklaras för patienten på ett sådant sätt att hon/han förstår orsakerna. ”Compliance” blir definitivt bättre om man inte bara blir *tillsagd att göra någonting* utan också får insikt om *varför man skall göra detta*.

Den mest allvarliga - den idag kanske enda riktigt allvarliga - komplikationen vid kontaktlinsbärande är mikrobiell keratit, detta p g a att förloppet till svår och irreparabel skada kan vara snabbt. Patienten måste fås att inse, att ett infekterat sår på hornhinnan kan göra denna ogenomskinlig och förstöra synen, och att detta i värsta fall kan gå mycket fort. Upplys patienten om att linsbärande i vissa fall kan orsaka små och ytliga skador på hornhinnan, som i sig inte behöver vara speciellt farliga, men att de kan bli infekterade på samma sätt som ytliga skavsår på huden, och att de då kan bli mycket allvarliga. Ge också patienten bl a följande mycket bestämda råd: *Bär inte kontaktlinser vid förkylning, eftersom även ögonen då kan bli infekterade. Bär ALDRIG en lins i ett rött öga! Tag GENAST ut linsen. Om ögat trots detta inte alls blir bättre inom ett dygn, skall du GENAST söka upp Din optiker eller en ögonläkare.*

Om patienten följer dessa råd, kan allvarliga komplikationer till mycket stor del undvikas.

Kontaktlinser i arbetslivet och i andra speciella miljöer

Finns det speciella risker med kontaktlinsbärande i vissa arbetsmiljöer? Kan kontaktlinser möjligen skydda ögat i andra situationer? Arbetarskyddsstyrelsens allmänna råd om kontaktlinser i arbetslivet, AFS 1985: 8 har upphävts (AFS 2005: 23) fr o m 1 januari 2006. Arbetsmiljöverket, som numera har tagit över dessa frågor, ställer sig i den senare författningen allmänt positivt till användning av *mjuka* kontaktlinser i arbetslivet med några få undantag och varningar, som i korthet framgår av AFS 2005: 6, 1999: 7, 1997: 10: 3 och 1996: 7. I dessa betonas vikten av att använda ögonskydd (skyddsglasögon med sidoskydd eller visir), och att dessa skall kunna användas tillsammans med glasögon och kontaktlinser. Man framhåller, att kontaktlinser i sig inte utgör något skydd utan istället kan öka risken för ögonskada, särskilt i samband med laboratoriearbete med kemikalier. Vid kemikaliestänk i ögonen bör, för att ögonspolning skall bli effektiv, kontaktlinser plockas/spolas ut. Man anser också, att kontaktlinser kan vara olämpliga vid dykeriarbete (i vatten). Ingenting sägs i dessa författningar om kontaktlinser i

samband med optisk strålning, t ex IR-strålning. Här nedan följer resultaten av en rad undersökningar som jag tidigare genomfört på dåvarande Arbetarskyddsstyrelsens uppdrag, och som ger en djupare inblick i relationen öga, kontaktlinser och olika miljöer.

Mekaniskt trauma

Metallflisor orsakar ibland korneala perforationer. Lågvätskehaltiga linser utgjorde ett visst, signifikant skydd mot perforation av metallflisor under djurexperimentella förhållanden, medan högvätskehaltiga linser inte erbjöd något sådant skydd. [101] PMMA-linser splittrades ofta när de träffades av en metallflisa och kunde därför komplicera skadan genom att splitter från linsen följde med metallflisan in i ögat.

Smärgelspån som träffar hornhinnan bränner sig ofta fast där. Mjuka linser gav ett signifikant skydd mot glödande smärgelspån, även om ett mindre antal spån fastnade i kontaktlinsen. [101] Ingen partikel fastnade i hornhinnan, men en viss begränsad färgbarhet kunde ibland ses. Även hårdlinser skyddade ögat bra vid träffar, men små partiklar kan möjligen komma in under en hård lins, varför sådana linser kan vara mindre lämpliga i partikelbemängd miljö. *Oavsett om kontaktlinser skyddar ögat eller inte i vissa arbetssituationer, skall skyddsglas givetvis alltid användas i riskfyllda miljöer.*

Metallindustri med måttligt partikelrik miljö (borrning, svarvning, fräsning, filning etc) studerades vad gäller kontaktlinsbärande på 10 individer under två år. Inga problem i form av skador eller irritation uppträdde. [102] Linserna behövde inte bytas oftare än för en kontrollgrupp av kontorspersonal. Kontaktlinser möjliggör också en tätare anpassning av skyddsglasögon än vad glasögon gör.

Infraröd strålning (IR)

Absorption av IR i mjuka kontaktlinser och i dessas vatteninnehåll är mycket påtaglig med stor absorption inom området kortvågig IR och nära nog 100% absorption inom mellan- och långvågig IR. [103] Denna absorption höjer temperaturen i linserna, varvid vattenavdunstningen ökar och syretransmissibiliteten minskar, vilket givetvis inte är bra för hornhinnan.

