

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY

**APLIKACE ROTAČNĚ SYMETRICKÝCH  
PLYNOPROPUSTNÝCH PEVNÝCH KONTAKTNÍCH  
ČOČEK**

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Iva Klimešová

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2017/2018

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 práce.

V Praze dne 20. 12. 2017

.....

Iva Klimešová

### **Poděkování:**

Tímto bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomáhali v psaní mé bakalářské práce, především Mgr. Lence Musilové, DiS za cenné rady a podněty k psaní práce, dále panu Benu Blachutovi, za poskytnuté podněty a možnost vidět aplikaci v praxi a panu Ralfu Michelsovi za ochotu a možnost použití laboratoře Hochschule Aalen k nafocení snímků.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem “Optometrie a její aplikace“, č. IGA\_PrF\_2017\_003.

## Obsah

Úvod.....	6
1 Indikace a kontraindikace pevných kontaktních čoček .....	8
1.1 Indikace pevných kontaktních čoček .....	8
1.2 Porovnání indikací pevných a měkkých kontaktních čoček .....	11
1.3 Kontraindikace pevných kontaktních čoček .....	12
2 Výchozí konzultace a vyšetření .....	13
2.1 Počáteční rozhovor, anamnéza a stanovení refrakce.....	13
2.2 Vyšetření předního segmentu oka na štěrbinové lampě.....	14
2.3 Měření a analýza parametrů rohovky.....	15
2.4 Další vyšetření vhodná k aplikaci pevných kontaktních čoček .....	17
3 Určení parametrů zkušební kontaktní čočky .....	19
3.1 Zakřivení zadní plochy kontaktní čočky .....	19
3.2 Excentricita zadní plochy kontaktní čočky .....	20
3.3 Průměr kontaktní čočky .....	21
3.4 Dioptrická hodnota kontaktní čočky .....	22
3.5 Další poznatky k výběru zkušební kontaktní čočky.....	24
3.6 Příklad výběru zkušební kontaktní čočky .....	25
3.7 Kontrola parametrů kontaktní čočky před nasazením na oko .....	26
4 Aplikace pevných kontaktních čoček a úprava parametrů dle vyhodnocení.....	28
4.1 Nasazení zkušební kontaktní čočky a test tolerance .....	28
4.2 Subjektivní zhodnocení, určení visu a dokorekce.....	28
4.3 Dynamické zhodnocení aplikace – pohyb, centrace a průměr.....	29
4.4 Statické zhodnocení aplikace – zakřivení a excentricita.....	30
4.5 Volba materiálu pevné kontaktní čočky.....	33
4.6 Dokumentace a výběr nové KČ .....	35
5 Péče o pevné kontaktní čočky.....	36

5. 1	Manipulace s kontaktními čočkami .....	36
5. 1. 1	Nasazení kontaktní čočky do oka .....	36
5. 1. 2	Vyjmutí kontaktní čočky z oka .....	37
5. 2	Doba návyku .....	38
5. 3	Způsob péče o pevné kontaktní čočky a druhy roztoků .....	39
5. 3. 1	Čištění .....	40
5. 3. 2	Dezinfekce a skladování .....	41
5. 3. 3	Obnovení smáčivosti .....	42
5. 3. 4	Víceúčelové roztoky „All-in-one“ .....	42
5. 3. 5	Čištění a skladování zkušebních kontaktních čoček .....	42
5. 4	Úprava a leštění pevných kontaktní čoček .....	43
6	Následné kontroly a možné komplikace .....	44
6. 1	Postup při kontrole .....	44
6. 2	Komplikace spojené s aplikací kontaktních čoček .....	45
	Závěr .....	49
	Seznam použité literatury .....	51
	Seznam zkratk .....	54
	Seznam obrázků .....	55
	Seznam tabulek .....	57
	Seznam příloh .....	58
	Přílohy .....	59

## Úvod

První pevné kontaktní čočky byly naaplikovány již v 19. století. Od té doby prošly velikým vývojem. Dnes jsou propustné pro kyslík, pohodlnější a lepší pro oko. Jejich využití je stejně rozsáhlé jako u měkkých kontaktních čoček. V některých případech je vhodnější použití měkkých a v jiných pevných. Někdy jsou dokonce pevné kontaktní čočky jedinou možností, přesto jsou v České republice spíše opomíjeny a klientům obvykle nejsou ani nabídnuty. Pokud už se klient o nich dozví, je často těžké najít optometristu, který by je aplikoval.

Cílem této práce je bod po bodu vysvětlit postup aplikace plynopropustných pevných kontaktních čoček a ukázat, že aplikace není tak složitá, jak se často zmiňuje. Práce se zabývá pouze základní rotačně symetrickou geometrií, kterou lze ovšem aplikovat na většinu běžných rohovek. Aplikaci dnes velmi zjednodušují výrobci. Nejen díky programům, které na základě keratografie rohovky dokáží navrhnout vhodnou kontaktní čočku a nasimulovat, jak na oku sedí, ale také díky internetovým objednávkovým formulářům, kam stačí zadat zvolené parametry, případně typ nošené kontaktní čočky, hodnotu dokorekce a o kolik je potřeba změnit zakřivení. Výrobce již pak sám zvolí vhodnější parametry.

Časově jsou pro aplikaci potřeba dva až tři termíny. V prvním termínu jsou změřeny parametry rohovky. Pokud je k dispozici zkušební sada, je nasazena a vyhodnocena zkušební kontaktní čočka. Jinak je zkušební pár objednaný a vyhodnocen až v termínu druhém. Když je zkušební pár vyhovující, objedná se finální pár. Ve druhém případně ve třetím termínu je klient poučen o manipulaci a péči, době návyku a nutnosti a režimu pravidelných kontrol.

Aplikace pevných kontaktních čoček není ani příliš náročná na vybavení. Vedle potřeb pro stanovení refrakce oka je nezbytná šterbinová lampa se žlutým filtrem, fluorescein, nejčastěji v podobě fluoresceinových proužků, a oftalmometr na změření parametrů rohovky. Zmenšení nároků na vybavení dnes umožňují výrobci díky nabídce objednat čočku tzv. „s možnou výměnou“ pro případ, kdy objednaná kontaktní čočka nevyhovuje. Pro aplikaci proto není potřeba ani disponovat zkušební sadou, a přesto ji lze zvládnout ve dvou termínech, pokud objednaná kontaktní čočka sedí správně. Pokud ne, zašle se zpět a výrobce pošle novou upravenou.

První kapitola práce zmiňuje indikace a kontraindikace pevných kontaktních čoček a jejich odlišnosti od jiných druhů korekce. V druhé jsou popsána vyšetření potřebná pro volbu parametrů kontaktní čočky. Její výběr je vysvětlen v kapitole třetí. Způsob, jak zkontrolovat správnost vybraných parametrů, popisuje čtvrtá kapitola. Pátá kapitola se zabývá manipulací a systémem péče, která je pro úspěšnost aplikace a pohodlnost při nošení nezbytná. V poslední kapitole je navrženo schéma následných kontrol. Jejich pravidelnost a pečlivé provedení je základ pro dlouhodobou spokojenost klienta. Na závěr jsou popsány vybrané komplikace, které se mohou při nošení vyskytnout.

# 1 Indikace a kontraindikace pevných kontaktních čoček

Nejčastěji jsou pevné, ale i měkké kontaktní čočky nebo brýle používány z refrakčních důvodů. Při zjištění refrakční vady by mělo být zváženo, kterou korekční pomůcku použít. S klientem by mělo být prokonzultováno, co očekává, jaký je jeho životní styl, povolání, jak vypadá prostředí, kde se nejčastěji pohybuje, a jaké jsou jeho finanční možnosti. Stejně tak je podstatný i celkový zdravotní stav, zdraví oka a velikost a druh refrakční vady. Podobně je třeba postupovat i při změně typu korekce, ať už při přechodu z brýlové korekce na kontaktní čočky nebo při změně jejich typu.

