

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI  
KATEDRA OPTIKY

**ROHOVKOVÉ KOMPLIKACE SOUVISEJÍCÍ S NOŠENÍM KONTAKTNÍCH  
ČOČEK**

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:  
Marie Petlachová  
Obor 5345R008 OPTOMETRIE  
Studijní rok 2018/2019

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:  
Mgr. Lenka Musilová, DiS.

**Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lenky Musilové, DiS. za použití literatury uvedené v závěru.

V Olomouci dne 6. 5. 2019

.....  
Petlachová Marie

### **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Lence Musilové, DiS. za podporu při psaní práce, veškeré cenné odborné rady a připomínky.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektů IGA PřF UP v Olomouci s názvem “Optometrie a její aplikace“, č. IGA\_PrF\_2018\_007 a IGA\_PrF\_2019\_005.

# Obsah

Úvod.....	5
1. Popis rohovky .....	6
2. Keratitidy .....	9
2.1. Mikrobiální keratitida.....	10
2.1.1. Četnost výskytu .....	10
2.1.2. Příznaky .....	12
2.1.3. Druhy vzniku mikrobiální infekce.....	13
2.1.5. Léčba .....	14
2.1.6. Rizikové faktory spojené s péčí o kontaktní čočky.....	18
2.2. Sterilní keratitidy.....	21
2.2.1. Typy sterilních keratitid .....	22
2.2.2. Léčba .....	25
3. Vaskularizace .....	26
3.1. Neovaskularizace .....	26
4. Komplikace související s nošením pevných kontaktních čoček.....	31
5. Časté rohovkové komplikace .....	33
5.1. Epitel rohovky .....	33
5.2. Stroma rohovky.....	35
5.3. Endotel rohovky .....	36
Závěr .....	38
Zdroje použité literatury .....	39

# Úvod

Jakékoliv rohovkové potíže jsou pro nositele velice nepříjemné, proto je potřeba těmto komplikacím předejít, případně je včas léčit. Optometrista by měl vždy před aplikací správně vyhodnotit stav očí před i během nošení kontaktních čoček. Rohovka, jakožto prostředí, které je v těsném styku s kontaktní čočkou, je v ohrožení zejména kvůli napadení cizorodým agens. Pokud k takovému stavu dojde, je potřeba včasného řešení.

Kontaktní čočky jsou specifické svým materiálem, designem, propustností pro kyslík a v neposlední řadě také režimem nošení. Všechny tyto faktory hrají důležitou roli při tvorbě rohovkových komplikací. Výskyt jednotlivých komplikací uvedených v této práci vychází ze studií, které se vzájemně doplňují nebo srovnávají. Stejně tak je tomu u určení diagnózy, která je stanovena dle symptomů. S komplikacemi, které jsou zde vymezeny, se může setkat i optometrista, jelikož některé formy jsou nebolestivé a při běžné kontrole si jich může povšimnout. Následně je potřeba vždy všechny tyto komplikace konzultovat s lékařem, který určí přesnou diagnózu a vhodnou léčbu.

První kapitola této práce se zabývá popisem rohovky. Po primárním rozboru rohovky jsou již uvedeny samotné komplikace. Druhá kapitola popisuje typy keratitid, jako je mikrobiální a sterilní, které se nejčastěji vyskytují u nositelů kontaktních čoček. Jsou zde uvedeny jednotlivé typy mikroorganismů, které jsou při keratitidách nejčastěji kultivovány. V celém textu jsou tyto mikroorganismy uváděny konkrétně, jelikož jsou v mnoha ohledech specifické. Následuje souhrn pravidel a zásad aplikace kontaktních čoček a systému péče. Dále je popsán postup při podezření na jakoukoliv patologii na oku. Další kapitola se zabývá novotvorbou cév, jejími typy a vlivy vzniku. Samotná kapitola je věnována pevným kontaktním čočkám, které jsou svým designem velmi specifické. Poslední kapitola uvádí souhrn nejčastějších komplikací, které jsou vztaženy k epitelu, stromatu a endotelu rohovky.

# 1. Popis rohovky

Základní charakteristikou rohovky je její transparentnost, která umožňuje světlu pronikat do nitra oční koule. Celkový povrch rohovky je asi  $1,1 \text{ cm}^2$ , což je okolo 7 % celkového povrchu bulbu.[1] Tvarem připomíná elipsu, horizontální průměr je 12,6 mm a vertikální 11,5 mm. Z optického hlediska se jedná o nejdůležitější refrakční prostředí. Její optická mohutnost činí 43D. V centrální části má rohovka tloušťku 560  $\mu\text{m}$  v periférii dosahuje hodnot 650-1000  $\mu\text{m}$ . Rohovka je bohatě inervovaná z první větve trojklanného nervu. Tato tkáň má nejvyšší počet senzitivních nervových zakončení v lidském těle na  $\text{mm}^2$ . Jedná se o bezcévnou tkáň, která má pomalý metabolismus, což způsobuje i pomalejší hojení. Výživa probíhá pomocí metabolitů, jako jsou aminokyseliny a glukóza. Je také bohatě zásobena kyslíkem z několika zdrojů. Prvním z nich je difúze z kapilár limbu, druhým zdrojem je slzný film a třetí způsob získání kyslíku je aktivním transportem z komorové tekutiny.[2]

Morfologicky ji můžeme rozdělit do pěti základních vrstev:

1. Epitel rohovky - je její nejsvrchnější vrstvou. Reprezentuje asi 10 % celkové rohovkové tloušťky. Je tvořen nekeratinizujícím skvamózním epitelem, který se skládá z několika vrstev. Má rychlou schopnost regenerace a migrace. Limbální buňky zajišťují obnovu epitelu v průměru každých sedm dní. Povrch tvoří mikroklky, které umožňují přilnutí mucinu (vnitřní vrstvy slzného filmu). Svou celistvostí je primární ochrannou vrstvou proti vniknutí infekce do rohovky.
2. Bowmanova membrána - je tenká bazální membrána, na kterou nasedají bazální buňky skvamózního epitelu rohovky. Jelikož nemá schopnost regenerace, při jejím porušení dochází k vytvoření rohovkové jizvy. Jejím úkolem je zejména oddělení stroma od epitelu rohovky, a také se z části podílí na pravidelném uspořádání bazálních vrstvy epitelových buněk.
3. Rohovkové stroma - tvoří 90 % celkové tloušťky rohovky. Je tvořeno kolagenními fibrilami vestavěnými v extracelurání matrix. Obě tyto vrstvy obsahují keratocyty, které jsou uloženy mezi kolagenními vlákny. Fibrily jsou pravidelně uspořádány do 300 - 500 rovnoběžných lamel, směrem k vnitřní části rohovky je pravidelnost přesnější. Vyznačuje se také velmi malou regenerační schopností.

4. Descemetská membrána (DM) - je tvořena mřížkou kolagenních fibril, které zajišťují její pevnost. S přibývajícím věkem dochází k jejímu ztlušťování. Má schopnost regenerace pomocí funkčních endotelových buněk.
5. Endotel rohovky - je jednovrstevná plástev hexagonálních buněk, kterých s přibývajícím věkem ubývá. Tento typ buněk nemá schopnost regenerace, proto postupně dochází k zvětšování velikosti stávajících buněk, které zaplní místo po defektech. Svou průhledností a stálou hydratací je zodpovědný za konstantní optickou mohutnost. [1,2,3]



Obr. 1 - Vrstvy rohovky [4]

V roce 2013 byla v časopise *Ophthalmology* zveřejněna studie o objevu nové tzv. predescemetské vrstvy rohovky. Harminder S. Dua a kolektiv [5] provedli výzkum na 31 sklerokorneálních štěpech s tím, že šest bylo kontrolních. Průměrný věk dárců byl 77,6 let. Základní užitou metodou bylo injikování vzduchu do epitelu rohovky. Následně byly provedeny tři experimenty. U prvního z nich došlo k vytvoření bublin vzduchu a následně byla odloupnuta Descemetská membrána. Při druhém a třetím experimentu se nepodařilo odpreparovat Descemetskou membránu od zbylé tkáně rohovky. Tkáň získaná z těchto experimentů byla podrobena histologickému vyšetření. U již zmíněného prvního typu, na rozdíl od druhého a třetího bylo možné odstranit Descemetskou membránu zcela bez poškození, což naznačuje přítomnost další tkáně.

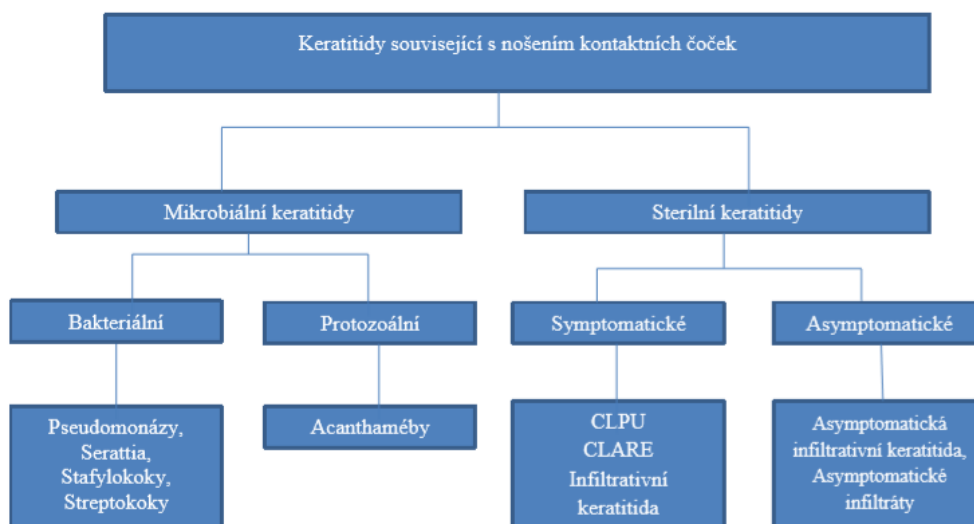
Závěrem lze uvést, že existuje dobře definovaná, acelulární silná vrstva v rohovce před Descemetovou membránou, což napomáhá porozumění biomechaniky rohovky.