Elsvetsning emitterar stora mängder IR. Experiment på kanin, tillpassad med kontaktlinser och exponerad för elsvetsning på normalt arbetsavstånd (40 cm) utan skyddsskärm, visade, att linstemperaturen ökade från 35°C till 40°C på 1,5 min, till 45°C på 4 min och till närmare 50°C på 6 min. [104] I vissa fall torkade linsen helt, och den kunde fastna på kornea. Dåvarande linser skyddade inte heller mot UV-keratit. Det skall tilläggas, att kaniner blinkar mycket sällan, varför resultaten inte är direkt tillämpliga för människa, men det är uppenbart olämpligt att bära kontaktlinser vid elsvetsning utan skydd. Även med skyddsskärm synes linsbärande vid elsvetsning, åtminstone vad gäller hårda linser, vara mindre lämpligt p g a att svetsröken innehåller mycket stora mängder metallpartiklar.

IR-torkar, som användes t ex för att torka färg vid reparation av bilar, utgör ett speciellt problem, eftersom sådana torkar inte emitterar något (eller mycket lite) varnande synligt ljus. Skyddsskärm användes vanligen inte. Vid experiment på

kanin (50 cm - inom säkerhetsavståndet enligt tillverkaren) steg linstemperaturen från 32°C till 43°C på endast 30 sek och till 50°C på 1,5 min. [105] Här är det alltså klart olämpligt att bära kontaktlinser oskyddat.

Brandmän utsätts för IR-strålning från bränder, och denna torde vid oskyddat linsbärande kunna påverka såväl lins som hornhinna. Två undersökningar från England [106, 107] har studerat detta problem. Brandmän med såväl hårda (RGP-) som mjuka linser hade emellertid signifikant mindre irritation av partiklar och gaser än när de var utan linser. Personal med ”breathing apparatus” (andnings-skyddsmask) ingick också i studien. Totalt sett hade mjuklinsbärarna signifikant mindre problem med diskomfort, rinnade ögon, linsförskjutning eller med att linsen föll ut än vad RGP-linsbärarna hade. Mjuklinsbärarna visade viss korneal färgbarhet, sannolikt som tecken på dehydrereing av linserna, men detta bedömdes icke vara avvikande från vad man kan se hos en normalgrupp av linsbärare. Författarna konkluderar därför, att mjuka linser kan bäras av brandmän utan ökad risk. Enl uppgift anser Arbetsmiljöverket i Sverige numera, att brandmän kan använda kontaktlinser under yrkesutövning.

Miljöer med ångor av organiska lösningsmedel

Upptaget av ångor från trikloretylen och xylen, två inom industrin vanliga lösningsmedel, var upp till 90 gånger större i mjuka kontaktlinser än i fysiologisk koksaltlösning, som användes före att simulera tårvätska. [108] Efter expositionen försvann emellertid c:a 90% av lösningsmedlen relativt snabbt till den omgivande luften, och mjuka kontaktlinser kan möjligen utgöra ett skydd för ögonen vid kortare exposition för ångor från organiska lösningsmedel. Det är också välkänt, att mjuka linser skyddar ögonen mot *tårgas* [109] och när man hackar lök.

Stänk av starka alkali och syror

Mjuka kontaktlinser utgjorde ett ofullständigt med signifikant skydd mot *20% saltsyra* men inget som helst skydd mot *20% natriumhydroxid,* som under djurexperimentella förhållanden omedelbart penetrerade kontaktlinsen och attackerade hornhinnan. [108]

Våta miljöer och under vatten

Hårda linser lossnar omedelbart och faller ur ögat under vatten. [110] Vid experiment där man mätte den dragkraft som behövdes för att en lins skulle lossna från hornhinnan, uppförde sig mjuka linser olika beroende på vattnets tonicitet. Vid saltkoncentrationer från 0,01 till 0,8% satt linsen hårt fast på hornhinnan, men vid 0.9-1,0% och däröver minskade kraften mellan hornhinna och lins drastiskt. [110] I en realistisk undervattenssituation lossnade trots detta aldrig väl tillpassade mjuka linser från hornhinnan ens vid stora och snabba ögonrörelser i vatten med en salthalt upp till 2,5%. I kranvatten, i simbassängar och i insjöar är salthalten i regel <0.01%, och här sittar alltså mjuka linser stadigt fast. Vid västkusten är salthalten 2-2,5%, men realistiska experimenten visade alltså, att inte ens denna salthalt utgjorde något hot.

Emellertid finns det andra skäl att avstå från att bada och simma med kontaktlinser, nämligen den ofta höga bakteriehalten i badvatten. Om man trots detta badar med linser, bör de efteråt desinficeras.

Torra miljöer

Torra miljöer innebär, som diskuterats ovan, stora problem för många linsbärare. Att låg relativ fuktighet är relaterad till diskomfort har klart visats experimentellt. [111] Fuktdroppar hjälper endast temporärt, och torrhetsproblem är den vanligaste orsaken till avslutat linsbärande. Silikonhydrogel-linser torkar betydligt mindre än hydrogellinser och kan därför provas vid torrhetsbesvär.

Kalla miljöer

Vid längdskidåkning och vid utförsåkning innebar varken hårda eller mjuka linser några allvarliga problem. [112] Vissa hårdlinsbärare uppgav rödögdhet, medan en del mjuklinsbärare rapporterade viss övergående nedsättning av synen. Vid experiment på kaniner, tillpassade med PMMA-linser, i mera extrem kyla (-29°C och en ”wind-chill factor” av -68°C) under längre tid (3 tim) visade 15% av ögonen mild och snabbt övergående färgbarhet. [113]

Allmänna slutsatser

Vetenskapliga studier visar, att kontaktlinser, speciellt mjuka linser, kan användas säkert i flera arbetssitutioner än man tidigare trott samt vid sport. I vissa fall erbjuder de t o m ett skydd. Skyddsglasögon skall emellertid alltid användas i för ögonen riskfyllda situationer. Det är positivt att kontaktlinser medger en bättre anpassning av skyddsglasögon än vad glasögon gör.