## 1.1 Indikace pevných kontaktních čoček

Aby korekce kontaktními čočkami byla z dlouhodobého hlediska považována za subjektivně i objektivně úspěšnou, musí být splněny následující optické a fyziologické požadavky:

- Kvalita vidění musí být stejná nebo lepší než s brýlovou korekcí.
- Metabolismus rohovky nesmí být kontaktními čočkami v dlouhodobém měřítku ovlivněn tak, aby způsobil komplikace.
- Topografie rohovky by nošením kontaktních čoček neměla být výrazně změněna.
- Kontaktní čočky musí být dlouhodobě pohodlné.
- Kontaktní čočka musí být využitelná pro plánovaný účel.
- Kontaktní čočka musí být nositelná po celý plánovaný čas. To nejčastěji znamená, že musí být nositelná po celý den. [1]

Kontaktní čočky mohou být aplikovány z důvodů optických, kvůli zaměstnání, volnočasovým aktivitám nebo vzhledu. V určitých zájmech a oborech je žádoucí, aby korekční pomůcka nebyla viděna (herci), aby nebyla aktivitou poškozena a nepřekážela (vychovatelé, sportovci) anebo aby neomezovala zorné pole. Asi 70 % nositelů používá kontaktní čočky z důvodu vzhledu. Největší podíl v této skupině tvoří mladé ženy, obvykle se ale jedná o měkké kontaktní čočky. [2, 3]

Pevné kontaktní čočky jsou dnes asi nejčastěji používány z důvodů optických, a to u klientů se zdeformovanou rohovkou, obvykle z důvodu keratokonu. Slzný film mezi kontaktní čočkou a rohovkou vyrovná deformaci rohovky a umožní dobrou ostrost

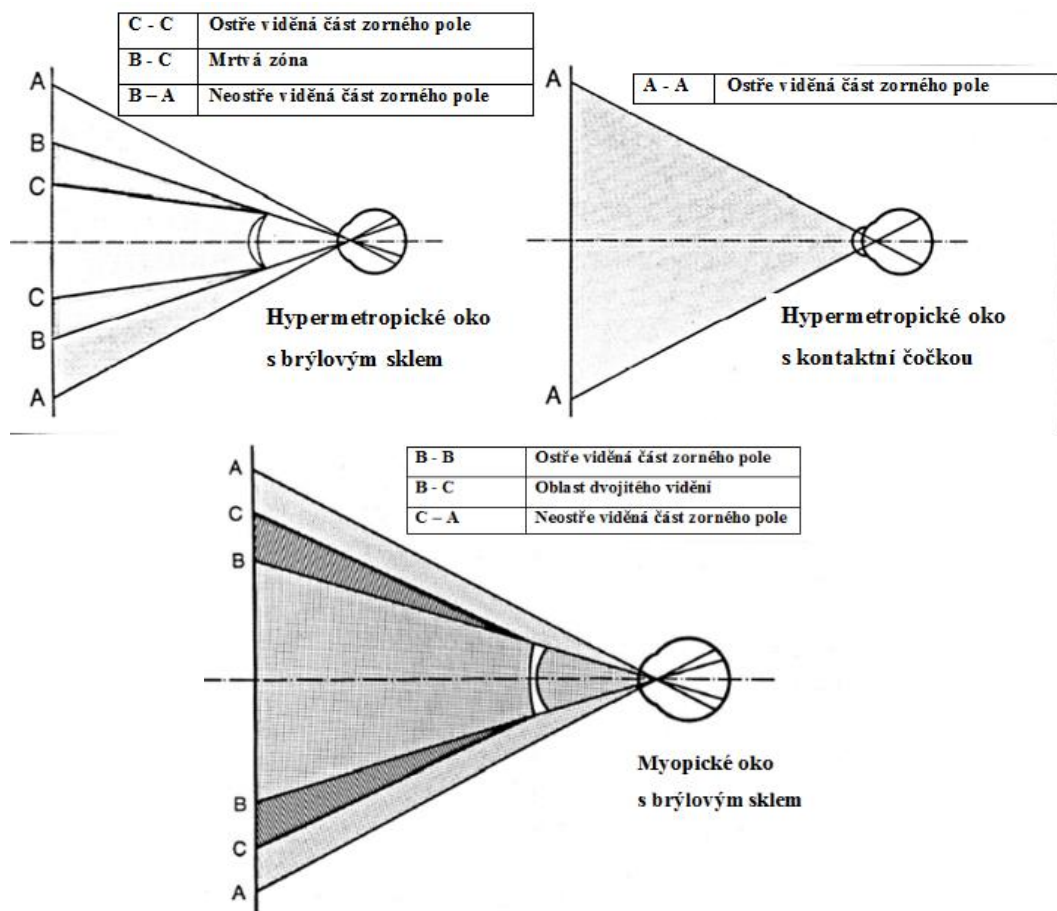


vidění. Mezi další optické důvody patří umožnění binokulárního vidění při vysoké anizometrii nebo zlepšení kvality vidění u vysokých refrakčních vad díky odlišnému zobrazení přes brýlové a kontaktní čočky. [2]

Rozdíly mezi optickým zobrazením brýlových a kontaktních čoček:

Brýlová korekce je vzdálena obvykle asi 12–16 mm od oka a umožňuje pohyb očí nezávisle na pohybu brýlí. Kontaktní čočky leží přímo na rohovce a pohybují se společně s okem. Tyto rozdílné podmínky způsobují změny týkající se nejvíce zorného pole, prizmatického efektu, velikosti obrazu na sítnici a požadavků na akomodaci. Na rozdíly by mělo vždy být při zvažování změny korekce upozorněno. [3]

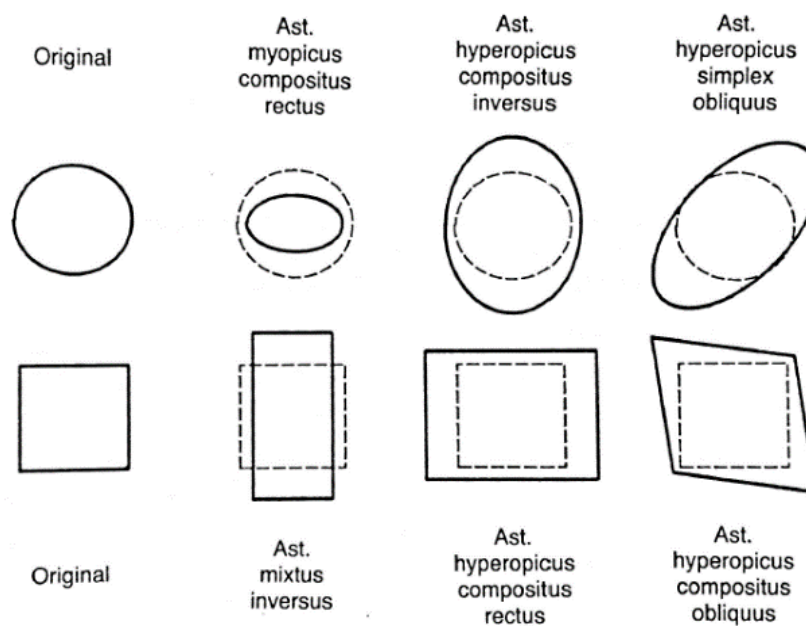
Velikost zorného pole u brýlové korekce je ovlivněna tvarem a velikostí brýlové obruby a prizmatickým působením čoček mimo optický střed. Spojné brýlové čočky působí jako prizmata s bází v centru, rozptylné naopak jako prizmata s bází ven. Proto při přechodu z brýlové korekce na kontaktní čočky bude hypermetrop pozorovat zvětšení a myop zmenšení zorného pole (Obr. 1). Čím je refrakční vada větší, tím jsou tyto jevy viditelnější. [1, 3]