Topograficky můžeme rohovku rozdělit do čtyř oblastí: centrální, paracentrální, periferní a limbální. Centrální část obklopuje zornici, v ideálním případě je sférická a 4 mm široká v zásadě určuje kvalitu obrazu, který je následně tvořen ve fovee. Směrem k vnějšímu okraji tuto vrstvu lemuje paracentrální zóna, která je důležitá zejména při tlumeném osvětlení, kdy je zornice dilatovaná. Periferní část se nachází tam, kde rohovka začíná být plošší a více asférická. Vnější okraj tvoří čtvrtá zóna označovaná jako limbální, nebo také limbus, rohovka potom směrem k vnějšímu okraji přechází v pevnou sklěru, která tvoří obal očního bulbu. [1]



## 2. Keratitidy

Keratitidy vyvolané nošením kontaktních čoček lze v podstatě rozdělit na mikrobiální a sterilní. Tyto dvě základní formy se dále dělí dle následujícího schématu (viz obr. 2). Jako dvě nejběžnější formy mikrobiální keratitidy jsou zde uvedeny bakteriální a protozoální infekce. Stejně tak je tomu u sterilní keratitidy, která je rozdělená na symptomatické a asymptomatické formy. Zdánlivý vliv pro vznik rohovkové infekce má nošení kontaktních čoček, jelikož mohou narušit ochranné mechanismy. Mezi tyto přirozené principy patří ochranná a mechanická funkce slzného filmu, schopnost hydrofobního povrchu epitelu rohovky vytvořit bariéru, a také rychlá regenerace epitelu při jeho narušení. [3]



Obr. 2 - Schéma klasifikace keratitid, upraveno dle [7]

V Rusku v roce 2018 proběhla studie, která se zabývala souvislostí nošení kontaktních čoček na vznik keratitidy a purulentního vředu rohovky. [6] Cílem této studie byla analýza, dosažení výsledků preventivních opatření a optimální léčby. Metodou pro získání vzorků 96 pacientů (103 očí) bylo seškrábnutí vzorku z rohovky a spojivky. Dále byla vyvinuta třístupňová léčba pomocí 2-4 typů antimikrobiálních látek. V 77 případech (79,3 %) byla infekce spojená s porušením doporučených pravidel pro nošení a péči o kontaktní čočky. Režim prodlouženého nošení měl větší výskyt komplikací (62 pacientů) ve srovnání s denním používáním (17 pacientů)

a ortokeratologickou léčbou (8 pacientů). Pevná kontaktní čočka byla použita v jednom případě. U 9 pacientů nebyl typ kontaktní čočky znám. Mikrobiologické vyšetření zaznamenalo růst mikroflóry ve 20 případech (32,8 %), kdy se na prvním místě umístila *Pseudomonas aeruginosa* (9 očí). U 10 % pacientů byly zjištěny nebakteriální infekce (houby a *Acanthamoeba*). Závěrem této studie lze uvést, že se vyvinuly účinné léčebné postupy. Je však nezbytné zlepšit metody mikrobiálního výzkumu a zavést jednotnou národní databázi komplikací souvisejících s nošením kontaktních čoček.

## 2.1. Mikrobiální keratitida

Mikrobiální keratitida je jednou z nejzávažnějších progresivních reakcí rohovky, která může vzniknout v souvislosti s nošením kontaktních čoček. U většiny pacientů se objeví značná bolest v očích, ve výjimečných případech může dojít až ke ztrátě zraku. Tento stav by neměl být podceňován. Pacient se může setkat s hlubokými, bilaterálními rohovkovými vředy. U konkrétního pacienta pravé oko po mikrobiální keratitidě spontánně perforovalo a u pacienta se objevil sekundární glaukom a posléze došlo k bilaterální zrakové atrofii. Všechny tyto komplikace vedly až k celkové bilaterální slepotě.

Mikrobiální keratitida je definována jako zánět rohovkové tkáně, kde jsou za přímý infekční mikrobiální činitel považovány bakterie, viry, houby nebo protozoa. Pro vymezení pojmu mikrobiální keratitida budeme termín infekční keratitida považovat za synonymum. Termín ulcerózní keratitida je v literatuře také použit jako synonymum pro mikrobiální keratitidu, ale nejedná se o správné použití, jelikož mikrobiální keratitida nemusí být nutně ulcerózní a ulcerózní keratitida nemusí být nutně mikrobiální. [7]

### 2.1.1. Četnost výskytu

Nošení kontaktních čoček je obecně rizikovým faktorem pro vznik mikrobiální keratitidy. Odhady počtu případů mikrobiální keratitidy související s kontaktními čočkami dosahují 12 % až 50 % všech prezentovaných případů mikrobiální keratitidy.

Odhadování výskytu, nejen mikrobiální keratitidy, je u nositelů kontaktních čoček z mnoha důvodů problematické, jelikož není přesně znám celkový počet nositelů čoček v populaci. A také není vždy jasné, zda keratitidy, se kterými se lékaři v průběhu let setkali, byly řešeny v souvislosti s nošením kontaktních čoček. V rámci mikrobiálních keratitid lze přesně určit, o jaký typ se jedná, avšak tyto informace nemusí vždy korelovat s nošením kontaktních čoček.

Bez ohledu na tyto odhady, Poggio a kol. [8] realizovali rozsáhlou prospektivní studii, v níž se snažili stanovit počty pacientů, kteří nosí kontaktní čočky a zároveň se u nich objevila mikrobiální keratitida. V analýze mikrobiální keratitidy se výsledky pohybovaly v průměru 4,1 na 10 000 pacientů ročně při nošení jednodenních hydrogelových čoček a 20,9 na 10 000 pacientů ročně při nošení vícedenních hydrogelových čoček. Studie provedené mnoha dalšími specialisty od této doby dospěly k téměř identickým výsledkům.

Odhady výskytu mikrobiální keratitidy při denním nošení pevných kontaktních čoček se pohybují v průměru od 0,4 do 4,0 na 10 000 pacientů ročně. Holden a kol. [9] odhadli výskyt mikrobiální keratitidy u pacientů, kteří používají silikon hydrogelové čočky v prodlouženém režimu nošení v průměru na 0,53 na 10 000 pacientů ročně. Tato hodnota je skoro čtyřicetkrát nižší, oproti vícedennímu nošení hydrogelových čoček, jak již bylo popsáno výše. Holden a kol. [9] však uvádějí přibližné stanovení počtu pacientů. Jeden z předpokladů, z kterých vycházeli, byl celkový počet nositelů silikon hydrogelových čoček. Tento odhad vede k závěru, že jsou jednodenní silikon hydrogelové čočky spojeny s nízkým výskytem mikrobiální keratitidy. K tomu, aby tohle tvrzení bylo pravdivé, je zapotřebí sledovat aktuální epidemiologickou situaci a vždy brát v úvahu veškeré aspekty výskytu.

Daty od Guillo a kol. [10] bude pravděpodobná četnost všech případů infekční keratitidy ukončena. Výpočet vycházející z této studie potvrzuje, že odborník, který vidí přibližně 10 nositelů měkkých kontaktních čoček týdně, by se měl přibližně setkat se dvěma případy podezření na infekční keratitidu za rok. Z analýz veškerých údajů o ulcerózní keratitidě vyvolané kontaktními čočkami v USA, publikovaných do roku 1992 vyplývá, že praktici v oblasti kontaktních čoček by měli očekávat asi 1,7 případů keratitidy ročně, podobně jak je tomu v Británii.[7]

### 2.1.2. Příznaky

Počátečním stavem mikrobiální keratitidy je nejčastěji pocit cizího tělesa v oku spojený s rostoucí touhou vyjmutí čoček z očí ven. Následně by mělo dojít k okamžité úlevě. Pokud však úleva nenastane, nebo se nepohodlí dokonce zhorší, je nezbytné, aby nositel kontaktních čoček ihned vyhledal odbornou pomoc. I když výskyt mikrobiálních keratitid není tak častý, ošetřující lékař musí tuto možnost brát v potaz.

Mezi související symptomy patří bolest, zhoršené vidění, oteklá víčka, nadměrné slzení, fotofobie, výtok z oka, což může v některých případech vést až ke ztrátě zraku. Kromě zřejmých příznaků, jako je smíšená injekce a slzení, je v místě infekce pozorována infiltrace. V počátečních stádiích mohou být infiltráty omezeny primárně na epitel. Jak choroba postupuje, stroma se stává stále více zakalené a epitel nad infiltrací se začíná rozkládat, což vede ke vzniku vředů rohovky. Vzhled mikrobiální keratitidy v začátcích je téměř nerozeznatelný od periferního vředu. Zčervenání spojivky může být zpočátku omezeno na limbus sousedící s místem infekce. Toto místo následně poskytuje ošetřujícímu lékaři důležitou informaci o jeho lokalizaci. Počáteční stav se brzy ztratí a následně oko více zarudne a dojde k celkovému zčervenání spojivek. Zejména bakteriální keratitida má rychlý a devastující časový průběh, počáteční bodový rohovkový vřed se může rozvinout do vířivého, kruhového, mléčně bílého infiltrátu. Při zhoršení stavu dojde k tvorbě hnisavých vředů, iritidy, dále může dojít ke vzniku zánětlivého exudátu sedimentujícího se v přední komoře, z kterého následně vzniká hypopyon. Může se objevit také serózní nebo mukopurulentní výtok.



Obr. 3- Příklad mikrobiální keratitidy [4]

Pokud není mikrobiální keratitida správně léčena, může vést až k perforaci rohovky a to i během několika dnů. Časový průběh acantamoebové keratitidy není tak rychlý, typické znaky zahrnují změnu průhlednosti rohovky, pseudodendrity, epiteliální a přední stromální infiltráty, které mohou být ohniskové nebo difúzní, a také se objevuje keratoneuritida. K plně rozvinutému vředu rohovky může dojít během několika týdnů. Bolest spojená s acanthamoebovou keratitidou je nesnesitelná, v některých případech byla popsána jako téměř sebevražděná. [3, 7, 11, 12]

### 2.1.3. Druhy vzniku mikrobiální infekce

Přirozená povaha mikrobiální keratitidy byla v minulosti velmi nespecifická. V patologii tohoto stavu a způsobu řešení je dnes celkový proces mnohem lépe pochopen. Dva mikroorganismy, které se vyskytují ve většině uvedených mikrobiální keratitidy, jsou *Pseudomonas aeruginosa* (gramnegativní bakterie) a *Acanthamoeba* (protozoa). Další gramnegativní bakterie byly kultivovány z infikovaných zárodků, a jsou to například *Serratia enterobacterie*, *Erchericha coli* a *Klebsiella*. Mezi grampozitivní organismy můžeme zahrnout *Staphylococcus aureus* a *Staphylococcus epidermis*, ty však nebyly tak často nalezeny u nositelů kontaktních čoček. Je známo, že houby jsou schopny napadat materiály kontaktních čoček, ale neexistuje žádný důkaz, který typ kontaktních čoček je rizikovým faktorem. Infekce plísní, které byly hlášeny u nositelů kontaktních čoček, je spíše jen kauzální. Podobně se mohou kontaktní čočky kontaminovat virovou infekcí, ale opět není důvod se domnívat, že nošení kontaktních čoček je faktor, který přispívá k rozvoji infekce.