Vad bör ögonläkare och kontaktlinstillpassare speciellt tänka på vid ställningstagande till linsbärande samt vid uppföljning av kontaktlinspatienter?

(Detta avsnitt kan inte bli heltäckande. Tillpassning berörs endast perifert.)

Anamnestiskt

Föreligger *allmänsjukdom/motsvar.* som kan inverka på kontaktlinsbärande?

Diabetes ansågs tidigare som relativ kontraindikation p g a det ökade syrebehovet. Erfarenheten visar emellertid, att diabetiker klarar linsbärande bra med dagens linser, utom möjligen i sena stadier med ödemtendens. Dagbärande synes rekommendabelt.

Medicinering med *uttorkande mediciner* (”atropineffekt”), t ex vid vissa mag-tarm-sjukdomar och vid vissa psykiska sjukdomar kan göra linsbärande svårt eller omöjligt p g a torrhetsproblem.

Vid *graviditet* kan ibland beläggningsproblem öka.

Arbetsmiljöproblem

Som ovan nämnts kan kontaktlinser, speciellt mjuka linser, användas i flertalet arbetssituationer. I starkt partikelbemängd miljö samt vid stark IR-strålning utan adekvat ögonskydd bör man undvika linsbärande. (Se ovan.)

Ögonsjukdomar

Vid akuta *inflammatoriska sjukdomar i främre segmentet,* t ex av typ irit, synes kontaktlinsbärande olämpligt, medan linser anses kunna bäras i fritt intervall, även om detta inte specifikt studerats. [114]

Glaukom. Sklerala hårdlinser har visats ge ökat ögontryck, sannolikt genom tryck på de ytliga vener som tar emot kammarvattnet, och är därför kontraindicerade vid glaukom. [115] Erfarenheten visar, att detta även kan gälla stora och tjockare mjuklinser, som går ut ett stycke över konjunktiva. Några systematiska studier härav synes emellertid inte ha gjorts. Små, korneala RGP-linser är emellertid inte kontraindicerade utom i samband med en filtrationsblåsa efter fistulerande operation. [114] Trångvinkelglaukom har kunnat induceras med mjuka linser, [116] varför patienter med känd trång vinkel bör avrådas från att bära kontaktlinser, åtminstone tjocka sådana. Ögondroppar med konserveringsmedel bör inte användas på kontaktlinser. Vissa ögondroppar kan missfärga kontaktlinser. Kontaktlinsmaterialet binder vissa substanser, och detta kan hindra att en medikation når kornea och främre kammaren, om man droppar på mjuka linser.

Allergier av typ hösnuva med allergisk konjunktivit är vanligen pollenutlösta och pågår under några veckor. Under denna tid skall linser inte användas. Det visar sig emellertid, att dessa individer i allmänhet kan bära linser med stor framgång under övriga delar av året. (Vid mycket lindriga allergier, som är väl kända som pollenutlösta, kan man i vissa fall med ledning av pollenprognoserna profylaktiskt droppa t ex natriumkromoglikat / motsvarande i engångspipetter även i samband med linsbärande.)

Har en patient *frekventa konjunktiviter eller blefarit* är kontaktlinsbärande som regel olämpligt. [114]

Korneala förändringar. Äldre, väl läkta *ärrbildningar* utgör ingen kontraindikation, såvida de inte är förenade med kärlinväxt. Vid *recidiverande erosioner* kan linsbärande, speciellt vad gäller tunna bandagelinser med hög syretransmissibilitet, många gånger förhindra nya recidiv.[117] *Keratokonus* kan i tidiga stadier framgångsrikt korrigeras med RGP-linser. *Oregelbunden astigmatism* och/eller andra stora bryningsfel *efter keratoplastik* korrigeras gärna med RGP-linser, varvid man dock alltid skall vara observant på risken för kärlinväxt, speciellt i tidiga stadier. Vid redan befintlig neovaskularisering är risken för progress vid

linsbärande stor. Om klar indikation för linsbärande föreligger, bör man välja linser med så hög syretransmissibilitet som möjligt och göra frekventa uppföljningar. *Korneala dystrofier* kan i många fall få bättre visus med kontaktlinser (i regel RGP) än med glasögon, och någon kontraindikation synes inte föreligga. [114] I tveksamma fall kan man alltid göra regelbundna och täta uppföljningar med avseende på eventuell progress. Vid nedsatt korneal sensibilitet är kontaktlinser kontraindicerade.

Afaki/pseudofaki. Det är väl känt, att afaker tolererar även starka pluslinser långt bättre vad gäller t ex kornealödem än faker. Detta synes hänga samman med att korneas syretillgång ökar vid afaki. [118]

Initialt ögonstatus, före linsbärande

Utöver synskärpa och refraktion göres sedvanlig biomikroskopisk undersökning av ögats främre segment med hänsyn bl a till de diagnoser som just nämnts. Om man även avser att tillpassa linser, göres keratometri. Ögontrycksmätning bör göras i relevanta åldrar. Evertera övre ögonlocket för att se om stora papiller finns som tecken på allergitendens. Fastställ BUT (se ovan), som bör vara minst 20 sek för framgångsrikt linsbärande. Personligen anser jag, att indirekt oftalmoskopi (motsvarande) bör genomföres för kontroll av ögonbottenstatus, även om detta inte är avgörande för kontaktlinsbärandet. Sådan undersökning skall givetvis alltid göras vid misstanke om ögonbottensjukdom.