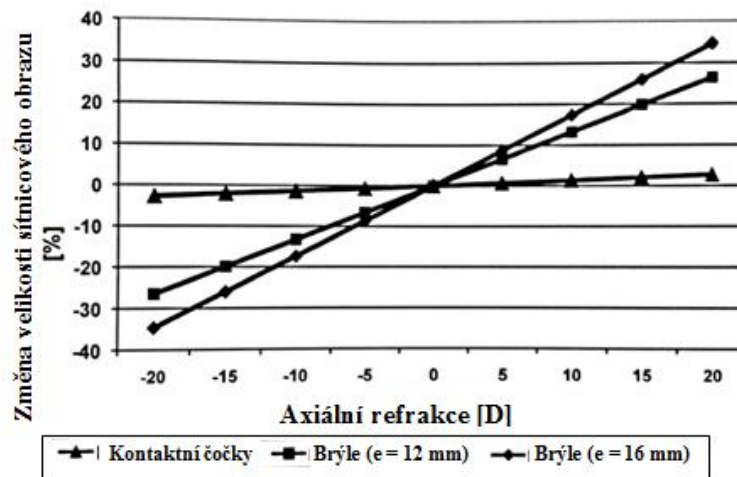
Obr. 1: Rozdílné působení brýlových a kontaktních čoček na zorné pole [3]

Prizmatické působení ovlivňuje i požadavek na konvergenci při pohledu do blízka. Hypermetrop při přechodu na kontaktní čočky bude muset konvergovat méně než s brýlovou korekcí a myop naopak více. To může způsobovat problémy při dlouhodobé práci do blízka. Kontaktní čočky se pohybují s okem, a tak i při pohledu do blízka se nositel dívá přes optický střed a prizmatické působení se zde nevyskytuje. [1, 3]

Zvětšení brýlových čoček a tím i zvětšení sítnicového obrazu je ovlivněno vzdáleností korekce od oka a vlastnostmi brýlových čoček. Čím větší je vzdálenost korekce od oka, tím je u myopického oka zvětšení menší a u hypermetropického větší. Kontaktní čočky oproti tomu mají vliv na zvětšení sítnicového obrazu minimální. Jejich vzdálenost od oka je zanedbatelná a jejich tloušťka je malá. U těžkých myopů může proto přechod ke kontaktním čočkám vést i ke zlepšení vizu, u těžké hypermetropie naopak k poklesu vizu, který ovšem díky výraznému zvětšení zorného pole není obvykle vnímán negativně. Změna ovlivňuje i prostorovou orientaci. V praxi má omezení změny velikosti obrazu při použití kontaktních čoček význam u anizometropie a při vysokém astigmatismu, kdy nedochází k rušivé deformaci objektů (Obr. 2). Závislost zvětšení na axiální refrakci a vzdálenosti brýlí od středu oka lze vidět v následujícím grafu (Obr. 3). [1, 3]



Obr. 2: Zkreslení obrazu vlivem torických brýlových čoček [3]



Obr. 3: Procentuální změna velikosti sítnicového obrazu v závislosti na axiální refrakci pro různé vzdálenosti brýlové čočky od oka [1]

Rozdílný požadavek na akomodaci při použití brýlové korekce je způsoben tím, že oko neakomoduje na objekt, ale na obraz objektu vytvořený korekcí. Akomodační požadavek pak závisí na velikosti refrakční vady a vzdálenosti korekce od oka. Při korekci brýlemi musí hypermetropické oko akomodovat více a myopické méně než emetropické. Čím blíže je korekční pomůcka k oku, tím podobnější jsou nároky na akomodaci emetropickému oku. U kontaktních čoček jsou tedy téměř shodné. Změna požadavku na akomodaci při přechodu na kontaktní čočky je znatelná především u začínající presbyopie, myopické oko korigované kontaktními čočkami bude potřebovat korekci do blízka dříve než při brýlové korekci. [2, 3]

## 1.2 Porovnání indikací pevných a měkkých kontaktních čoček

Indikace pro měkké i pevné kontaktní čočky jsou velmi podobné, přesto jsou případy, kdy je vhodnější použít jeden z těchto typů. Z optického hlediska vykazují pevné kontaktní čočky stabilnější vidění než měkké, proto se především u astigmatismu přes 1,0 dioptrie doporučují pevné kontaktní čočky pro dosažení stabilnějšího vidění. Nevýhodou pevných kontaktních čoček je delší navykací doba a nutnost pravidelného nošení, nejsou tedy vhodné pro použití pouze příležitostně. Měkké kontaktní čočky oproti nim jsou komfortní a lze je nosit nepravidelně. Pro jejich aplikaci je také obvykle potřeba méně termínů, a proto bývá i levnější. [2, 4, 5]

Dalším rozdílem je četnost výskytu komplikací. Studie ukazují, že riziko vzniku infekcí je u pevných kontaktních čoček nižší. Nošení měkkých kontaktních čoček

způsobuje větší přilnavost patogenů k rohovce, a tedy vyšší riziko vzniku infekce. Oproti tomu pevné plynopropustné kontaktní čočky sice více poškozují povrch epitelu rohovky, ale přilnavost patogenů zvyšují výrazně méně. Také je odlišná rychlost výměny slzného filmu. U nositelů měkkých kontaktních čoček trvá asi 30 minut, u nositelů pevných 5 minut, tedy přibližně stejně jako u oka bez kontaktní čočky. Při pomalé výměně se v slzném jezeře vznikajícím pod měkkou kontaktní čočkou tvoří bakteriální exotoxin, který zvyšuje riziko mikrobiální keratitidy. I proto jsou pevné kontaktní čočky vhodnější pro klienty trpící alergiemi, které zvyšují náchylnost k infekcím. [6, 7, 8, 9, 10]

Dle studie z roku 2015 se u pevných kontaktních čoček výrazně později začíná objevovat gigantická papilární konjunktivitida, imunitní reakce víčkové spojivky na mechanické poškození kontaktní čočkou. Papilární konjunktivitida je asi nejčastějším důvodem intolerance kontaktních čoček. Komplikace obvykle vznikají po 1,5-2 letech nošení měkkých a 9-11 letech pevných kontaktních čoček. [10]

### **1.3 Kontraindikace pevných kontaktních čoček**

V dnešní době lze mnoho komplikací řešit a kontaktní čočky aplikovat. Přesto by mělo být před aplikací zváženo, zda z hlediska zdraví oka, celkového zdraví, vizuálních, psychologických a finančních faktorů, životního stylu a prostředí, kde se klient pohybuje, je aplikace vhodná. S klientem by měla být zvážena rizika a případně by měl častěji docházet na následné kontroly. V některých případech je před aplikací nutná konzultace s oftalmologem o vhodnosti kontaktních čoček. Jedná se o těžké formy suchého oka, pterygium, dystrofii rohovky, narušení funkce rohovkového endotelu nebo výrazně sníženou zrakovou ostrost a ztrátu jednoho oka. [1, 11]

Stále jsou zde ale i absolutní kontraindikace aplikace kontaktních čoček. Mezi ně patří onemocnění předního segmentu oka jako například infekce, záněty, alergické reakce, zranění nebo anomálie rohovky, spojivky nebo víček, které by se nošením kontaktních čoček zhoršily. U akutních zánětů je po doléčení aplikace možná. [1, 11]

## 2 Výchozí konzultace a vyšetření

Před samotným začátkem první aplikace kontaktních čoček je důležitý počáteční rozhovor s klientem. Při rozhodnutí se pro kontaktní čočky je pro jejich vhodnou volbu a úspěšnou aplikaci potřeba odběr anamnézy, vyšetření refrakce, zjištění stavu předního segmentu oka na šterbinové lampě, změření parametrů rohovky a na závěr poradenství o možnostech, které se naskytují, a jejich přibližných cenách. [12]

### 2.1 Počáteční rozhovor, anamnéza a stanovení refrakce

Počáteční rozhovor by měl obsahovat popsání možností korekce ametropie (druhů kontaktních čoček), průběhu aplikace, cen, nákladů, které z nošení vyplývají, a nutnosti následné péče a její režim. Důležité postavení mají i dotazy na motivace klienta pro nošení kontaktních čoček. V případě přesvědčení, že aplikace u klienta nebude úspěšná nebo klient nebude zvládat následnou péči, je důležité, již v tomto bodě klientovi nošení kontaktních čoček rozmluvit. [1, 3]