Nošení kontaktních čoček a používání čistících roztoků může narušit výskyt přirozeným organismů, které jsou na oku žádoucí. Mikrobiální studie očního prostředí u nositelů kontaktních čoček však naznačují, že existuje korelace mezi typem bakterií, které kontaminují roztoky a pouzdra určené pro čočky. Ty pak, následně při další aplikaci čoček do očí, naruší přirozené prostředí očí. Takto si lze představit vniknutí choroboplodných zárodků do očního prostředí při používání vícedenních kontaktních čoček. Při výskytu infekce se musí nošení kontaktních čoček přizpůsobit danému stavu, jelikož ochrana rohovky proti infekci je velmi důležitá. [2, 3, 7, 13]

### 2.1.5. Léčba

Při podezření na mikrobiální keratitidu nebo pro její potvrzení bývá provedeno seškrabání epitelu rohovky, aby se určilo, zda je tento stav infekční. Případně je potřeba identifikovat mikroorganismus, který je na povrchu oka přítomný, jelikož léčba je u bakterií a protozoa odlišná.

U bakteriálních keratitid by měla být širokospektrální antibiotika nasazena až po pozitivním výsledku seškrabání rohovky. Následně se používají dva způsoby léčby:

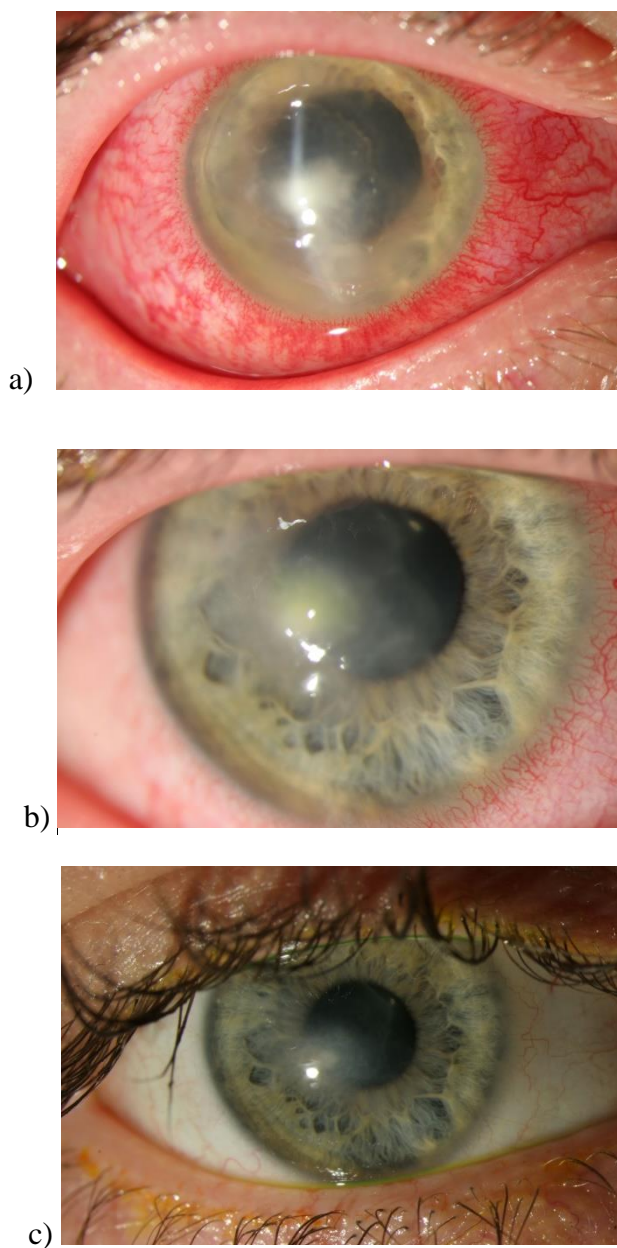
- a) Duální terapie - zahrnuje kombinaci dvou antibiotik, ve formě aminoglykosidu a cefalosporinu, které přispívají k léčbě běžných gram pozitivních a gramnegativních patogenů.
- b) Monoterapie - s fluorochinolonom s léčivou látkou ciprofloxacin 0,3% nebo ofloxacin 0,3%.

Bohužel, výsledky jsou často nejednoznačné, protože antibiotika mohou být nasazena jako preventivní opatření před hospitalizací a výsledek celého stěru může být falešně negativní. Specifické lokální antibiotika mohou být předepsána, pokud je organismus předchozím vyšetřením identifikován. Tyto látky jsou zpočátku aplikovány v hodinových intervalech po celý den. V případě příznivé odezvy může být během dne interval prodloužen na 2 hodiny. Následné zlepšování stavu by mělo umožnit nahrazení mírnějšími komerčními přípravky, kde se dávky neustále snižují, až se finálně úplně vysadí. V komplikovanějších případech může být také indikován perorálně ciprofloxacin, aby se zabránilo souvislému šíření do skléry.

Během počáteční fáze bakteriální keratitidy nejsou kortikosteroidy předepisovány. Zejména z důvodu, že tyto léky inhibují metabolismus epitelu, zpomalují reepitelizaci a tkáňovou regenerační aktivitu. Kortikosteroidy mohou být použity v pozdní fázi hojení.

Léčba očních infekcí *Pseudomonas aeruginosa* se často stává problémem v důsledku schopnosti této bakterie být rezistentní vůči antibiotikům prostřednictvím svých vnitřních či získaných mechanismů. V důsledku toho se celosvětově stále více vyskytují kmeny *Pseudomonas* rezistentní na léky. Analýzou dat publikovaných z webu

PubMed.gov od roku 2011 bylo třicet sedm studií vybráno k přezkoumání. Klíčová slova k vyhledání byla - mikrobiální keratitida, oční infekce, *Pseudomonas aeruginosa* a rezistence na antibiotika. Prevalence mikrobiální keratitidy související s nošením kontaktních čoček byla u *Pseudomonas aeruginosa* zjištěna u 68 % ze všech zkoumaných izolátů. Průměrná míra rezistence na běžná oční antibiotika byla relativně nízká. Mezi tyto antibiotika lze zařadit ciprofloxacin, kde rezistence dosahovala 9 %, gentamicin (22 %) a ceftazidim (13 %). Ve studiích z různých zemí však byly velké rozdíly v míře rezistence, například rezistence na ciprofloxacin dosáhla až 33 %.[14, 13]



Obr. 4 - Léčba pseudomonádové keratitidy a) před léčbou b) v průběhu léčby c) po léčbě [4]

Druhý typ léčby je použit u protozoální keratitidy, která je v této problematice zastoupena Acanthamoebou.

Kumar a Lloyd [15] poukazují na to, že Acanthamoeby způsobují mnohdy neřešitelné problémy, a také na to, že spousta léčiv je v jejich likvidaci neúčinných. Z důvodu prevence jednotlivých forem jsou prováděny imunologické studie. Během výzkumu se došlo k závěru, že imunizace chrání před vznikem infekce. Jednalo se však o imunizaci u zvířat. Je proto nepravděpodobné, že by imunizace byla využita ke snížení výskytu acanthamoebové infekce vyvolané kontaktními čočkami u člověka.

U této léčby se uplatňuje kombinace propamidin isetionátu 0,1% a polyhexamethylen biguanidu 0,02%. Tento typ kapek je dobře snášen. Svým složením jsou netoxické a velmi účinné proti jednotlivým druhům Acanthamoeb. Alternativně může dojít ke kombinaci brolenu a neomycinu nebo fluorochinolonů s chlorhexidinem, které v některých případech mohou poskytnout dobré výsledky léčby. Lokální kortikosteroidy bývají použity během terapie. Slouží zejména ke kontrole přetrvávajícího zánětu, ale měly by přestat být podávány před ukončením celkové acanthamoebové terapie. [2,7]

Před aplikací čoček se doporučuje pacientům pečlivě prostudovat povrch čočky, aby byla případně zjištěna přítomnost defektů. Jakýkoliv cizorodý materiál, který je přítomný na povrchu kontaktní čočky si žádá pozornost. Vždy musí dojít k odstranění tohoto tělesa z povrchu čočky, popřípadě je potřeba ji vyměnit za novou. Před aplikací, je potřeba uvážit, zda je pacient schopen zhodnocení stavu čočky, případně vybrat vhodný typ.

Systemy péče o čočky, o nichž je známo, že jsou účinné proti mikroorganismům, musí být nositeli vysvětleny odborníkem, případně jsou dohledatelné v příbalové informaci. Je-li používán víceúčelový systém péče, je nezbytné, aby pacienti dodržovali režim plné péče, jak stanovuje výrobce. Případně je využívali s použitím dalších čistících látek pro odstranění bílkovin z povrchu čočky, pokud výrobce nestanovuje jinak. Odborník, který čočky aplikuje, by měl v průběhu návštěv kontrolovat i systém péče a případně informovat nositele o jeho chybách nebo jiných možnostech čištění.

Všichni nositelé, a to zejména ti s prodlouženým nošením kontaktních čoček, musí být poučeni o důležitosti hygieny. Důkladné mytí rukou a následné použití



jednorázových ubrousků je pro aplikaci nezbytností. Čočky by nositelé měli zásadně aplikovat a skladovat jen v čistém prostředí.

Také kontakt s vodou zvyšuje riziko rozvoje acathamoebové keratitidy. Proto je toto nebezpečí značně redukováno tím, že se pacient v průběhu nasazení vyhne použití vody. *Acathamoeba* je všudypřítomný protozoa vyskytující se zejména ve vodních zdrojích a snadno se objeví i ve fyziologickém roztoku (v pouzdře či obalu), který je uskladněný bez ochranných bezpečnostních prvků.

Dostupné potvrzující důkazy svědčí o tom, že riziko vzniku mikrobiální keratitidy je větší, když pacienti s čočkami spí, proto případný přechod z prodlouženého režimu nošení na denní představuje bezpečnější variantu.

Také riziko vzniku mikrobiální keratitidy je nižší při nošení pevných kontaktních čoček (RGP). Zejména z důvodu lepší výměny slz a větší tloušťky slzného filmu pod čočkou. K tomuto jevu přispívá i malá velikost čočky (nedopadající na limbus) a obecně nižší hodnoty ulpívání usazenin na RGP čočkách.

S ohledem na korelaci mezi hypoxií a indukci mikrobiální keratitidy je jakákoliv míra dostupnosti kyslíku k rohovce žádoucí. Tímto se během nošení nositeli snižuje riziko vzniku mikrobiální keratitidy. V případě měkkých čoček to obecně znamená, že aplikaci čoček vyrobených ze silikon hydrogelu je bezpečnější.

**Prognóza** pro zotavení z mikrobiální keratitidy je velice různorodá a závisí do značné míry na léčbě, účinnosti celkové terapie a také na individuálním zdravotním stavu pacienta. Jakmile problém nastane, kontaktní čočky musí být z povrchu oka pacienta ihned odstraněny. Dále je důležité včasné vyšetření akutního stavu oka, správná diagnóza a vhodná léčba. Splněním těchto aspektů je výsledná prognóza pro pacienta ve většině případů příznivá. Příkladem takového výsledného stavu může být malá jizva, která nenarušuje rozsah zorného pole. Pozdní návštěva lékaře nebo použití nevhodných léků může vést k celkové ztrátě zraku.