Information till patienten om risker med kontaktlinsbärande och hur dessa kan undvikas

Detta är en oerhört viktig del av patientkontakten och den skall genomföras på ett för patienten lättfattligt sätt. Betydelsen av god hygien samt av rengöring och desinfektion skall klargöras. (Se resp avsnitt ovan.)

Uppföljning

Anamnestiskt efterhöres episoder av irritation, smärta och konjunktivitsymtom. Förekommer riklig slemsekretion, t ex som tecken på begynnade eller utvecklad GPC? Har dimsyn eller ”spectacle blur” (glasögonen ger inte lika god syn som tidigare direkt efter byte från linser till glasögon) förekommit som tecken på tillfällen med kornealödem?

Vid *undersökningen* kontrolleras visus med linserna på. Vid behov göres överrefraktion. Evertera övre ögonlocket med avseende på papiller/GPC, speciellt om symtom i form av slembildning och ihållande irritation föreligger. Kontrollera linsernas rörlighet, d v s tillpassningen. Äldre, tjocka, högvätskehaltiga linser bör röra sig c:a 1 mm vid blinkning. De nyare, tunna korttidslinserna rör sig oftast 0,3-0,6 mm, vilket visat sig vara tillräckligt. RGP-linser rör sig som regel 0,5-1 mm. Linserna får aldrig sitta helt stilla, d v s tillpassningen får inte vara för kupig. Kontrollera att linsen inte är påtagligt belagd eller trasig. I så fall är linsbyte indicerat. Den interindividuella variationen vad gäller beläggningar är stor. Om

patienten har torrhetsbesvär: kontrollera BUT med linsen fortfarande på ögat. Man rekommenderar byte till nya linser om BUT blivit kortare än 10 sek.[68]

Undersökningen av främre segmentet kan som regel genomföras med linsen på ögat, utom om färgning behöver göras. Inspektera bulbära konjunktiva, limbus och kornea. Överdriven limbal hyperämi är ett tecken på hypoxi. Föreligger tendens till kärlinväxt? Randslingenätet har normalt sett en struktur med lätt böjda bågar, parallella med limbus. Om kärlen börjar bilda ”spikformiga” utskott i riktning mot korneacentrum, är det tecken på begynnande kärlinväxt och hypoxi. (Se ovan). Föreligger kornealödem? Leta efter lätt disighet, striae och eventuellt MD-veck. (I senare fallet föreligger viss synnedsättning.) Om tecken till epiteldefekter ses, göres fluoresceinfärgning efter att linsen tagits bort. Epiteldefekter kan vara tecken på otillfredsställande tillpassning eller på hypoxi. Mikrocystor är ett klart tecken på hypoxi och ses huvudsakligen vid EW.

Föreligger subepiteliala infiltrat utan eller med (=keratit) epiteldefekter? Ljusväg? Sannolikheten att man hittar infiltrat eller keratit vid rutinkontroll är låg. Vid tecken på mikrobiell keratit (avsevärda besvär, oftast ”kladdigt” sekret, kraftig blandinjektion, epiteldefekt med infiltrat och påtagligt omgivande stromalt ödem samt ljusväg) göres odling från kornea (skrapning) samt gärna från konjunktivalsäcken och från lins och linsdosa. Föreligger klar misstanke om bakteriell keratit bör behandling med bredspektrumantibiotika med effekt på P. aeruginosa omedelbart sättas in.

Endotelet kan inspekteras med avseende på polymegethism och ”blebs” endast om härför aktuell utrustning finns tillgänglig.

Vid subjektiva symtom på papillär konjunktivit/GPC everteras övre ögonlocket så att tarsala konjunktiva kan inspekteras.

Ställningstagande till upprepad ögontrycksmätning och ögonbottenundersökning göres på sedvanliga grunder.

Upprepa det viktigaste betr informationen om hur risker vid linbärande kan undvikas.

Referenser

1. Nilsson SEG, Montan PG. The annualized incidence of contact lens induced keratitis in Sweden and its relation to lens type and wear schedule: Results of a 3-month prospective study. CLAO J 1994; 20: 225-230.
2. Wichterle O, Lim D. Hydrophilic gels for biological use. Nature 1960; 185: 117-118.
3. Fatt I, Chaston J. Measurement of oxygen transmissibility and permeability of hydrogel lenses and materials. Int Contact Lens Clin 1982; 9: 76-88.
4. Nilsson SEG: Seven-day extended wear and 30-day continuous wear of high oxygen transmissibility soft silicone hydrogel contact lenses. A randomized one-year study of 504 patients, CLAO J 2001; 27: 125-136.