Prvním krokem samotné aplikace je odběr anamnézy, pro který je vhodné použití předpřipraveného formuláře, aby se postup urychlil a na nic se nezapomnělo. Anamnéza by měla obsahovat osobní data včetně zaměstnání a zájmů. Problematickou aplikaci mohou způsobit prašné podmínky, klimatizované prostory nebo práce na počítači. Všechny tyto faktory patří k rizikům suchého oka, a tedy horší snášenlivosti kontaktních čoček. Druhým bodem anamnézy je zdravotní stav klienta. Celkové onemocnění, alergie, užívání medikamentů a případné těhotenství mají mimo jiné vliv na slzný film nebo náhlé změny refrakčních požadavků. Následují dotazy na dosavadní korekci, zda klient nosí kontaktní čočky, jaký druh používá, je-li spokojen a má-li pocit suchých očí. V případě problémů by měly následovat dotazy, kdy se objevily poprvé, jak jsou časté, jsou-li zde vyvolávající faktory, jak jsou silné a co proti nim pomáhá. Během anamnézy lze dále z pozorování vyhodnotit velikost oční šterbiny, postavení víček a řas. Vhodné je si poznamenat i barvu očí. Klienti s modrýma očima mívají citlivější rohovku stejně tak i klienti s kaštanově hnědými vlasy a pihami. [1, 11, 12, 13]

Před aplikací je potřeba provést monokulární i binokulární subjektivní refrakci, a i u mladých klientů je vhodná kontrola vidění do blízka. U myopů, kteří jsou zvyklí odkládat korekci na čtení, je možno výslednou hodnotu refrakce snížit o - 0,25 D, aby bylo vidění do blízka pohodlnější. Součástí refrakce by měl být i zakrývací test,

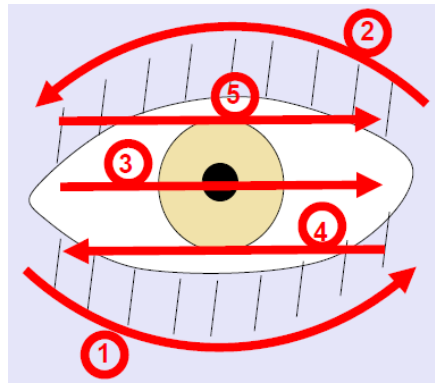
vyšetření motility, pupilového reflexu a test na přítomnost heteroforie. V případě potřeby prismatické korekce nelze kontaktní čočky aplikovat. Podstatné je i stanovení visu – naturálního, s dosavadní a s novou korekcí, abychom později mohli ověřit úspěšnost aplikace z optické stránky. [1, 3, 13]

## **2.2 Vyšetření předního segmentu oka na štěrbinové lampě**

Vyšetření předního segmentu oka, především víček, spojivky, rohovky a slzného filmu, je pro aplikaci nezbytné. Vyšetřením se zkontroluje, zda na oku není žádný nález, který by aplikaci neumožňoval. Dále nám pomůže stanovit parametry kontaktní čočky, především materiál a vhodný způsob péče pro daného klienta. Vyšetření by mělo být pečlivě zaznamenáno například do předpřipraveného formuláře. I pokud je vše v pořádku, je potřeba to zapsat, aby bylo jasné, že vyšetření bylo provedeno bez nálezu. [14]

Jako první se provádí vyšetření slzného filmu, který by byl jiným vyšetřením ovlivněn. Proto se také někdy doporučuje zařadit vyšetření na štěrbinové lampě před provedení refrakce, při které se oko unaví a může tím být změněn i slzný film. Vyšetřuje se množství slzného filmu pomocí výšky slzného menisku a kvalita slzného filmu například testem LIPCOF, Break-Up-Time nebo interferenční metodou pomocí barvy reflexu na rohovce. Ideální je žlutošedá barva, při modré či červené barvě je v slzném filmu vyšší obsah lipidové složky, při tmavě šedé naopak nižší. Tomu se případně přizpůsobuje výběr roztoků. Pečlivější čištění je potřeba i při velkém množství drobných částic v slzném filmu. [1, 2, 12, 15]

Přední segment se vyšetřuje difúzním osvětlením (Obr. 4 – bod 1, 2). Nezbytné je i vyšetření při pohledu nahoru, dolů a everze horního víčka. Rohovka se kontroluje tenkým svazkem paprsků (Obr. 4 – bod 3, 4, 5). Vyšetření se zaměřuje na povrch rohovky a výskyt jizev, případnou vaskularizaci spojivky nebo limbalní injekci. Případný nález by měl být přesněji prozkoumán dalšími vyšetřeními. [1, 2, 12]



Obr. 4: Postup vyšetření předního segmentu na štěrbinové lampě [2]

### 2.3 Měření a analýza parametrů rohovky

Povrch rohovky lze zjednodušeně přirovnat ke dvěma typům ploch – rotačně symetrické, která má v každém řezu stejné zakřivení, a torické, která má v jednom směru maximální a ve směru kolmém k němu minimální zakřivení. (Obr. 5). Reálná rohovka se obvykle spíše blíží ploše torické. Centrální poloměry se pohybují průměrně mezi 7,2 - 8,4 mm a do stran se rohovka oplošťuje. Oploštění je charakterizováno excentricitou, která obvykle leží mezi hodnotou 0,4 – 0,6. Průměrnou excentricitu  $\bar{\epsilon}$  lze zjednodušeně vypočítat podle vztahu

$$\bar{\epsilon} = \sqrt{\bar{r}_s - \bar{r}_0}, \quad (2.1)$$

kde  $\bar{r}_s$  je průměrné sagitální zakřivení [m] a  $\bar{r}_0$  průměrné centrální zakřivení [m]. [1, 12, 16]



Fotbalový míč lze přirovnat tvarem k rotačně symetrické rohovce



Míč na americký fotbal lze přirovnat tvarem k torické rohovce

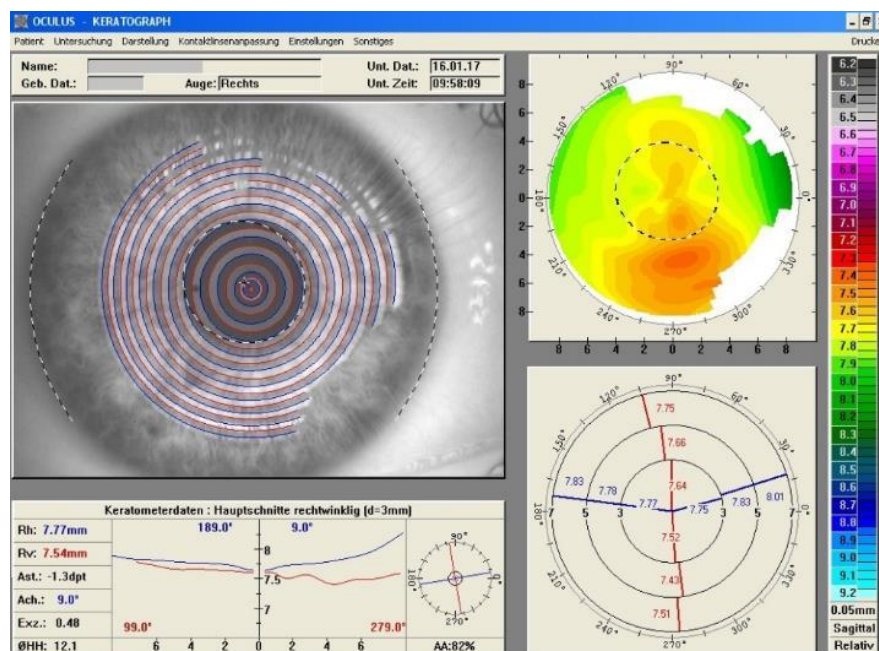
— strmý meridián  
— plochý meridián

Obr. 5: Znázornění rozdílu mezi rotačně symetrickou a torickou rohovkou [12]