Bourcier a kol. [16] použili 300 dostupných případů mikrobiální keratitidy, která souvisí s nošením kontaktních čoček. U nichž se 99 % případů vyřešilo léčbou. Srovnatelné zrakové ostrosti jako před infekcí dosáhlo jen 60 % z nich. V případě zahájení terapie u stafylokoků a streptokoků, zlepšení stavu nemusí být patrné do 24-48 hodin. Mikroorganismy jsou obecně eradikovány v rohovce během 7-10 dnů.

Při infekci související s *Pseudomonas* se mohou příznaky během prvních 24 hodin po zahájení léčby mírně zhoršit. Stav se však postupem času začne zlepšovat, přičemž k celkové likvidaci některých mikroorganismů je potřeba 14 dnů nebo déle.

Acathamoebová infekce má pozvolnou dobu léčby. Tento stav může probíhat v období mnoha měsíců s výkyvy zdánlivého zlepšení, které je doprovázeno regresí. Opakovatelnost infekce u Acathamoeb je běžná, zejména pokud není šíření Acathamoeb včas zastaveno. [7, 13]

### 2.1.6. Rizikové faktory spojené s péčí o kontaktní čočky

Mikrobiální keratitida je multifaktoriální, komplexní a v mnoha ohledech kontroverzní oční komplikace. K prevenci vzniku vždy předchází správná edukace nového nositele čoček. Každý nositel by si měl uvědomovat rizika, kterých se dopouští při nedodržení jakýchkoliv kroků, které se naučil při zaškolení. A následně pak dodržovat pravidla, která jsou doporučována. Těmito jednoduchými kroky lze předcházet nežádoucím komplikacím.

Prvním faktorem je rozdílná přilnavost mikroorganismů k různým materiálům kontaktních čoček. Pokud mohou mikroorganismy snadněji ulpět na povrchu kontaktní čočky a kolonizovat, čočka se stane častěji prostředkem pro oční kontaminaci.

Míra síly mikroorganismů ulpívat na povrchu čoček závisí na materiálu čočky, který byl použit. Například Beattie a kol. [17] naznačují, že *Acanthamoeba* mnohem snadněji přilne k silikon hydrogelovým čočkám, a tudíž mohou představovat zvýšené riziko infekce. Klíčem k určování adherence při nošení čoček je množství iontů, hydrofobní povrch a obsah vody.

Představa, že kontaktní čočky na opakované použití obsahují více mikroorganismů, není vždy pravdivá, jelikož mikroorganismy snadněji přilnou k vícedenní kontaktní čočce zejména kvůli špatnému uskladnění, nikoliv z důvodu opakované aplikace do očí. V dnešní době existují kontaktní čočky se středním obsahem vody, které mají sklon k ukládání nabitých proteinů, jako je lysozym. Lysozym působí jako přírodní antibakteriální činidlo v oku. Lysozym se u takového typu čoček nestává

denaturovaný, ale umí si udržet tuto antibakteriální schopnost, a tím zabránit přilnutí živých bakterií na jejím povrchu.

Obecně se má za to, že všechny systémy čištění kontaktních čoček na trhu poskytují dostatečnou antimikrobiální účinnost. Toto tvrzení však vyvrátil Lakkis a Fleiszig [18], kteří poukázali na to, že čím více kmenů *Pseudomonas* se na kontaktní čočce vyskytuje, tím vyšší je úroveň rezistence vůči dezinfekčním roztokům. Je proto důležité, aby se do systémů čištění kontaktních čoček zahrnula dostatečná bezpečnostní rezerva, která by zvýšila účinnost roztoků.

Samozřejmě je potřeba brát v úvahu to, že nositel kontaktních čoček nemá alergickou reakci na látky obsažené v roztocích. Četné studie se shodují na tom, že pouze 10 – 60 % pacientů může být zahrnuto do kategorie plně vyhovující. Některé studie poukazují na vysokou incidenci mikrobiální keratitidy u pacientů, kteří používali čisticí systémy na bázi chloru. Tyto systémy vykazovaly pouze velmi zanedbatelnou desinfekční účinnost. Stejně tak je tomu u výskytu acanthamoebové keratitidy, kdy je riziko 15krát větší než u použití peroxidového systému čištění. Po zveřejnění těchto výsledků se desinfekční systémy na bázi chloru stáhly téměř ze všech světových trhů.

Existuje nespočet způsobů, jakými mohou pacienti chybovat nebo špatně provádět celkový systém režimu péče o čočky. Pokusy o zlepšení compliance jsou do značné míry neúspěšné. Správný systém péče je stejně důležitý, jako výběr konkrétního typu kontaktní čočky a z důvodu bezpečnosti nositele zařazen na první místo.

Při nošení čoček je potřeba využívat efektivního systému péče. Následně je tento postup účinný a v případě potřeby dojde k úpravě režimu nošení.

Systém péče o kontaktní čočky je klíčovým předpokladem pro snížení možnosti oční kontaminace, a tím i rizika mikrobiální keratitidy. Mnoho pacientů se znečištěnými čočkami nemá keratitidu, a naopak u mnoha se vyvine, i když bylo zjištěno, že jsou jejich čočky dobře skladovány.

Pacientova hygiena, hypoxie, plavání, kontinuální nošení, ortokeratologie přes noc, mechanické trauma a depozita čoček jsou také v rámci anamnézy velmi důležité a v následné péči hrají důležitou roli.

Nyní je k dispozici dostatek výzkumů souvisejících s různými rizikovými faktory. V procesu vývoje mikrobiální keratitidy je klíčovým faktorem nošení kontaktních čoček přes noc, tedy v prodlouženém režimu nošení. Pacienti by měli být poučeni, že přespávání v čočkách nese mnohem větší riziko rozvoje mikrobiální keratitidy ve srovnání s denním nošením. Výskyt je však stále velmi malý v porovnání s laserovými operacemi. Studie poukazují na to, že výskyt ztráty zraku s nejlepší korigovanou zrakovou ostrostí je mezi 306 až 871 případy na 10 000 pacientů ročně po laserové in situ keratomileusis oproti pouhým 0,8 případů na 10 000 pacientů ročně po kontaktu s hydrogelovými čočkami v prodlouženém režimu nošení. Záleží tedy na pacientovi, aby zvážil rizika, která přináší výhody prodlouženého nošení čoček.

Důležitá je také informovanost nositele kontaktních čoček, že při jakékoliv oční bolesti či výrazném překrvení je potřeba ihned kontaktní čočky z očí vytáhnout. Následně zjistit, zda tato bolest přetrvává, a pokud se projevuje i v prvních několika hodinách po vyjmutí čočky, pak případně vyhledat odbornou pomoc.

Nositelé kontaktních čoček, kteří cestují do teplejších podnebných pásů, by měli být upozorněni na zvýšené riziko vzniku mikrobiální keratitidy. Je třeba zdůraznit význam dodržování režimu celkové péče, která se nesmí zanedbat. Je vhodné upozornit pacienty, kteří používají čočky v prodlouženém režimu nošení, aby při plavání nosili plavecké brýle, protože zde opět existuje větší korelace s následnými komplikacemi.

Oční vyšetření nositelů kontaktních čoček, u kterých jsou přítomny symptomy jako bolest a zčervenání očí, by mělo být vyřešeno jako akutní stav. U pacienta musí být provedena předběžná diagnóza a v úvahu přicházejí také rizika mikrobiální keratitidy. Pokud se u pacienta vyskytuje jeden nebo více z výše uvedených příznaků, je potřeba zvážit i možnost mikrobiální keratitidy. [7, 19]

## 2.2. Sterilní keratitidy

Předchozí kapitola mikrobiální keratitidy se soustředila zejména na to, zda byla infiltrační depozita kultivačně negativní nebo pozitivní. Jejich problém byl zejména s vyhodnocením výsledků, jelikož negativní výsledek kultury nemusí automaticky znamenat absenci infekčního organismu a pozitivní výsledek kultury může být odvozen od přirozeného biota očního povrchu, který nekoreluje s vyšetřovaným problémem. Klasifikační rozdělení, které je podstatné pro zjištění sterilní keratitidy, je založené na přítomnosti nebo nepřítomnosti infiltruující události rohovky. Jelikož se názory různí již při jejich definici, je velmi obtížné situaci správně vyhodnotit.

Od počátku dvacátého prvního století se této problematice věnovala větší pozornost, zejména z důvodů vytvoření pravidel a léčebných postupů. Sweeney a kol. [20] zhodnotili případy infiltruujících událostí rohovky u 916 pacientů. Tato studie proběhla v letech 1987 až 1997. Hlavní zdroje informací pocházely z Austrálie a Indie. Nositelé používali měkké kontaktní čočky s nízkou permeabilitou pro kyslík. Bylo zde zaznamenáno celkem 269 infiltračních patologií rohovky. Důkladná analýza těchto případů byla základem klasifikačního schématu pro sterilní keratitidu. Ten je světově přijat jako základ pro zvažování sterilních keratitid související s nošením kontaktních čoček.

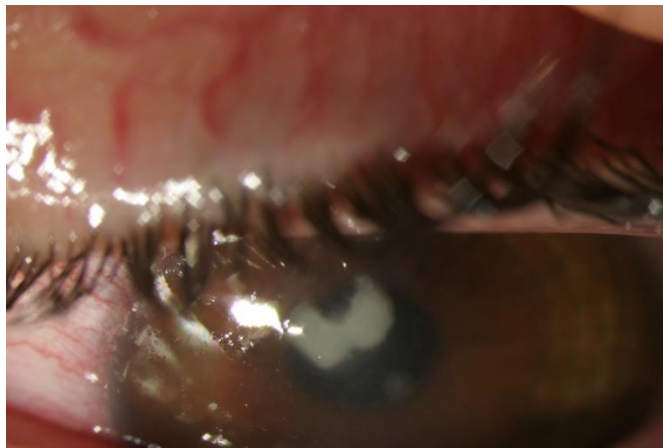
Infiltráty se objevují jako difuzní pás zákalu v blízkosti limbu nebo je můžeme pozorovat v jakékoliv oblasti rohovky v podobě bodových zákalů. Třetí variantou je kombinace obou současně. Ve většině případů se infiltráty vyskytují v subepiteliální oblasti, pokud tomu takto není, je ložisko keratitidy téměř vždy v přední polovině stromatu. Méně často lze pozorovat intraepiteliální infiltráty. Při vyšetření šterbinovou lampou nejdříve pozorujeme oblasti infiltrace, které se jeví jako mlhavé šedé oblasti, matného zrnitého vzhledu. Malé jemné fokální infiltráty lze pozorovat pomocí nepřímého osvětlení. Úzký optický řez při vysokém zvětšení se používá k určení hloubky infiltrátů. Infiltráty se často nacházejí v blízkosti místa limbálního zarudnutí, kontaktu spojivky a bulbu. [1, 7, 12]

### 2.2.1. Typy sterilních keratitid

V průběhu již zmíněné studie bylo rozpoznáno pět forem sterilní keratitidy vyskytujících se v kombinaci s kontaktními čočkami.