5. Benjamin WJ. Oxygen transport through contact lenses. *In* Ruben M, Guillon M (Eds). Contact Lens Practice. Chapman & Hall Medical. London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras / Hodder Headline, London, 1994; pp 43-70.
6. Nilsson SEG. Ten years of disposable lenses - a review of benefits and risks. Contact Lens Anterior Eye 1997; 20:119-128.
7. Nilsson SEG, Söderqvist M. Monovision with disposable contact lenses - a six-month prospective study. Contactologia 1992; 14: 53-61.
8. Fischbarg J. Lim JJ. Role of cations, anions and carbonic anhydrase in fluid transport across rabbit corneal endothelium. J Physiol 1974; 241: 647-675.
9. von Bahr G. Measurements of the thickness of the cornea. Acta Ophthalmol 1948; 26: 247-266.
10. Mishima S, Maurice DM. The effect of normal evaporation on the eye. Exp Eye Res 1961; 1: 46-52.
11. Klyce SD. Stromal lactate accumulation can account for corneal oedema osmotically following epithelial hypoxia in the rabbit. J Physiol 1981; 321: 49-64.
12. Fatt I, Bieber MT. The steady-state distribution of oxygen and carbon dioxide in the *in vivo* cornea, I. The open eye in air and the closed eye. Exp Eye Res 1968; 7: 103-112.
13. Edwards K. Contact lens problem-solving: Silicone hydrogels. Optician 1999; 218 (5713): 22-27.
14. Fatt I, Rasson JE, Melpolder JB. Measuring oxygen permeability of gas permeable hard and hydrogel lenses and flat samples in air. Int Contact Lens Clin 1987; 14: 389-402.
15. Fatt I, Caston J. Oxygen permeability of hydrophilic soft contact lens materials. Int Contact Lens Clin 1981; 8: 30-36.
16. Hill RM, Brezinski S, Flynn WJ. The rigid ‘superpermeables’. Contact Lens Forum 1985; 10: 35-37.
17. Fatt I. The superpermeable rigid lens for EW. Contact Lens Spectrum 1986; 1: 53-55.
18. Fatt I. Oxygen transmission. *In* Dabezies OH (Ed). Contact Lenses - The CLAO Guide to Basic Science and Clinical Practice, 2nd Edn. Grune and Stratton, Orlando, Florida, 1988.
19. Holden BA, Mertz GW. Critical oxygen levels to avoid corneal oedema for daily and extended wear contact lenses. Invest Ophthalmol Vis Sci 1984; 25: 1161-1167.
20. Latkovic S, Nilsson SEG. The effect of high and low Dk/L soft contact lenses on the glycocalyx layer of the corneal epithelium and on the membrane associated receptors for lectins. CLAO J 1997; 23: 185-191.
21. Ren D H, Petroll WM, Jester JV, Ho-Fan J, Cavanagh HD. The relationship between contact lens oxygen permeability and binding of *Pseudomonas aeruginosa* to human corneal epithelial cells after overnight and extended wear. CLAO J 1999; 25: 80-100.
22. Harvitt DM, Bonanno JA. Re-evaluation of the oxygen diffusion model for predicting minimum contact lens Dk/t values needed to avoid corneal anoxia. Optom Vis Sci 1999; 76: 712-719.
23. Edwards K. Complications of hydrogel extended wear. Recognition and management. Optician 1999; 218 (5717): 26-30.
24. Zantos SG, Holden BA. Ocular changes associated with continuous wear of contact lenses. Aust J Optom 1978; 61: 418-426.
25. Terry RL, Schnider CM, Holden BA et al. CCLRU standards for success of daily and extended wear contact lenses. Optom Vision Sci 1993; 70: 234-243.

26. Smelser GK. Relation of factors involved in maintenance of optical properties of the cornea to contact lens wear. Arch Ophthalmol 1952; 47: 328-343.
27. Holden BA. The ocular response to contact lens wear. Optom Vis Sci 1989; 66: 717-733.
28. Latkovic S, Nilsson SEG. Ultrastructural visualization of lectin receptors in normal and injured epithelium of the rabbit cornea. Optom Vis Sci 1995; 72: 643-648.
29. Schein OD, McNally JJ, Katz J, Chalmers RL, Tielsch JM, Alfonso E, Bullimore M, O'Day D, Shovlin J. The incidence of microbial keratitis among wearers of a 30-day silicone hydrogel extended-wear contact lens. Ophthalmology 2005; 112: 2172-2179.
30. Morgan PB, Efron N, Hill EA, Raynor MK, Whiting MA, Tullo AB. Incidence of keratitis of varying severity among contact lens wearers. Br J Ophthalmol 2005; 89: 430-436.
31. Stapleton F, Edwards K, Keay L, Naduvilath T, Dart JKG, Brian G, Sweeney D, Holden BA. The incidence of contact lens related microbial keratitis in Australia. IOVS 2006; 47: ARVO E-abstract 5025.
32. Ruben M. A Colour Atlas of Contact Lenses. Wolfe Medical Publications Ltd, London, 1982.
33. Ramphal R, McNiece MT, Polack FD. Adherence of *Pseudomonas aeruginosa* to the injured cornea. A step in the pathogenesis of corneal infections. Ann Ophthalmol 1981; 100: 1956-1958.
34. Klotz SA, Au YK, Misrat RP. A partial thickness epithelial defect increases the adherence of *Psedomonas aeruginosa* to the cornea. Invest Ophthalmol Vis Sci 1989; 30: 1069-1074.
35. Fleiszig SMJ, Lee EJ, Wu C et al. Cytotoxic strains of *Pseudomonas aeruginosa* can damage the intact corneal surface *in vitro*. CLAO J 1998; 24: 41-47.
36. Skarin A, Florén I, Kiss K, Miörner H, Stenevi U. Acanthamoeba keratitis in the south of Sweden. Acta Ophthalmol 1996; 74: 593-597.
37. Radford CF, Lehmann OJ, Dart JFG, for the National Acanthamoeba Keratitis Group. Acanthamoeba keratitis: multicentre survey in England 1992-6. Br J Ophthalmol 1998; 82: 1387-1392.
38. Nilsson SEG, Montan PG. The hospitalized cases of contact lens induced keratitis in Sweden and their relation to lens type and wear schedule: Results of a three-year retrospective study. CLAO J 1994; 20:97-101.
39. Poggio EC, Glynn RJ, Schein OD et al. The incidence of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses. N Engl J Med 1989; 321: 779-783.
40. MacRae S, Herman C, Stulting RD et al. Corneal ulcer and adverse reaction rates in premarket contact lens studies. Am J Ophthalmol 1991; 111: 457-465.
41. Poggio EC, Abelson M. Complications and symptoms with disposable daily wear contact lenses and conventional soft daily wear contact lenses. CLAO J 1993; 19: 95-102.
42. Poggio EC, Abelson M. Complications and symptoms with disposable extended wear lenses compared with conventional soft daily wear and soft extended wear lenses. CLAO J 1993; 19: 31-39.
43. Matthews TD, Frazer DG, Minassian DC, Radford CF, Dart JKG. Risks of keratitis and patterns of use with disposable contact lenses. Arch Ophthalmol 1992; 110:1559-1562.
44. Papas EB, Vajdic CM, Austen R, Holden BA. High-oxygen-transmissibility soft contact lenses do not induce limbal hyperemia. Curr Eye Res 1997; 16: 942-948.