Měření zakřivení rohovky slouží pro stanovení zakřivení zadní plochy kontaktní čočky, k výpočtu velikosti rohovkového astigmatismu a ke sledování změn tvaru rohovky způsobených kontaktní čočkou. K měření se využívá keratometrie (např. Javal-Schiotzova oftalmometru, Zeiss Littmannova oftalmometru) nebo modernějšího způsobu keratografie. Poloměry změní i velké množství autorefraktometrů. Zda lze tyto data použít pro aplikaci kontaktních čoček, závisí na principu měření a dosažitelné přesnosti přístroje. [1, 3, 16]

Při keratografii je zaznamenáno velké množství bodů na rohovce a počítačový program z nich vytvoří pomocí přepočtů mapu rohovky. Přístroje fungují na Scheimpflugově principu (např. přístroj Orbscan od firmy Bausch & Lomb) nebo principu Placidova kotouče, který využívá i dnes často používaný keratograf od německé firmy Oculus, který bude použit pro popsání analýzy výsledků. [1, 17]

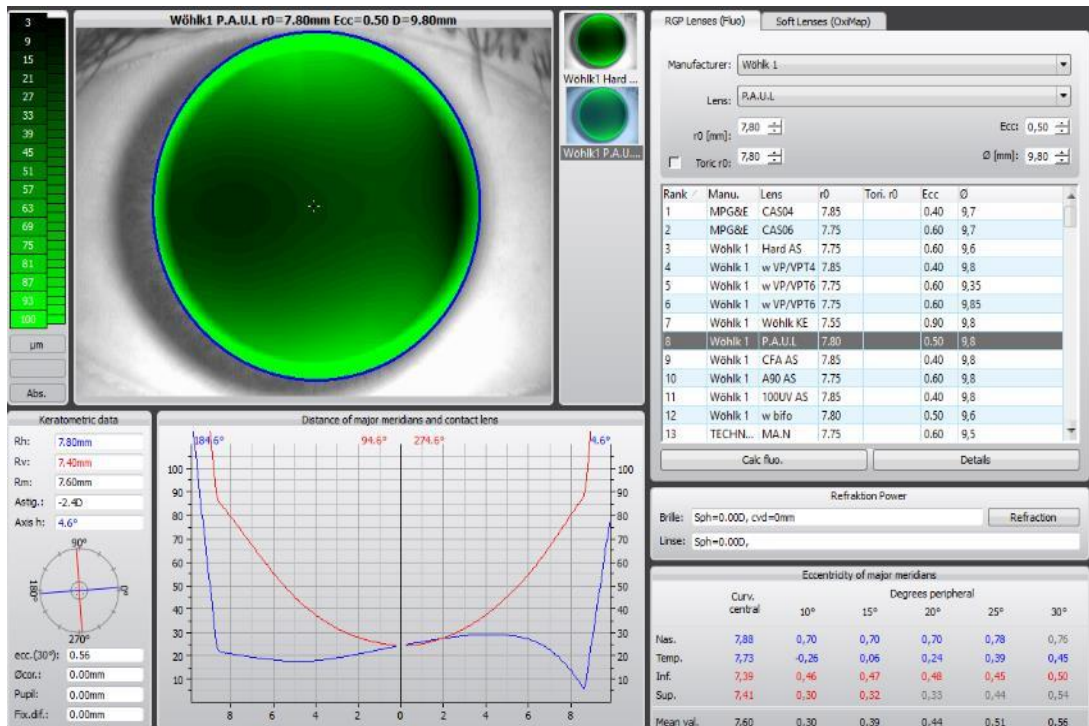
Po změření rohovky keratografem Oculus je počítačem ukázán základní přehled s vyobrazením odrazu Placidových kruhů na rohovce, barevnou mapou zakřivení a grafickým a číselným udáním poloměrů zakřivení v hlavních meridiánech (Obr. 6). Přes výběrové menu lze zobrazit tabulku s excentricitou v různých úhlech měření, 3D model rohovky, Fourierovu nebo Zernikeovu analýzu. Z Fourierovy analýzy lze vyhodnotit míru decentrace rohovky, pravidelnost astigmatismu a výskyt nepravidelností rohovky. K přesnějšímu zkoumání nepravidelností se používá Zernikeho analýza [1, 16, 17]



Obr. 6: Keratograf Oculus – základní zobrazení



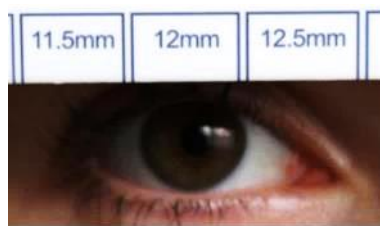
Do programu je zabudován i modul na výběr kontaktních čoček, který nasimuluje fluoresceinový obraz zvolené kontaktní čočky na oku a vypočítá její vzdálenosti od rohovky v hlavních meridiánech (Obr. 7). Novější verze přístroje umožňuje i pořízení videozáznamu předního segmentu oka. Z toho lze vyhodnotit pohyb kontaktní čočky nebo provést neinvazivní Break-up-time test (NIBUT) ke stanovení kvality slzného filmu. [1]



Obr. 7: Keratograf Oculus – simulace aplikace pevné kontaktní čočky

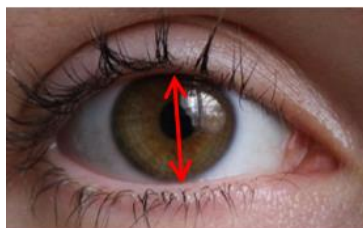
## 2.4 Další vyšetření vhodná k aplikaci pevných kontaktních čoček

Pro zpřesnění aplikace lze změřit horizontální průměr rohovky (HVID – The horizontal visible iris diameter), který lze měřit pravítkem (Obr. 8) nebo na štěrbinové lampě nastavením šířky paprsku na šířku rohovky. Za fyziologické jsou považovány hodnoty mezi 10 až 13 mm. [1, 11]



Obr. 8: Měření horizontálního průměru rohovky

Velikost duhovky je měřena pravítkem, a to při normálním a poté sníženém osvětlení. Třetím parametrem je vzdálenost víček (VPA – The visible palpebral aperture) (Obr. 9) měřená v pokud možno přirozené pozici opět pravítkem nebo pomocí štěrbinové lampy. Běžné jsou hodnoty mezi 7,5 až 12 mm. Všechny tři parametry se používají k určení celkového průměru kontaktní čočky a velikosti zadní optické zóny. [1, 11]

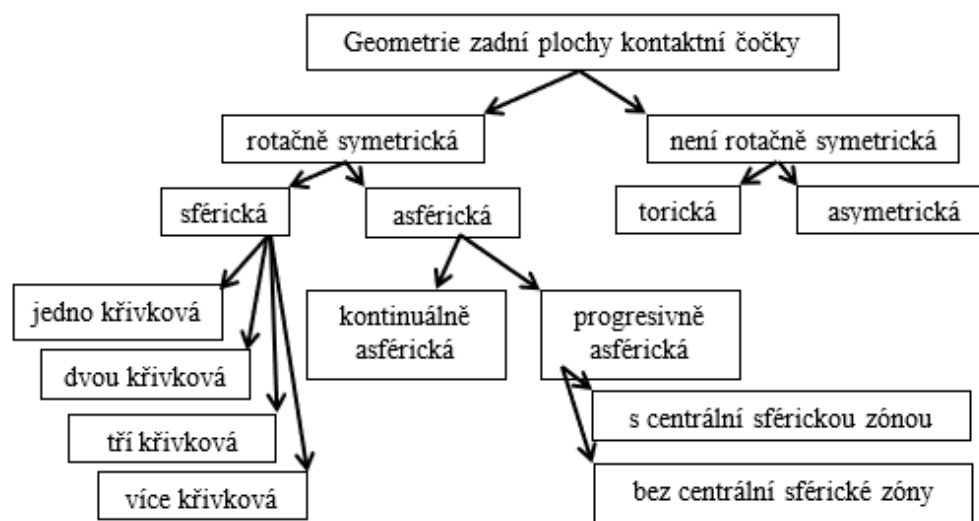


Obr. 9: Měření vzdálenosti víček (VPA)