#### 1) Periferní vřed rohovky vyvolaný nošením kontaktních čoček

Periferní vřed rohovky vyvolaný nošením kontaktních čoček (CLPU) je unilaterální zánětlivá reakce rohovky. V aktivním stavu je charakterizována povrchovou defektní vrstvou epitelu a šedobílou infiltrací, případně může dojít až k nekróze předního stromatu. Je pozorován pouze u pacientů, kteří mají čočky v prodlouženém režimu nošení, často ráno ihned po probuzení. Malý samostatně se vyskytující kruhový fokální infiltrát, s množstvím přiléhajících difúzních infiltrací, může být přítomen od střední oblasti až k periferii rohovky. Oblast infiltrace se postupně může rozšířit od limbu až k místu fokálního infiltrátu. Difúzní infiltrace má obvykle trojúhelníkový tvar a zdá se, že se vyvíjí z cév kolem limbu. Infiltrace je ve většině případů omezena hranicí předního stroma, ale výjimečně může také docházet k mírnému poškození přední komory.



Obr. 5 - Periferní vřed rohovky [4]

Pro zviditelnění defektu v průběhu akutní fáze CLPU bývá použit fluorescein do oka pacienta. Nezbytnou součástí tohoto typu vyšetření je použití štěrbinové lampy v kombinaci s kobaltovým filtrem. Následně můžeme pozorovat, že se fluorescein shromáždí v místě eroze epitelu. Kromě tohoto místa fluorescein difunduje i do okolního stromatu, které nám také pomáhá lépe lokalizovat infiltrát. Symptomy

zahrnují limbální a bulbární zarudnutí. Hyperémie může být celková nebo omezena na oblast sousedící s lézí. Většinou se vyskytují v souvislosti s gramnegativními bakteriemi, ačkoli byla nalezena i korelace s vysokými hladinami grampozitivních bakterií. Pacienti pocítují mírnou až silnou bolest, pocit cizího tělesa nebo podráždění. Někteří pacienti mohou říkat, že pozorovali „bílou skvrnu“ na svém stromatu.

Jestliže je nošení čoček ihned pozastaveno, příznaky se většinou samy vyřeší za 48 hodin. Výjimkou je CPLU s infiltráty, kdy léčba může trvat až 3 měsíce. Je pravděpodobné, že infiltrát představuje reakci na lokální trauma nebo toxicitu. Vzhledem k epitelální vadě a bakteriální korelaci je však potřeba opatrnosti a pacient by měl být pod lékařským dohledem.

## **2) Zarudnutí očí při nošení kontaktních čoček**

Akutní zarudnutí očí u nositelů kontaktních čoček (CLARE) se obvykle objevuje při dlouhodobém zavření očí s naaplikovanou kontaktní čočkou. Tato zánětlivá reakce rohovky a spojivky je kombinace několika malých fokálních infiltrátů a difúzních infiltrátů. Většinou jsou přítomny ve střední periferii, později až u limbu. Zdá se, že difúzní infiltrace proudí z cév limbu, přičemž mezi infiltráty a limbem není volný prostor. Infiltrace je omezena na subepithelium nebo přední část stromatu. Zbarvení rohovky není obvykle pozorováno a postižení přední komory je vzácné. Symptomy zahrnují mírnou až těžkou (limbální) hyperémii, podráždění, mírnou bolest a fotofobii. Pacienti zaznamenávají typické příznaky ihned po probuzení nebo v době krátce po spánku. Kvalita vidění může být nepříznivě ovlivněna během akutní fáze. Sweeney a kol.[20] uvedli, že 10 % ze 49 zkoumaných případů CLARE bylo oboustranných. Průměrný čas do prvního výskytu CLARE po použití hydrogelových čoček v prodlouženém režimu nošením byl v průměru do 8,8-10,3 měsíců.

Jedná se o méně častý problém u nositelů pevných kontaktních čoček, než u měkkých kontaktních čoček, ale byly hlášeny i případy související s pevnými kontaktními čočkami. Existuje souvislost s gramnegativními bakteriemi, jelikož přibližně třetina případů má kontaktní čočky kontaminované těmito organismy.

## **3) Infiltrativní keratitida**

Infiltrativní keratitida (IK) je jednostranná zánětlivá reakce rohovky. Ve většině případů se na rohovkovém epitelu objeví difúzní infiltrace. Jakékoliv přítomné epitelové

zbarvení je obvykle bodové. IK není specifická pro speciální druh čoček, vyskytuje se jak u jednodenních, tak u čoček v prodlouženém režimu nošení. Symptomy se vyskytují během dne, nesouvisí se spánkem a pouze zřídka jsou hlášeny ráno. Infiltráty jsou malé, případně vícenásobné, s nebo bez doprovodu mírné až střední difúzní infiltrace, která je omezená pouze do subepiteliálních vrstev. Neexistují žádné záznamy výskytu infiltrací v přední komoře. Symptomy zahrnují mírné zarudnutí, podráždění a vzácně bolest. Může být přítomný vodnatý, někdy až hnisavý sekret, vytékající z postiženého oka. Jedna forma této keratitidy je pravděpodobně reakcí na lokální epiteliální trauma způsobené cizorodým materiálem, který je zachycen pod nepohyblivou čočkou.

#### **4) Asymptomatická infiltrativní keratitidy**

Asymptomatická infiltrativní keratitida (AIK) je událostí, která je charakterizována infiltrací rohovky bez symptomů pacienta. Tento stav je typicky jednostranný, ale může být přítomen i v obou očích. Je pozorován v souvislosti jak s denním, tak prodlouženým režimem nošení kontaktních čoček. Mezi příznaky AIK patří malé, fokální, někdy vícečetné infiltráty (do průměru 0,4 mm), s nebo bez mírné, až střední difúzní infiltrace na periferii rohovky. Další příznaky zahrnují mírné limbální a bulbární zarudnutí. V této souvislosti neexistují žádné záznamy související s postižením přední komory. Zdá se, že nevyvolává žádné problémy sama o sobě. Avšak je velmi podobná mírné formě CLARE, která má podobný průběh. Pacient s takovými příznaky by měl být pod lékařskou kontrolou.

#### **5) Asymptomatické infiltráty**

Asymptomatické infiltráty (AI) označují výskyt infiltrátů v rohovce bez příznaků nebo symptomů pacienta. Mohou být pozorovány v jednom nebo obou očích. Častěji se vyskytují ve spojení s denním nebo prodlouženým nošením čoček. Tento stav je charakterizován nízkým počtem (typicky dvou) velmi malých fokálních infiltrátů (<0,2 mm). AI se objevují s mírnou difúzní infiltrací. Tento jev lze nejlépe pozorovat s použitím fluoresceinu. Může dojít k mírnému zčervenání spojivek. Stejně jako u AIK nedochází k žádnému postižení přední komory ani k zjizvení. Sweeney a kol. [20] se domnívají, že se nejedná o skutečnou zánětlivou událost, avšak samotná přítomnost infiltrátů podle definice znamená, AI je považována za zánětlivou událost, i když je velikost infiltrátů zanedbatelná.



Objevují se i u nenositelů kontaktních čoček (asi u 5 %) a tudíž pravděpodobně nesouvisejí s typem kontaktních čoček. Další potvrzující faktor je, že mají podobný výskyt u nositelů všech druhů kontaktních čoček. Mohou být indukovány environmentálními faktory, jako je například znečištění vzduchu. Tuto situaci není potřeba řešit. [2, 7, 21]

### 2.2.2. Léčba

V posledních dvou desetiletích byla literatura, týkající se této problematiky nspecifická jak v řešení, tak při léčbě. Zánět rohovky většinou nesouvisí jen s jediným specifickým původcem. Spouštěčem může být trauma, toxicita nebo imunitní odpověď. Další situací předcházející zánětu je, že jsou epiteliální buňky rohovky vystaveny stresu. Ty pak následně uvolňují chemické látky, které iniciují zánětlivou reakci.

Zánět, který je častou příčinou, se skládá ze čtyř základních prvků: rubor (zčervenání), calor (zteplání), tumor (otok) a dolor (bolest).

Řešení zánětu závisí jak na jeho závažnosti, tak na příčinách, které nasvědčují přítomnosti infekce. Asymptomatické a bělavé formy obecně nevyžadují žádnou intervenci, ačkoliv podobné infiltráty mohou být považovány za přenašeče bakterií. Následně by mohla být hygiena čoček narušena, proto je potřeba znovu připomenout zásady čištění kontaktních čoček. Symptomatické formy vyžadují dočasné vynechání nošení čoček. V ideálním případě do té doby, dokud se infiltrace nevyřeší, a také dokud si nejsme jisti, že příčiny nejsou ohrožující. Požadovaný čas nepoužívání čoček se bude lišit podle umístění a hloubky infiltrace. [21]

## 3. Vaskularizace

V první kapitole již bylo zmíněno, že je rohovka bezcévná. Ačkoliv někdy se mohou vyskytnout potíže, které souvisejí s vaskularizací. Zejména limbus je náchylný k patologickým změnám z mnoha důvodů. [21]

### 3.1. Neovaskularizace

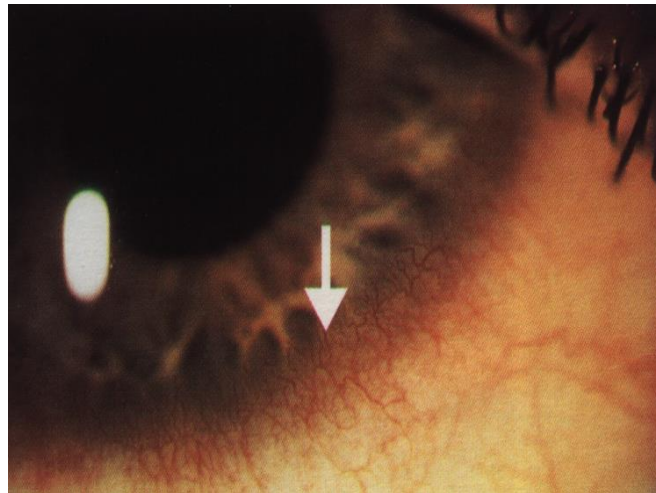
*Vascularisatio corneae superficialis* je termín označující povrchovou vaskularizaci. Je zde patrný přechod cév z kapilární sítě limbu. Často se objevuje u dlouhodobého nošení kontaktních čoček.