45. Schoessler JP, Woloschack MJ. Corneal endothelium in veteran PMMA contact lens wearers. Int Contact Lens Clin 1981; 8: 19-25.
46. Schoessler JP. Corneal endothelial polymegathism associated with extended wear. Int Contact Lens Clin 1983; 10: 148-155.
47. Holden BA, Sweeney DF, Vannas A et al. Contact lens induced endothelial polymegathism. Invest Ophthalmol Vis Sci 1985; 26 (Suppl): 275.
48. Yamaushi K, Hirst LW, Enger C, Cohen J, Vagelpohl W. Specular microscopy of hard contact lens wearers. Invest Ophthalmol Vis Sci 1987; 28 (Suppl): 307.
49. Bourne WM, Hodge DO,McLaren JW. Estimation of corneal endothelial pump function in long-term contact lens wearers. Invest Ophthalmol Vis Sci 1999; 40: 603-611.
50. Zantos SG, Holden BA. Transient endothelial changes soon after wearing soft contact lenses. Am J Optom Physiol Opt 1977; 54: 856-858.
51. Holden BA, Williams L, Zantos SG. Etiology of transient endothelial changes in th human cornea. Invest Ophthalmol Vis Sci 1985; 26 (Suppl): 1354.
52. Bonnano JA, Polse KA. Corneal acidosis during contact lens wear: effects of hypoxia and CO_2. Invest Ophthalmol Vis Sci 1987; 28: 1514-1520.
53. Jones LW, Jones DA. Common Contact Lens Complications. Their Recognition and Management. Butterworth-Heinemann, Oxford, Auckland, Boston, Johannesburg, Melbourne, New Delhi, 2000.
54. Holden BA, La Hood D, Grant T et al. Gram-negative bacteria can induce contact lens related acute red eye (CLARE) response. CLAO J 1996; 22: 47-52.
55. Sankaridurg PR, Sweeney DF, Sharma S, Gora R, Naduvilath T, Ramachandran L, Holden BA, Rao GN. Adverse events with extended wear of disposable hydrogels. Results for the first 13 months of lens wear. Ophthalmology 1999; 106: 1671-1680.
56. Willcox MDP, Sweeney DF, Sharma S et al. Culture negative peripheral ulcers are associated with bacterial contamination of contact lenses. Invest Ophthalmol Vis Sci 1995; 36 (4, Suppl): S152.
57. Grant T, Sing Chong M, Vajdic C et al. Contact lens induced peripheral ulcers during hydrogel contact lens wear. CLAO J 1998; 24: 145-151.
58. Holden BA, Reddy MK, Sankaridurg PR et al. Contact lens-induced peripheral ulcers with extended wear of disposable hydrogel lenses: histopathologic observations on the nature and type of corneal infiltrate. Cornea 1999; 18: 538-543.
59. Schultz CL, Morck DW, McKay SG, Olson ME, Buret A. Lipopolysaccharide induced acute red eye and corneal ulcers. Exp Eye Res 1997; 64: 3-9.
60. Sankaridurg PR, Sharma S, Gopinathan U et al. Hemophilus influenzae: a causative organism in the pathogenesis of contact lens induced acute red eye. Invest Ophthalmol Vis Sci 1995; 36 (4, Suppl): S630.
61. Cole N, Willcox MDP, Fleiszig SMJ et al. Different strains of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from ocular infections or inflammation display distinct corneal pathologies in an animal model. Curr Eye Res 1998; 17: 730-735.
62. Willcox MDP, Cole N, Stapleton F, Morris CA, Husband A. *In situ* hybridization demonstrates that the corneal epithelium produces inflammatory cytokines in response to *Pseudomonas aeruginosa* infection. Invest Ophthalmol Vis Sci 1997; 38 (4, Suppl): S1137.
63. Holden BA, Sankaridurg PR, Jalbert I. Adverse events and infections: which ones and how many? *In* Sweeney D (Ed). Silicone Hydrogels: the Rebirth of Continuous Wear Contact Lenses. Butterworth-Heinemann, Oxford, Auckland, Boston, Johannesburg, Melbourne, New Delhi, 2000; pp 150-213.