Do vyšetření je vhodné zařadit i změření očního tlaku a screening očního pozadí například pomocí oftalmoskopie. V případě nálezů by měl být klient nejdříve poslán na kontrolu k oftalmologovi. [1]

### 3 Určení parametrů zkušební kontaktní čočky

Parametry rotačně symetrické pevné kontaktní čočky jsou udány pomocí poloměru zakřivení, excentricity, průměru, optické mohutnosti a materiálu. Pro výběr zkušební kontaktní čočky je důležitá správná volba tvaru její zadní plochy (Obr. 10). Rotačně symetrické kontaktní čočky lze obvykle aplikovat do rozdílu mezi plochým a strmým meridiánem 0,4 mm. Při větším rozdílu by se kontaktní čočka na oku houpala. Před nasazením na oko by mělo být přeměřeno, zda parametry skutečně odpovídají uvedeným na obale. [1, 12, 17]



Obr. 10: Rozdělení kontaktních čoček podle geometrie zadní plochy [1]

#### 3.1 Zakřivení zadní plochy kontaktní čočky

Kontaktní čočka může být naaplikována strmě, ploše nebo paralelně. Co je ideálním řešením se literatura ani odborníci neshodují. Dle A. a N. Franklinových [11] existují tři filosofie aplikace. První dvě jsou extrémy. Kontaktní čočka je naaplikována buď o 0,2 – 0,3 mm plošší a s velkým průměrem, poté jsou centrace a pohyb kontrolovány víčky, nebo je naaplikována strmě a s malým průměrem. Tento druh aplikace bývá spíše nepohodlný. Třetí možnost, nejčastěji doporučovaná, je aplikace paralelní. Případně je možno začít plošší aplikací, neboť plochá aplikace se posoudí lépe než strmá. U asférických kontaktních čoček je nejlépe držet se doporučení výrobce. Každé oko je jiné, a tedy pokud kontaktní čočka nesedí je vždy možno vyzkoušet jinou filosofii aplikace. [1, 11, 17]

Poloměr zadní plochy se určuje dle centrálního zakřivení rohovky v plošším řezu. Zakřivení zkušebních kontaktních čoček je obvykle v dostání po kroku 0,1 nebo 0,05 mm. U torické rohovky s rozdílem meridiánů do 0,2 mm (1,00 D astigmatismu) volíme při paralelní aplikaci nejbližší plošší zakřivení k ploššímu meridiánu. U rohovky s rozdílem meridiánů 0,2 až 0,6 mm (1,00 – 3,00 D) můžeme zvolit poloměr o 0,05 až 0,1 mm strmější, abychom zabránili houpání. Při větším rohovkovém astigmatismu je vhodné použít torickou geometrii zadní plochy. [1, 17]

### 3.2 Excentricita zadní plochy kontaktní čočky

Periferní uzpůsobení zadní plochy se volí dle naměřené excentricity rohovky zprůměrované ze všech čtyř stran hlavních řezů nebo pouze dvou v plošším řezu. Geometrie může být sférická, asférická nebo více křivková. V tab. 1 jsou uvedeny konkrétní typy geometrie od výrobce Hecht, jehož pevné kontaktní čočky jsou v České republice asi nejčastěji aplikované. Asférická geometrie se používá u excentricity rohovky větší než 0,3. Protože směrem do periferie se oploštění rohovky zvětšuje, volí se excentricita kontaktní čočky o 0,1 větší než naměřená hodnota. Asférické kontaktní čočky vykazují velmi dobrou spontánní snášenlivost. Sférická, dvou, tří nebo více křivková kontaktní čočka se používá při excentricitě menší nebo rovné 0,3, kdy je rohovka podobná sférické ploše. [1, 12, 16]

Tab. 1: Příklad geometrií rotačně symetrických kontaktních čoček od firmy Hecht [18]

<i>Typ</i>	<i>ASCON</i>	<i>BIAS</i>	<i>KA</i>
<i>Specifikace</i>	- do 14° sférická - od 14° progresivně asférická	- do 14° sférická - od 14° dvě asférické zóny	- 1–4 křivkový design - KA1, KA2, KA3, KA4
<i>Použití</i>	- při střední až veliké excentricitě	- při střední až veliké excentricitě - při větší citlivosti rohovky - při špatné centraci ASCON nebo KA geometrie	- při malém oploštění rohovky - při atypickém tvaru rohovky

Typ	ASCON	BIAS	KA
<b>Výběr první kontaktní čočky</b>	$r_0 = r_{\text{rohovky plošší}} - 1/3 \Delta r_R$ $+ 0,05 \text{ mm}$ - oploštění (AS- hodnota) = $(\epsilon_{\text{rohovky}}$ $+ 0,1) \times 10$ - při neznámém $\epsilon$ jako první nasadit AS6	$r_0 = r_{\text{rohovky plošší}} + 0,05 \text{ mm}$ - BIAS při $\epsilon_{\text{rohovky}} \leq 0,5$ - BIAS F při $\epsilon_{\text{rohovky}} < 0,5$	$r_0 = r_{\text{rohovky plošší}}$ - $\epsilon_{\text{rohovky}} \leq 0,3$
<b>Ideální aplikace</b>			

### 3.3 Průměr kontaktní čočky

Volba průměru je ovlivněna mnoha faktory, které si často odporují. Proto je vhodné vyzkoušet zkušební kontaktní čočky s různým průměrem a najít vyhovující. Průměr by neměl být větší než vertikální průměr rohovky zmenšený o 0,5 mm, aby mohlo docházet k výměně slzného filmu a kontaktní čočka se pohybovala. Dále by měl být tak veliký, aby kontaktní čočka nebyla při pohledu dolů posunuta dolním víčkem přes horní okraj limbu. Nejmenší průměr je nepřímo dán velikostí pupily, která by měla být i za špatného osvětlení celá zakrytá optickou zónou kontaktní čočky. Vliv má také postavení víček a velikost oční štěrbin. Dalším faktorem je cirkulace slzného filmu, která je tím více ovlivněna, čím větší je průměr kontaktní čočky. Při použití vysoce propustného materiálu je ale tento vliv zanedbatelný. Nejjednodušeji lze provést volbu první kontaktní čočky dle tabulkových hodnot určených výrobcem (Tab. 2). [1, 3, 17]

Tab. 2: Doporučený průměr pro kontaktní čočky od firmy Hecht [18]

<i>Horizontální průměr rohovky (HVID)</i>	<i>Průměr kontaktní čočky</i>
menší než 11,4 mm	8,8 mm
11,4 – 11,8 mm	9,2 mm
11,8 – 12,2 mm	9,6 mm
12,2 – 12,6 mm	10,0 mm
větší než 12,6 mm	10,4 mm

### 3.4 Dioptrická hodnota kontaktní čočky

Dioptrická hodnota kontaktní čočky se od brýlové refrakce liší z důvodu odlišné vzdálenosti před okem a přítomnosti slzné čočky pod kontaktní čočkou, která má tvar, a tedy i optické působení, závislé na zakřivení rohovky a zadní ploše kontaktní čočky. Již první zkušební kontaktní čočka by měla mít co nejpodobnější dioptrické působení, jaké klient potřebuje, aby byla demonstrována kvalita vidění, které je možno dosáhnout. [1, 3, 11]