Studie [22] uveřejněná v roce 2014 zkoumala vliv vysoké myopie na vznik neovaskularizace spojené s opotřebením měkkých hydrogelových kontaktních čoček u korejských pacientů. Jedná se o retrospektivní kontrolní studii, kdy byly přezkoumány záznamy 124 osob (124 očí). Někteří denně používali měkké kontaktní čočky. V první skupině bylo zařazeno 31 očí, které byly léčeny s neovaskularizací rohovky při nošení měkkých kontaktních čoček. Kontrolní skupinu tvořilo 93 pacientů různého věku a pohlaví, kteří však nenosili měkké kontaktní čočky a kliniku navštívili z důvodu měření refrakce. Pacienti s neovaskularizací vykazovali horší zrakovou ostrost a větší myopii než kontrolní. V analýze bylo u pacientů s vysokou myopií ( $\geq -9$  D) zjištěno, že zaznamenávají vyšší výskyt neovaskularizace. Také vysoký astigmatismus ( $\geq 2$  D) zvýšil riziko těchto komplikací stejně jako strmá rohovka ( $< 7,5$  mm).

Zprávy o neovaskularizaci rohovky indukované kontaktními čočkami lze vysledovat již v roce 1929. V posledních letech si však tento problém získal pozornost praktiků pohybujících se v oblasti kontaktních čoček. Pro popis vaskulární odpovědi rohovky reagující na nošení čoček lze použít řadu termínů. To však v literatuře vedlo k nejednoznačnosti a neshodám mezi různými autory, kteří používali různá slova, aby vysvětlili stejné jevy nebo používali stejný termín pro různé úkazy. Některé z běžně používaných výrazů k definování přítomnosti krevních cév na rohovce jsou:

- Vaskularizace normální s existencí vaskulárních kapilár v rohovce (nesmí překročit více než 0,2 mm do rohovky z limbu).

- Tvorba neovaskularizace a rozšíření vaskulárních kapilár uvnitř a do již dříve neovaskularizovaných oblastí rohovky.
- Prorůstání cév od limbu směrem k apexu rohovky.
- Vaskulární panus s ukládání pojivové tkáně pod epitelem, obvykle pozorovaným v horní oblasti limbu. Je zde zřejmé, že dochází k rozšíření svazku cév a postupnému překrývání přes rohovku. Tento termín lze vysvětlit pomocí latinského překladu, kdy panus je výraz pro plátno.



Obr. 6 - Neovaskularizace (označená šipkou) [12]

**Prevalence** neovaskularizace u nositelů tvarově stálých kontaktních čoček byla velmi nízká. Zprávy o výskytu rohovkové neovaskularizace u pacientů, kteří nosí hydrogelové čočky v režimu prodlouženého nošení jsou nekonzistentní. Retrospektivní studie naznačující podstatně méně případů abnormální vaskularizace, než studie prováděné v současnosti. Neovaskularizace rohovky má větší prevalenci u pacientů, kteří používají hydrogelové čočky v režimu prodlouženého nošení pro afakickou korekci, než u běžných nositelů čoček. Takový výsledek není neočekávaný vzhledem k chirurgickému traumatu, který rohovka prodělala. Po zákroku došlo k změně fyziologického stavu rohovky a součástí každodenního života se stalo nošení silných dioptrických čoček, které poskytují optickou korekci pro afakické oko. Prevalence rohovkové neovaskularizace u pacientů, kteří nosí měkké čočky z terapeutických důvodů, se výrazně liší. Při posouzení musíme uvážit zejména počet experimentálních vzorků, osobní anamnézu pacientů a kritéria, která jsou zvolená k potvrzení, zda je stav v normě nebo již spadá do abnormální vaskulární odpovědi.

Mc Monnies a kol. [24] se zabývali průměrným rozměrem lymfatických cév u vaskulární odpovědi, kterou lze považovat za normální. Pomocí hranice viditelné duhovky jako referenčního bodu zjistili, že průměrný rozměr lymfatických cév u nositelů kontaktních čoček je menší než 0,13 mm. Hodnoty 0,22 mm bylo dosaženo u nositelů pevných čoček a 0,47 mm u nositelů hydrogelových čoček (v denním režimu). Jiné studie však zaznamenávaly zvýšenou vaskulární odpověď při hodnotě 0,52 mm (respektive 0,50 mm) při nošení hydrogelových kontaktních čoček v režimu prodlouženého nošení. Zda je vaskulární odpověď normální nebo ne, závisí zejména na dilataci jemných cév, penetraci cév do stromatu nebo na jejich kombinaci. Přesto však mnoho autorů nezávisle na sobě stanovili, že různé způsoby režimu nošení čoček mohou měnit vzhled lymfatických cév.

Vaskulární svazek u abnormální vaskulární odpovědi existuje v celém přiléhajícím okolí limbu. V této části se obvykle prvotně objevují vrůstající cévy. Může se objevit řada vaskularizačních typů, které se rozdělují na povrchové, hluboké a stromální neovaskularizace, a také vaskulární panus.

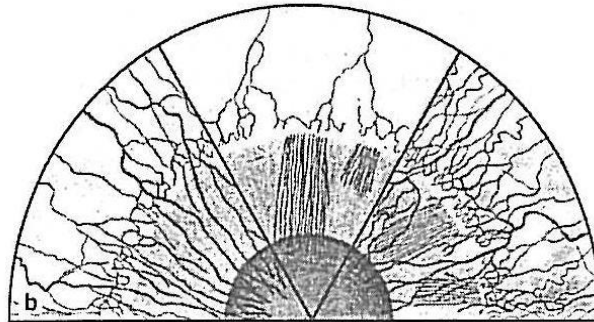


Obr. 7 - Stav neovaskularizace (zleva): normální- mírný- středně těžký - těžký- velmi těžký [7]

**Povrchová neovaskularizace** je nejběžnější formou vaskulární odpovědi vyvolané aplikací kontaktních čoček. Ve zdravém bulbu episklerální větve přední ciliární arterie tvoří plexus kolem limbu. V českém překladu se setkáváme s termínem povrchová okrajová arkáda známého z anglického překladu *superficial marginal arcade*. Nové cévy často vylučují krémovou, lipidovou tekutinu, kterou je možné vidět kolem cév při velkém zvětšení. Kombinace rozsáhlé tvorby cév, která je obklopena touto extravaskulární kapalinou, může vést ke ztrátě zraku. Nicméně ztráta zraku se objevuje jen velmi zřídka, a to za předpokladu, že by cévy narušily pupilární osu.

Kontaktní čočky mohou indukovat **hlubokou stromální neovaskularizaci** od přední vrstvy (Bowmanova membrána) až po vrstvu Descementské membrány,

která se může objevit i v případě nepřítomnosti akutních symptomů. Typicky se u limbu objevuje zásobení cévami, které se obvykle od středu stromy rychle rozvíjí do jemnějších, vlásečnicových větví. Následně pak končí s četnými malými cévními anastomózami. Tento stav je považován za výsledek rozpadu struktur až od stromatu.



Obr. 8 - Nákres vaskularizace rohovky: povrchová- vlevo, hluboká- uprostřed, smíšená- vpravo [23]

Weinberg [25] se zabýval případem 61letého muže, u kterého se vyvinula neovaskularizace rohovky po nošení měkkých kontaktních čoček v prodlouženém režimu. Dalšími symptomy byla snížená zrková ostrost a související neprůhlednost rohovky na úrovni Descementské membrány. Samozřejmě ihned došlo k ukončení používání čoček. Vaskularizace i zrková ostrost se na konci léčby výrazně zlepšila. Nicméně neprůhlednost rohovky a s ní související ztráta vidění může být v některých případech nezvratná.

**Cévní panus** je rozsáhlý růst tkáně od limbu až k centru rohovky. Termín mikropannus se používá, pokud je rozsah invaze menší než 2,0 mm od limbu. Panus lze rozdělit na dvě formy, a to aktivní (zánětlivou) a fibrovaskulární (degenerativní). Oba typy lze pozorovat u nositelů kontaktních čoček pouze za přítomnosti limbální keratokonjunktivitidy.

Aktivní panus je avaskulární a je složen z subepiteliálních zánětlivých buněk. V pozdějších fázích může být srovnáván se sekundární stromální jizvou. Fibrovaskulární panus se skládá z kolagenu a cév. Klinický vzhled lze definovat jako ztuhlé pásmo cév, které ve velké míře pronikají do rohovky. Panus často obsahuje značné množství fibrotizované tkáně s tukem, kterou můžeme pozorovat při použití bengálské červeně.

Strukturální změny tkání pozorované při neovaskularizaci rohovky indukované kontaktními čočkami byly popsány u primátů. Cévy při pozorování měly v průměru přibližně 15 až 80 mikrometrů a obsahovaly erytrocyty, občasně i leukocyty. Epitel rohovky byl často ovlivněn povrchovým edémem a ztrátou buněk. Podkladové vrstvy složené z Descementské membrány a endotelu nebyly ovlivněny. Cévní odpověď a následky jsou předpokládány na základě obecných studií vaskulární odpovědi u zvířat. Zejména po podrobné studii, při které došlo k vyšetřování neovaskularizace rohovky u potkanů po lokálním poškození způsobeném chemickou kafeferií, umožnilo definovat tři odlišné fáze tvorby cév - prevaskulární (latentní) období, neovaskularizaci a regeneraci cév.

### **Vlivy vzniku neovaskularizace**

Je známo, že nedostatek kyslíku indukuje neovaskularizaci v jiných tělních tkáních. Zdá se, že by k podobným mechanismům mohlo docházet i v rohovce. Kontaktní čočky způsobují hypoxii rohovky a prokázalo se, že hypoxie zvyšuje expresi vaskulárního endotelového růstového faktoru v oku a podporuje neovaskularizaci. Existuje však důkaz, že i jiné faktory nežli, hypoxie musí být zapojeny do procesu neovaskularizace rohovky. Imre [26] poukazuje ve své studii na to, že některé hypoxické tkáně nevyvolávají vaskularizaci. Dalšími experimenty Michaelson [27] zjistil a potvrdil, že vývoj neovaskularizace po chemických popáleninách u králíků nebyl ovlivněn množstvím kyslíku.

Stejně jako hypoxie by mohla být do procesu neovaskularizace rohovky indukované kontaktními čočkami zapojena i kyselina mléčná, a to dvěma způsoby. První z nich je, že kontaktní čočka může způsobit hypoxii rohovky, která následně vede k produkci kyseliny mléčné. Druhou možností je těsná aplikace měkkých kontaktních čoček, které mohou odklopit spojivku a omezit venózní drenáž. To vede k hromadění kyseliny mléčné v periferii rohovky. [7, 12, 13, 28]

## 4. Komplikace související s nošením pevných kontaktních čoček

Pevné kontaktní čočky (RGP) mají náchylnost k podobným komplikacím, s kterými se můžeme setkat u měkkých kontaktních čoček. První z nich je schopnost vytvářet epitel rohovky nestabilní s pomalejší regenerační schopností. RGP čočky jsou z polymethylmetakrylátu, který je pevný bez možnosti přizpůsobit se povrchu oka. Proto je potřeba použít odpovídající tvar, aby nedošlo k traumatu, které nastává v případě nesprávné aplikace. [29]

Roztoky na kontaktní čočky, usazeniny a bakteriální toxiny jsou schopny vyvolat **toxickou reakci**. V režimu prodlouženého nošení mohou být také produkty odumřelých epiteliálních buněk zdrojem zánětu. Tato myšlenka je správná, avšak s těmito problémy se můžeme častěji setkat u měkkých kontaktních čoček. Depozita, roztoky a bakteriální toxiny mohou také způsobit **imunitní reakci** a rohovka může reagovat na chemickou látku uvolněnou zanícenými tkáněmi, jako je například spojivka.