64. Mertz GW, Holden BA. Clinical implications of extended wear research. Can J Optom 1981; 43: 203-205.
65. Holden BA, Swarbrick HA. Rigid gas permeable lens binding: significance and contributing factors. Am J Optom Physiol Opt 1987; 64: 815-823.
66. Guillon M, Guillon JP. Disposable contact lenses. Contact lenses and tear film interactions. Invest Ophthalmol Vis Sci 1991; (4, Suppl): 1114.
67. Polse KA, McNamara NA, Brand RJ. Bulk tear flow under a soft contact lens. Invest Ophthalmol Vis Sci 1997; 38 (4, Suppl): S201.
68. Menger LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilberts DJ. A non invasive instrument for clinical assessment of the pre corneal tear film stability. Curr Eye Res 1985; 4: 1-7.
69. Guillon JP, Guillon M. The role of tears in contact lens performance and its measurement. *In* Ruben M, Guillon M (Eds). Contact Lens Practice. Chapman & Hall Medical, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras / Hodder Headline, London, 1994; pp 453-483.
70. Minarik L, Rapp J. Protein deposits on individual hydrophilic contact lenses: effects of water and ionicity. CLAO J 1989; 15: 185-188.
71. Sack RA, Jones B, Antignani A, Libow R, Harvey H. Specificity and biological activity of the protein deposited on the hydrogel surface. Invest Ophthalmol Vis Sci 1987; 28: 842-849.
72. Jones L, Evans K, Sariri R, Franklin V, Tighe B. Lipid and protein deposition on N-vinyl pyrrolidone-containing group II and group IV frequent replacement contact lenses. CLAO J 1997; 23: 122-126.
73. Nilsson SEG, Söderqvist M. The clinical performance of a daily disposable contact lens. A three-month prospective study. J Brit Contact Lens Assoc 1995; 18: 81-86.
74. Solomon OD, Freeman ML, Boshick EL et al. A 3-year prospective study of the clinical performance of daily disposable contact lenses compared with frequent replacement and conventional daily wear contact lenses. CLAO J 1996; 22: 250-257.
75. Mondino BJ, Groden LR. Conjunctival hyperemia and corneal infiltrates with chemically disinfected soft contact lenses. Arch Ophthalmol 1980; 98: 1767-1770.
76. Sendele DD, Kenyon KR, Mobilia EF et al. Superior limbic keratoconjunctivitis in contact lens wearers. Ophthalmology 1983; 90: 616.
77. Allansmith MR, Korb DR, Greiner JV, Henriques AS, Simon MA, Finnemore VM. Giant papillary conjunctivitis in contact lens wearers. Am J Ophthalmol 1977; 83: 697-708.
78. Tripathy RC, Tripathy BJ, Fekrat S. Contact lens induced ocular disorders. *In* Ruben M, Guillon M (Eds). Contact Lens Practice. Chapman & Hall Medical, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras / Hodder Headline, London, 1994; pp 1045-1066.
79. Mackie IA, Wright P. Giant papillary conjunctivitis (secondary vernal) in association with contact lens wear. Trans Ophthalmol Soc UK 1978; 98: 3-9.
80. Nilsson SEG, Persson G. Low complication rate in extended wear of contact lenses. Acta Ophthalmol 1986; 64: 88-92.
81. Hartstein J. Corneal warping due to wearing of contact lenses. Am J Ophthalmol 1965; 60: 1103-1104.
82. Dumbleton K, Jones L, Chalmers R, Williams-Lyn D, Fonn D. Clinical characterization of spherical post-lens debris associated with Lotrafilcon high-Dk silicone lenses. CLAO J 2000; 26: 186-192.
83. Fonn D, Pritchard N, Dumbleton K. Factors affecting the success of silicone hydrogels. *In* Sweeney D (Ed). Silicone Hydrogels: the rebirth of continuous wear