Z důvodu změny vzdálenosti od oka u kontaktní čočky (zanedbatelně malá) oproti zkušební obrubě (asi 12 mm) je potřeba refrakci přepočítat dle vzorce

$$S'_{KČ} = \frac{S'_{BR}}{1 - d \cdot S'_{BR}}, \quad (3.1)$$

kde  $S'_{KČ}$  je vrcholová lámavost kontaktní čočky [D],  $S'_{BR}$  je vrcholová lámavost brýlové čočky [D] a  $d$  je vzdálenost brýlové čočky od vrcholu rohovky [m]. Korekce se přepočítává u hodnot  $\pm 3,00$  D a vyšších. U astigmatické korekce se přepočítává každý hlavní řez samostatně. Platí, že při myopii bude kontaktní čočka slabší a při hypermetropii silnější než brýlová korekce. Přibližně lze říci, že na každé 3 D brýlové refrakce je změna při přepočtu o 0,25 D. [1, 2]

Slzná čočka ležící mezi sférickou rohovkou a rotačně symetrickou kontaktní čočkou má při paralelní aplikaci nulové působení. Při aplikaci strmé vzniká spojná slzná čočka, kterou je potřeba vykorigovat změnou vrcholové lámavosti kontaktní čočky směrem do mínusu. Naopak pokud je naaplikována ploše, vzniká rozptylná čočka a je potřeba přidat dioptrie směrem do plusu (Obr. 11). Dále platí, že tato slzná čočka má při změně poloměru o  $\pm 0,05$  mm velikost  $\pm 0,25$  dioptrie. [1, 2, 17]



Obr. 11: Optické působení slzné čočky

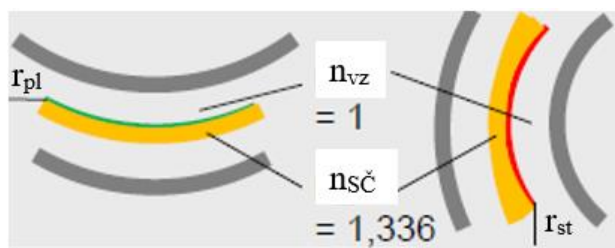
Pokud je ale rohovka torická, má i slzná čočka zadní plochu torickou. Její astigmatické působení je opačné k působení rohovky a lze ho vypočítat dle vzorce pro výpočet astigmatismu kulové plochy

$$AST = (n_{před} - n_{za}) \cdot \left( \frac{1}{r_{st}} - \frac{1}{r_{pl}} \right), \quad (3.2)$$

kde  $n_{před}$  a  $n_{za}$  je index lomu prostředí před a za plochou a  $r_{st}$  a  $r_{pl}$  je plošší a strmější poloměr zakřivení dané plochy [m] (Obr. 12). Dále z poměru

$$\frac{AST_{sč}}{AST_R} = \frac{(n_{vz} - n_{sč}) \left( \frac{1}{r_{st}} - \frac{1}{r_{pl}} \right)}{(n_R - n_{vz}) \left( \frac{1}{r_{st}} - \frac{1}{r_{pl}} \right)} = \frac{1 - 1,336}{1,376 - 1} = -0,894 \Rightarrow 89,4 \%, \quad (3.3)$$

kde  $AST_{sč}$  je astigmatismus slzné čočky ve vzduchu [D],  $AST_R$  je rohovkový astigmatismus na hranici se vzduchem [D],  $n_{vz}$  je index lomu vzduchu ( $n_{vz} = 1$ ),  $n_{sč}$  je index lomu slzné čočky ( $n_{sč} = 1,376$ ) a  $n_R$  je index lomu rohovky ( $n_R = 1,376$ ), lze vypočítat, že slzná čočka pod rotačně symetrickou kontaktní čočkou vyrovná rohovkový astigmatismus až na zbytkových 10,6 %. To tvoří například u rohovkového astigmatismu o velikosti 2,50 dioptrie astigmatismus o velikosti asi 0,25 dioptrie, a tedy u menších astigmatismů je hodnota zanedbatelná. Pro výpočet rohovkového astigmatismu se často používá zjednodušení platící pro běžná zakřivení: na 1/10 rozdílu mezi poloměry hlavních meridiánů rohovky vzniká astigmatismus 0,5 dioptrie a osa korigujícího mínusového cylindru leží paralelně k ploššímu meridiánu. [1, 2]



Obr. 12: Schéma pro výpočet astigmatického působení slzné čočky [12]

Zbytkový astigmatismus po nasazení rotačně symetrické kontaktní čočky se vypočítá dle vztahu

$$AST_{zbytkový} = AST_{vnitřní} + AST_{zbytkový\ rohovkový}, \quad (3.4)$$

kde

$$AST_{vnitřní} = AST_{celkový} - AST_{rohovkový}. \quad (3.5)$$

Celý výpočet astigmatismu, který zbyde po nasazení rotačně symetrické kontaktní čočky na rohovku, lze zjednodušit pouze na vzorec

$$AST_{zbytkový} = AST_{celkový} - AST_{rohovkový}, \quad (3.6)$$

pokud se předpokládá, že zbytkový rohovkový astigmatismus je zanedbatelný a rohovkový astigmatismus vypočítáme dle zjednodušeného pravidla. [1, 2]

Pokud zbytkový astigmatismus vyjde nulový nebo zanedbatelně nízký, dioptrická hodnota pevné kontaktní čočky se určí ze sférické části korekce přepočítané na nulovou vzdálenost před okem. Pokud zbytkový astigmatismus vyjde větší nebo výrazně zhoršuje vidění, nelze použít rotačně symetrickou kontaktní čočku. Nabízí se použití například předně prismaticky torické geometrie. [2, 12, 16]

### 3.5 Další poznatky k výběru zkušební kontaktní čočky

Při manipulaci s kontaktními čočkami platí, že k dosažení stejného fluoresceinového obrazu je při zvětšení poloměru o 0,05 mm potřeba snížit hodnotu excentricity o jeden stupeň a naopak. Další poznatky jsou v tab. 3. [12]



Tab. 3: Chování kontaktní čočky při změně parametrů [12]

	<i>Plošší poloměr</i>	<i>Větší průměr</i>
<b>Pohyb</b>	větší	menší
<b>Centrace</b>	horší	lepší
<b>Fluoresceinový obraz</b>	více fluoresceinu v periferii	nezměněn
<b>Dioptrické působení</b>	ve směru do mínusu	nezměněno

### 3.6 Příklad výběru zkušební kontaktní čočky

Jako příklad lze použít rohovku z obr. 6, volby parametrů kontaktní čočky jsou popsány v tab. 4.

Tab. 4: Příklad výběru parametrů kontaktní čočky

	<i>Naměřené parametry rohovky</i>	<i>Volba parametrů kontaktní čočky</i>
<b>Zakřivení</b>	7,77 mm v ose 9°	<b>7,75 mm</b> (vyráběno po 0,05, nejbližší
<b>zadní plochy</b>	7,54 mm v ose 99°	hodnota k ploššímu meridiánu rohovky)
<b>Excentricita</b>	0,48	<b>0,5</b> (vyráběno po 0,1 - nejbližší hodnota)
<b>Průměr</b>	12,1 mm	<b>9,6 mm</b> (dle tabulky od firmy Hecht) (Tab. 2); maximální průměr 11,6 mm
<b>Refrakce</b>	sph + 0,5 D cyl - 1,0 D ax 15°	<u>Rohovkový astigmatismus:</u> $7,77 - 7,54 = 0,23$ ; na 1/10 - 0,5 D $2,3 \times (-0,5) = -1,15$ D v ose 9° (jako plošší r) - vyrovná slzná čočka <u>Vnitřní astigmatismus:</u> $-1,15 + 1,0 = -0,15$ D – zanedbatelné <u>Volba vrcholové lámavosti:</u> dle sph: + <b>0,5 D</b>

### 3.7 Kontrola parametrů kontaktní čočky před nasazením na oko

Přeměření parametrů kontaktní čočky je potřeba při záměně nebo jako prevence záměny například ve zkušební sadě kontaktních čoček. Některé kontaktní čočky jsou označeny kódem. Pomocí lupy (Obr. 13) lze pak snadno zkontrolovat, zda kód na kontaktní čočce odpovídá kódu uvedenému na obale. [1, 2]



Obr. 13: Lupa

Zakřivení zadní plochy kontaktní čočky lze měřit pomocí radiuskopu nebo oftalmometru, kontaktní čočka je upevněna do speciálního držáku adhezí fyziologického roztoku (Obr. 14). Zadní vrcholovou lámavost lze měřit na manuálním nebo automatickém fokometru, opět pomocí speciální násady. K zjištění průměru lze použít speciální lupy se stupnicí nebo V-drážku, kde je poloměr odečten podle toho, jak daleko čočka sklouzne (Obr. 15). Kvalita povrchu je kontrolována pomocí mikroskopu a tloušťku lze měřit tloušťkoměrem. [1, 2]



Obr. 14: Držák pro oftalmometr na měření zakřivení zadní plochy pevné kontaktní čočky



Obr. 15: V-drážka na měření průměru pevné kontaktní čočky

## **4 Aplikace pevných kontaktních čoček a úprava parametrů dle vyhodnocení**

Po provedení výchozích vyšetření, výběru zkušební kontaktní čočky a kontrole jejích parametrů následuje nasazení do oka, kontrola, jak sedí a případná úprava parametrů. Nakonec je vybrán materiál a je objednan finální pár.