Většina následné péče o pevné kontaktní čočky je každodenní rutinní záležitostí, kterou je potřeba individualizovat v závislosti na typu materiálu, designu čoček a systému péče, které byly specialistou určeny.

Pro pevné kontaktní čočky jsou určeny specifika povahou samotných čoček. Jedná se tedy o tvrdé předměty s poměrně ostrými hranami, které jsou v přímém kontaktu s okem. Postupně vyvíjejí tlak na slzný film a rohovku a omezují dostupnost kyslíku. Jejich nedílnou součástí je používání čistících roztoků, které mohou na čočce zanechat usazeniny, které jsou pak aplikací přeneseny do oka. To může následně způsobit toxickou reakci nebo přecitlivělost. Ostré hrany čoček a následná špatná manipulace jak při aplikaci, tak při vyjmutí, může způsobit poškození rohovky. Jakmile je čočka na rohovce, může způsobit mechanické namáhání řady tkání.

Strmě naaplikované kontaktní čočky mohou pod optickou zónou čočky snáze zachytit malé bubliny. Ty následně můžou způsobit malou kruhovou depresi v rohovce, kterou lze obarvit fluoresceinem, i když epiteliální povrch je neporušený. S velkým zvětšením můžeme na štěrbinové lampě pozorovat asymptomatickou rohovku. Občas

může dojít k výraznému zhoršení vizuální degradace. Plošší aplikace a hladší přechody problémy většinou odstraní. Závoje vidění může být také spojováno s mucinovými koulemi tzv. *mucin balls*. Ty jsou vytvářeny silami působícími mezi mucinovou složku slzného filmu a kontaktní čočkou. V místě se objevují malé bubliny mezi povrchem čočky a rohovky. Zpravidla nezpůsobují problémy, ale existují záznamy korelující s mucinovými koulemi a zvýšenou frekvencí zánětlivých událostí.

RGP čočky mohou tlačit na rohovku a opruzovat ji. To je běžný stav při prodlouženém nošení, avšak setkáváme se s těmito případy i při denním nošení kontaktních čoček.

Povrchová keratitida může být viděna v místě přiloženému ke kompresnímu kruhu nebo centrálně uvnitř. Příčina může být vícefaktorová. První z nich je ztráta vodné složky slzného filmu. Ta následně vede k vytvoření viskózního slzného filmu bohatého na mucin, který připevní čočku na povrchu oka s pocitem, jako by tam byla přilepená. Další příčinou jsou povrchové usazeniny, zejména ty proteinové. Kontaktní čočka na povrchu oka se zdá být nepohodlná, a také vidění může být horší, pokud dojde k decentraci, avšak mnoho pacientů je téměř asymptomatických. Adheze čoček je častá při prodlouženém nošení RGP a pacienti by měli být poučeni, aby ji kontrolovali. Použití zvlhčujících kapek pomůže s občasným přilnutím čoček, ale přetrvávající adheze by měla být řešena se specialistou, pokud chce pacient pokračovat ve stejném režimu nošení. Neřešená situace může vést k rohovkové deformaci a neovaskularizaci. Řešení může zahrnovat změnu typu čočky nebo systému péče o ni. RGP čočky jsou menší s plochým obvodem, tím dochází k zlepšení výměny slz, tudíž je méně pravděpodobné, že bude v nežádoucím kontaktu s povrchem rohovky. Naopak, strmější aplikace může snížit kontaktní plochu, na které může docházet k adhezi hlenu, a to může vést k deformaci čočky. [21]



## 5. Časté rohovkové komplikace

Pro tyto komplikace je důležité si uvědomit, že kontaktní čočka na povrchu oka vytváří cizí těleso. Svou přítomností narušuje a modifikuje přirozené prostředí rohovky, zejména z důvodu alterace přívodu kyslíku a živin, a také z důvodu odvádění metabolitů.

Kontaktní čočku můžeme přirovnat k „zátce“, protože na povrchu oka vytváří zábranu, která mění dostupnost kyslíku z vnějšího prostředí. Jednotlivé vrstvy rohovky mají odlišné nároky na kyslík. Endotel spotřebuje 21 %, epitel 40 % a stroma 39 % z celkového množství. Epitel spotřebovává kyslík 10x rychleji než stroma. Většina kyslíku, který je potřebný pro metabolismus rohovky, je zprostředkován z atmosféry. Kontaktní čočka zhoršuje zvlhčování očního povrchu, odvádění nečistot a metabolitů zpod kontaktní čočky, která je v těsné blízkosti rohovky.

V následujících podkapitolách jsou popsány další komplikace, které se týkají jednotlivých vrstev rohovky. [30]

### 5.1. Epitel rohovky

Na epitelu rohovky se může objevit **tečkovitá epitelopatie**, kterou zjistíme obarvením epitelu rohovky fluoresceinem za použití kobaltového filtru při pozorování přes štěrbinovou lampu. Tento defekt je poměrně častý a projevuje se porušením integrity rohovkového epitelu.



Obr. 9 - Stavy tečkovitá epitelopatie (z leva): normální- mírný- středně těžký - těžký- velmi těžký [7]

Morgan a Maldonado-Codina [31] mají však dojem, že fluorescence povrchu rohovky je založená pouze na předpokladech a klinickém pohledu, který je velmi subjektivní. Proto se zabývají otázkou, zda použití fluoresceinu není více než na vědeckých rozborech, založeno na příčinných mechanismech daného problému.

Příčin může být několik, od metabolických změn, toxických reakcí, mechanického poškození, až po infekci vyvolanou různými patogeny. Ty se zprvu při obarvení rohovky projevují jako lokalizovaný defekt epitelu, který se následně rozpadá v rohovkový vřed. Pokud se zaměříme na metabolické změny, konkrétně u rohovky, jedná se především o hypoxii a hyperkapnii (hromadění oxidu uhličitého). Následně dochází k produkci metabolitů jako je kyselina mléčná a u čoček s nízkou propustností se na rohovce při komplikacích projevují jako epitelopatie. Toxická reakce je vztažena zejména na konzervační látky, které jsou obsaženy v desinfekčních systémech pro uchovávání kontaktních čoček. Za běžných podmínek tyto koncentrace nejsou nějak vysoké, či toxické. Některé konzervační látky či proteinová depozita se mohou lépe vázat na hydrogelové kontaktní čočky, a zvýšit tak svou koncentraci až k hranici toxického působení na rohovkový epitel.

Terapeuticky je nutné při jakýchkoliv potížích ihned ukončit nošení kontaktních čoček. Následně je důležité identifikovat příčinu, vyloučit a eventuálně lokálně podat lubrikaci nebo antibiotika, která zabrání sekundární infekci.

Odumřelé epiteliální buňky lze pravděpodobně označit jako **mikrocysty**. Některé z nich jsou fagocytovány okolními vitálními buňkami nebo zůstávají v intersticiálním prostoru bazálních (hlubokých) vrstev epitelu. V souvislosti obnovy buněk dochází neustále k obměně, proto se za určitý čas dostanou tyto mikrocysty na povrch, kde se při obarvení fluoresceinem objeví tečkovitý defekt. Mikrocysty vznikají zejména v důsledku chronické metabolické zátěže. Většinou se objevují u nositelů kontaktních čoček při prodlouženém režimu nošení. Jedná se o primární upozornění na metabolickou zátěž epitelu, proto je potřeba upravit režim nošení kontaktních čoček. Po vysazení kontaktních čoček dojde nejdříve k navýšení počtu mikrocyst a v průběhu 2-3 měsíců dochází k eliminaci. Jako prevenci lze brát používání čoček s vyšší propustností pro kyslík, denní režim nošení a minimalizaci přespávání s nasazenými čočkami. [28, 30, 32]



Obr. 10 - Stavů mikrocyst (zleva): normální- mírný- středně těžký - těžký- velmi těžký [7]

## 5.2. Stroma rohovky

Pro zachování transparence rohovky je potřeba neustálá hydratace stromatu na úrovni 78 % obsahu vody. Tohoto procenta se dosáhne při správné funkci bikarbonátové iontové pumpy endotelových buněk, která trvale odčerpává vodu ze stromatu do komorové tekutiny.

**Edém stromatu rohovky**, při používání prakticky všech druhů kontaktních čoček, je z hlediska etiologie velmi pravděpodobný. Při používání čoček je snižená dostupnost kyslíku v rohovce, která vede k hypoxii a nárůstu anaerobního metabolismu, přičemž v epitelu dochází k získání energie za produkce kyseliny mléčné. Ta dále vyvolá osmotickou reakci za zvýšeného množství vody. Voda následně není v dostatečném množství odváděna endotelovými buňkami do komorové tekutiny, a zapříčiní tak rozvoj rohovkového otoku. V klinické praxi se můžeme setkat s těmito příznaky:

- 1) Rohovkové strie, které se projeví jako jemné, tenké, bělavé linie, které jsou lokalizované v zadním stromatu.
- 2) Rohovkové záhyby z anglického překladu *folds* na úrovni Descemetovy membrány a endotelové mozaiky.
- 3) Zákal stromatu, který má mlhavý vzhled se ztrátou transparence rohovky.