contact lenses. Butterworth-Heinemann, Oxford, Auckland, Boston,Johannesburg, Melbourne, New Delhi, 2000; pp 214-234.
84. Holden B, Sankaridurg P, Jalbert I. Silicone hydrogels - Adverse events, the epithelium in extended wear, and inflammation and infection in the closed eye. Optician 2000; 219 (5733): 24-36.
85. Epstein G, Putterman AM. Aquired blepharoptosis secondary to contact-lens wear. Am J Ophthalmol 1981; 91: 634-639.
86. Reynolds JEF (Ed). Martindale, The Extra Pharmacopoeia (29th edn). Pharmacological Press, London, 1989; Part 1, pp 949-972.
87. Shih KL, Hu J, Sibley M. The microbiological benefit of cleaning and rinsing contact lenses. Int Contact Lens Clin 1985; 12: 235-242.
88. Reinhart DJ, Kaylor B, Prescott D, Sapp CS. Rapid and simplified comparative evaluation of contact lens disinfection solutions. Int Contact Lens Clin 1990; 17: 9-12.
89. Penley CA, Liabres C, Wilson LA, Ahern DG. Efficacy of hydrogen peroxide systems for soft contact lenses contaminated with fungi. CLAO J 1985; 11: 65-68.
90. Davies DJG, Anthony Y, Meakin BJ, Kilvington S, Anger CB. Evaluation of the anti-Acanthamoebal activity of five contact lens disinfectants. Int Contact Lens Clin 1990; 17: 14-20.
91. Silvany RE, Dougherty JM, McCulley JP. Effect of contact lens preservatives on *Acanthamoeba*. Ophthalmology 1991; 98: 854-857.
92. Moore K. Necessity and methods of HTLV-III inactivation in contact lens practice. J Am Optom Assoc 1987; 58: 180-186.
93. Rosenthal RA, McDonald MM, Schlitzer RL, Abshire R, Stone R. Loss of bactericidal activity from contact lens storage solutions. CLAO J 1997; 23: 57-62.
94. Kilvington S. Reducing the risk of microbial keratitis in soft contact lens wearers. Contactologia 1998; 20: 180-185.
95. Rosenthal RA, Buck S, McAnaly C, Abshire R, Schlech B. Antimicrobial comparison of a new multi-purpose disinfecting solution to a 3% hydrogen peroxide system. CLAO J 1999; 25: 213-217.
96. De Jonkhere J, van der Woorde H. Differences in destruction of pathogenic and non-pathogenic *Naegleria* and *Acanthmoeba* by chlorine. Appl Environ Microbiol 1976; 31: 294-297.
97. Copley C. Chlorine disinfection of soft contact lenses. Clin Exp Optom 1989; 72: 3.
98. Radford CF, Minassian DC, Dart JKG. Disposable contact lens use as a risk factor for microbial keratitis. Br J Ophthalmol 1998; 82: 1272-1275.
99. Silvany RE, Dougherty JM, McCulley JP, Woods TS, Bowman RW, Moore MB. The effect of currently available contact lens disinfection systems on *Acanthamoeba castellanii* and *Acanthamoeba polyphaga*. Ophthalmology 1990; 97: 286-290.
100. Anthony Y, Davies DJG, Meakin BJ et al. A chlorhexidine contact lens disinfection tablet: Design criteria and antimicrobial efficacy in potable tap water. J Brit Contact Lens Assoc 1991; 14:96-108.
101. Nilsson SEG, Lövsund P, Öberg PÅ. Contact lenses and mechanical trauma to the eye. An experimental study. Acta Ophthalmol 1981; 59: 402-408.
102. Nilsson SEG, Lindh H, Andersson L. Contact lens wear in an environment with metal particles. Acta Ophthalmol 1983; 61: 882-888.
103. Nilsson SEG, Lövsund P, Öberg PÅ, Flordahl L-E. The transmittance and absorption properties of contact lenses. Scand J Work Environ Health 1979; 5: 262-270.

104. Lövsund P, Nilsson SEG, Lindh H, Öberg PÅ. Temperature changes in contact lenses in connection with radiation from welding arcs. Scand J Work Environ Health 1979; 5: 271-279.
105. Lövsund P, Nilsson SEG, Öberg PÅ. Temperature changes in contact lenses in connection with radiation from infrared heaters. Scand J Work Environ Health 1979; 5: 280-285.
106. Owen CG, Margrain TH, Woodward EG. Use of contact lenses by firefighters. Part 1: Questionnaire data. Ophthal Physiol Opt 1997; 17: 102-111.
107. Owen CG, Margrain TH, Woodward EG. Use of contact lenses by firefighters. Part 2: Clinical evaluation. Ophthal Physiol Opt 1997; 17: 205-215.
108. Nilsson SEG, Andersson L. The use of contact lenses in environments with organic solvents, acids and alkalis. Acta Ophthalmol 1982; 60: 599-608.
109. Kok-van Alphen CC, van der Linden JW, Visser R, Bol AH. Protection of the police against tear gas with soft lenses. Military Med 1985; 150: 451-454.
110. Lövsund P, Nilsson SEG, Öberg PÅ. The use of contact lenses in wet or damp environments. Acta Ophthalmol 1980; 58: 794-804.
111. Nilsson SEG, Andersson L. Contact lens wear in dry environments. Acta Ophthalmol 1986; 64: 221-225.
112. Socks JF. Use of contact lenses for cold weather activities: results of a survey. Int Contact Lens Clin 1983; 10: 82-90.
113. Socks JF. Contact lenses in extreme cold environments: response of rabbit corneas. Am J Optom Physiol Optics 1982; 59: 297-300.
114. Ruben M. Indications and contraindications for contact lens wear. *In* Ruben M, Guillon M (Eds). Contact Lens Practice. Chapman & Hall Medical, London, Glasgow, New York, Tokyo / Hodder Headline, London, 1994; pp 501-516.
115. Huggert A. Increase of the intraocular pressure when using contact lenses. Acta Ophthalmol 1951; 29: 475-481.
116. Krefman RA, Wilensky JT. Case report: angle closure attack with hydrogel lens wear. Int Contact Lens Clin 1982; 9: 366-368.
117. Mobilia EF, Kenyon KR. A new bandage lens for treatment of corneal disease: Softcon XT. CLAO J 1984; 10: 353- 355.
118. Polse KA, Holden BA, Sweeney D. Corneal edema accompanying extended lens wear. Arch Ophthalmol 1983; 101: 1038-1041.