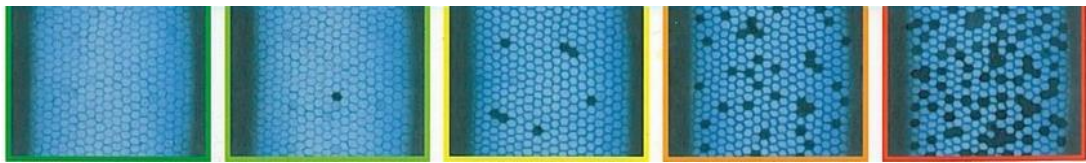


Obr. 11 - Stavby edému stromatu (z leva): normální- mírný- středně těžký - těžký- velmi těžký [7]

V rámci terapie se při prodlouženém režimu nošení kontaktních čoček nejdříve doporučí jednodenní kontaktní čočky nebo zkrácení doby nošení, aby se rohovce zvýšila dostupnost kyslíku. V případě, že je edém v pokročilém stádiu a jsou přítomny další patologické příznaky, jako například epitelopatie, je zapotřebí aplikaci kontaktních čoček přerušit na dočasně dlouhou dobu či trvale. [28, 30, 32]

### 5.3. Endotel rohovky

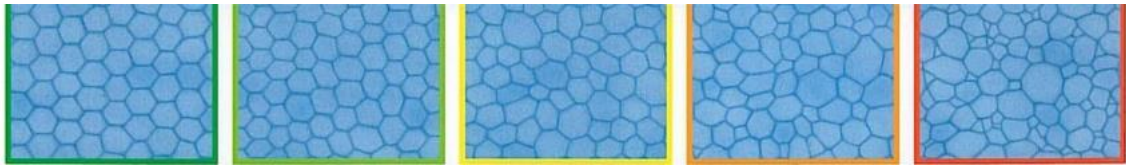
Celkový vzhled endotelu můžeme pozorovat na šterbinové lampě technikou zrcadlového reflexu. Při tomto vyšetření si můžeme všimnout **puchýřků endotelu**, při jejichž etiologii hraje důležitou roli acidifikace pH rohovky. Při nošení čoček, zejména v prodlouženém režimu nošení, dochází k hypoxii a hyperkapnii. Následná akumulace hydrogenkarbonátového iontu vede ke snížení pH rohovky, tedy acidifikaci. Další způsob acidifikace je nahromadění kyseliny mléčné při rostoucím podílu anaerobních metabolitů. Acidifikace vede k postupným změnám propustnosti buněčné membrány, a také k změnám aktivity membránových systémů iontových pump. Iontové pumpy zajišťují pohyb molekul vody směrem do endotelových buněk a rozvoj jejich edému, který můžeme pozorovat jako tzv. *blebs*. Klinicky se tato komplikace nijak neprojevuje. Je pouhým obrazem hypoxie a hyperkapnie rohovky způsobeným nošením kontaktních čoček.



Obr. 12 - Stavý puchýřků endotelu (z leva): normální- mírný- středně těžký - těžký- velmi těžký [7]

Endotel si můžeme představit jako jednu vrstvu uniformních, polygonálních (hexagonálních) buněk, který tvoří zadní pól rohovky. Tyto buňky hrají významnou roli při udržování stabilní hydratace a s tím související transparentností rohovky. Jedna z dalších vlastností je, že nejsou schopny regenerace ani množení, proto při jejich poškození dochází k vyplnění volného prostoru stávajícími nepoškozenými buňkami. Dojde k takzvanému **polymegatizmu**. Etiologií je srovnatelný s puchýřky endotelu a uplatňují se zde stejné patofyziologické procesy. Puchýřky endotelu můžeme nazvat jako akutní fázi hypoxicko-metabolické zátěže. Na rozdíl od polymegatizmu, který je spíše chronickým stavem adaptace na hypoxicko-metabolický stres tkáně, při kterém dochází ke změně stavby cytoskeletu buňky. U silikon elastomerových kontaktních čoček, které jsou vysoce propustné pro kyslík, se s touto komplikací setkáváme velmi

zřídka. Pro potvrzení této komplikace se používá speciální vyšetření, které je prováděno pomocí endotelového mikroskopu. [30, 32]



Obr. 13 - Stavy polymegatizmu (z leva): normální- mírný- středně těžký - těžký- velmi těžký [7]

# Závěr

Tato bakalářská práce si kladla za cíl přinést optometristům do budoucí praxe přehled základních rohovkových komplikací, které jsou spojeny s nošením kontaktních čoček. Jelikož se před jakoukoliv manipulací s kontaktními čočkami nejdříve provádí vyšetření předního segmentu oka, je potřeba včas rozpoznat jakékoliv patologické jevy. Do předního segmentu je zahrnuto i zhodnocení celkového stavu rohovky, která je s čočkou v těsném kontaktu. V jednotlivých kapitolách se dá dočíst, jakým způsobem je možné rozpoznat jednotlivé rohovkové komplikace. V každé kapitole jsou patologie samostatně řešeny, případně jsou podle podobnosti výskytu zařazeny k sobě. Zásadní vliv ke specifickým potížím rohovky mají také různé materiály a tvar kontaktních čoček, a protože jsou pevné kontaktní čočky velmi specifické, je jim věnována samostatná kapitola.

V rámci této práce byl také zhodnocen systém péče a zásad používání kontaktních čoček, jelikož jsou nedílnou součástí ochrany nositele kontaktních čoček před vznikem komplikací. Tato práce je určena optometristům a praktikům věnujícím se aplikaci kontaktních čoček, protože zde mohou nalézt různé výsledky a poznatky vyplývající ze studií, které se touto problematikou zabývaly. Rovněž zde mohou nalézt způsoby úspěšnosti léčby, případně jakým čočkám se vyhýbat více, v souvislosti s náchylností k různým patologiím. Jakoukoli komplikaci je však nezbytné řešit s očním lékařem, který stanoví přesný postup léčby.

Úplný závěr této práce tvoří základ strategie efektivního řešení rohovkových komplikací, a ten zní „poznej svého nepřítele“. Správná identifikace původce patologie ušetří čas a nepohodlí pacienta. V důsledku toho, že se příznaky velmi zřídka vyskytují separátně, dochází často k nesprávnému určení problému. Většina problémů spolu souvisí, proto by se při diagnostice měly brát v potaz všechny faktory.

# Zdroje použité literatury

- [1] EFRON, N. *Optometry A-Z*. Butterworth Heinemann Elsevier, 2007. ISBN 978-0-7506-4913-1.
- [2] KUCHYNKA, P. *Oční lékařství*. Praha: Grada publishing a.s., 2016. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [3] ROZSÍVAL, P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [4] ŠÍNOVÁ, I. Materiály z odborné praxe, Oční klinika FN Olomouc, 2019
- [5] Ophthalmology. *Human Corneal Anatomy Redefined: A Novel Pre-Descemet's Layer (Dua's Layer)* [online]. Elsevier Inc. 2013 [cit. 2019-01-19] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161642013000201>
- [6] OBRUBOV, A. S. *Contact lens-related keratitis and purulent corneal ulcers*. PubMed.gov [online]. 2018 [cit. 2019-01-19] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30166506>
- [7] EFRON, N. *Contact Lens Complications*. Second Edition. Butterworth Heinemann Elsevier, 2004. ISBN 978-0-7506-5534-7.
- [8] POGGIO, E. C. *The incidence of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses*. PubMed.gov [online]. 1989 [cit. 2019-02-02] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2770809>
- [9] LEE, D. S. *Biometric risk factors for corneal neovascularization associated with hydrogel soft contact lens wear in Korean myopic patients*. PubMed.gov [online]. 2014 [cit. 2019-01-22] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25120337>
- [10] Ophthalmology. *Incidence of ulcers with conventional and disposable daily wear soft contact lenses* [online]. Elsevier Inc. 2017 [cit. 2019-02-08] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141703794800308>
- [11] GERSTENBLITH, A. T., RABINOWITZ, M. P. *The wills eye manual: Office and Emergency Room Diagnosis and treatment of eye diseases*, Sixth Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2012. ISBN 978-1-4511-7584-4.
- [12] VLKOVÁ, E., PITROVÁ, Š., VLK, F. *Lexikon očního lékařství, Výkladový ilustrovaný slovník*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2008. ISBN: 978-80-239-8906-9.
- [13] HYNCL, J., VALEŠOVÁ, L. *Atlas oftalmologie*. Praha: TRITON, 2003. ISBN 80-7254-382-2.

- [14] DINESH, S., VIJAY, A. K., WILLCOX, M. *Overview of mechanisms of antibiotic resistance in Pseudomonas aeruginosa: an ocular perspective*. Wiley online library [online]. 18.10.2017 [cit. 2019-02-01] Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cxo.12621>
- [15] KUMAR, R., LLOYD, D. *Recent advances in the treatment of Acanthamoeba keratitis*. PubMed.gov [online]. 2002 [cit. 2019-02-08] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12145728>
- [16] BOURCIER, T. *Bacterial keratitis: predisposing factors, clinical and microbiological review of 300 cases*. PubMed.gov [online]. 2013 [cit. 2019-02-08] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12812878>
- [17] BEATTIE, T., K. *Enhanced attachment of acanthamoeba to extended-wear silicone hydrogel contact lenses: a new risk factor for infection?* PubMed.gov [online]. 2003 [cit. 2019-02-15] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12689900>
- [18] LAKKIS, C., FLEISZIG, S., M. *Resistance of Pseudomonas aeruginosa isolates to hydrogel contact lens disinfection correlates with cytotoxic activity*. PubMed.gov [online]. 2001 [cit. 2019-01-22] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11283074>
- [19] FRANKLIN, A., FRANKLIN, N. *Soft lens fitting*. Butterworth Heinemann Elsevier, 2006. ISBN 978-0-7506-8856-7.
- [20] SWEENEY, D., F. *Clinical characterization of corneal infiltrative events observed with soft contact lens wear*. PubMed.gov [online]. 2003 [cit. 2019-01-22] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12827049>
- [21] FRANKLIN, A., FRANKLIN N. *Eye Essentials: Rigid Gas-Permeable Lens Fitting*. Butterworth Heinemann Elsevier, 2007. ISBN 978-0-7506-8890-1.
- [22] LEE, D., S. *Biometric risk factors for corneal neovascularization associated with hydrogel soft contact lens wear in Korean myopic patients*. PubMed.gov [online]. 2014 [cit. 2019-01-22] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25120337>
- [23] GOTTWALDOVÁ, P. *Péče o kontaktní čočky – výukové materiály k předmětu Kontaktní čočky*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2017.
- [24] MCMONNIES, C. W. *The vascular response to contact lens wear*. PubMed.gov [online]. 1982 [cit. 2019-01-22] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6183976>
- [25] WEIBERG, R. J. *Deep corneal vascularization caused by aphakic soft contact lens wear*. PubMed.gov [online]. 1977 [cit. 2019-02-15] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/835655>



- [26] IMRE, G. *Contemporary ophthalmology- neovascularization of the eye*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1972.
- [27] MICHAELSON, I. C. *Effect of Increased Oxygen Concentration on New Vessel Growth in the Adult Cornea*. PubMed.gov [online]. 1954 [cit. 2019-02-20] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1324401/>
- [28] MANNIS, M. J., ZADNIK, K. *Contact lenses in Ophthalmic Practice*. Springer-Verlag, 2003. ISBN 0-387-40400-7.
- [29] MUSILOVÁ, L. *Úvod do pevných KČ- výukové materiály k předmětu Kontaktní čočky*, Katedra optiky Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2017.
- [30] Petrová S., Mašková Z., Jurečka T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. INSTITUT PRO DALŠÍ VZDĚLÁVÁNÍ 2008. ISBN 978-80-701-3470-2.
- [31] MORGAN, P. B. *Corneal staining: do we really understand what we are seeing?* PubMed.gov [online]. 2009 [cit. 2019-02-24] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19181563>
- [32] EFRON, N. *Contact lens practice*. Butterworth Heinemann Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.