### **4.1 Nasazení zkušební kontaktní čočky a test tolerance**

První nasazení kontaktní čočky je obvykle spojeno se strachem, proto je důležité klientovi vysvětlit, co bude následovat. Není vhodné použít výraz bolest, lépe například svědění, jako když spadne řasa do oka. Díky tvaru kontaktní čočky zvolenému podle rohovky ale nepříjemný pocit postupně odezní. Po nasazení by se klient měl dívat dolů, protože horní víčko bude pak méně tlačít na kontaktní čočku. Potřeba je také zmínit pohyb kontaktní čočky při každém mrknutí, na který si lze ale rychle zvyknout. [1, 11]

Nasazení kontaktní čočky může provést klient sám nebo ji nasadí optometrista. Druhý způsob je rychlejší a oko méně podráždí, což zpřesní následné vyhodnocení. Po nasazení je vhodné začít hned s klientem komunikovat, aby se nemohl soustředit na nepříjemný pocit. Přesný postup nasazení je popsán v kapitole 5. 1. [1, 11]

Na první nasazení kontaktní čočky reaguje oko obranou reakcí, která se projevuje především zvýšenou sekrecí slz a častějším mrkáním. Proto je potřebné před vyhodnocením aplikace nechat oči uklidnit a navyknout si testem tolerance. Doba potřebná k adaptaci je alespoň 30 minut, lépe 1 hodina. Tento čas by měl klient nejlépe vyplnit čtením, aby odreagoval pozornost od nové situace, nebo procházkou, protože čerstvý vzduch urychluje návyk. Z důvodu zvýšené citlivosti na světlo je vhodné dát klientovi sebou na procházku sluneční brýle. [1, 3, 13]

### **4.2 Subjektivní zhodnocení, určení visu a dokorekce**

Po návratu klienta je prvním krokem zeptat se na jeho pocity a zda se pocit cizího tělesa v oku během testu snížil. Pokud ne, může být návyk na pevné kontaktní čočky problematický. Někdy ovšem i drobná změna parametrů může subjektivní snášenlivost výrazně zvýšit. [1, 3]

Druhým krokem je stanovení visu a dokorekce. Dosažený visus by měl být alespoň 1,0 a stejně dobrý jako s nejlepší brýlovou korekcí, případně i lepší. Pokud je, nemá smysl hledat zbytkový astigmatismus a stačí sférická dokorekce, kterou pouze připočítáme k vrcholové lámavosti zkušební kontaktní čočky. Pokud je visus horší, je potřeba provést sférocylindrickou dokorekci a při zlepšení visu zvážit použití torické kontaktní čočky. Dokorekci lze provést případně až po statickém zhodnocení aplikace. Nevýhodou je, že je pak oko oslněno, výhodou, že pokud kontaktní čočka sedí velmi špatně, je zbytečné dokorekci provádět. [2, 3]

Do dokumentace by měl být zapsán subjektivní komfort klienta, visus s kontaktní čočkou, hodnota dokorekce a visus s ní. [1]

### 4.3 Dynamické zhodnocení aplikace – pohyb, centrace a průměr

Pohyb, centrace a průměr kontaktní čočky jsou zkontrolovány na šterbinové lampě. Je doporučeno použít difúzní osvětlení, protože umožňuje vidět celou kontaktní čočku, ale přitom tolik neoslňuje klienta. [2, 11]

Ideální pohyb je rovnoměrný, ne trhavý a podobný na obou očích. Kontaktní čočka se pohybuje po mrknutí ze středu rohovky směrem dolů a mrknutím je opět zvednuta do středu. Při pohybu dolů se nedotkne limbu a alespoň ve většině času pokrývá pupilu. Příliš velká pohyblivost kontaktní čočky způsobuje její větší citlivost, naopak při malém pohybu je riziko, že se během dne přestane pohybovat úplně a tím by byla omezena výměna slzného filmu, a tedy výživa rohovky. Průměr by měl být takový, aby kontaktní čočka zakrývala 75–85 % rohovky. [1, 2]

Špatná centrace a pohyb jsou často způsobeny nesprávným zakřivením zadní plochy kontaktní čočky (viz kapitola 4. 5). Pokud zakřivení je správné, lze vyzkoušet následující postupy: [12]

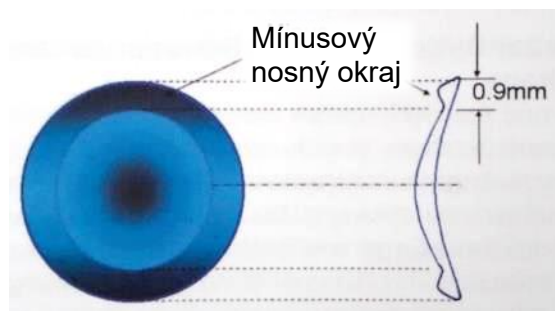
Decentrace nahoru:

Příčinou vysoké polohy kontaktní čočky a nesklouzávání dolů je obvykle zachycení horním víčkem. Řešením je **zmenšení průměru**, aby horní víčko drželo kontaktní čočku menší plochou a umožnilo tak její volný pohyb dolů po mrknutí. Je vhodné zmenšovat v krocích 0,5 mm. Při vysoké mínusové vrcholové lámavosti stačí obvykle **zmenšit optickou zónu** kontaktní čočky, okraj bude méně silný a víčko se za něj bude obtížněji zachycovat. [12]

Další možností řešení je **aplikace oválné**, pokud ji vybraný výrobce nabízí, **nebo předně prizmatické kontaktní čočky**, kterou bude horní víčko díky klínu tlačit dolů. Nevýhodou je ovšem větší tloušťka, a tedy horší propustnost pro kyslík. [12]

#### Decentrace dolů:

Opačným problémem je, když horní víčko kontaktní čočky při mrknutí nahoru nevynese a zůstává dole. Řešením je **zvětšení poloměru**, aby horní víčko kontaktní čočky lépe zachytilo. U plusové vrcholové lámavosti lze **zmenšit optickou zónu**, tím je zmenšen rozdíl tloušťky periferie a středu kontaktní čočky a horní víčko ji bude méně tlačit dolů. Řešením je také objednání kontaktní čočky s tzv „**mínusovým okrajem**“ (Obr. 16), díky kterému je lépe zachycena horním víčkem a vynesena nahoru. [12]



Obr. 16: Mínusový okraj k řešení decentrace kontaktní čočky [1]

#### Horizontální decentrace:

Rozdílné excentricity rohovky v jednotlivých kvadrantech mohou způsobovat posun kontaktní čočky do strany. Řešením je **zmenšení poloměru**, aby do periferie zasahovala co nejméně a excentricita ji příliš neovlivňovala. [12]

Pokud je decentrace ale způsobena pozicí víček, jejich pohybem nebo napětím, je lepší **poloměr zvětšit**, aby se kontaktní čočka mohla méně pohybovat a aby byla pupila zakryta i při mírném odchýlení kontaktní čočky od středu. [12]

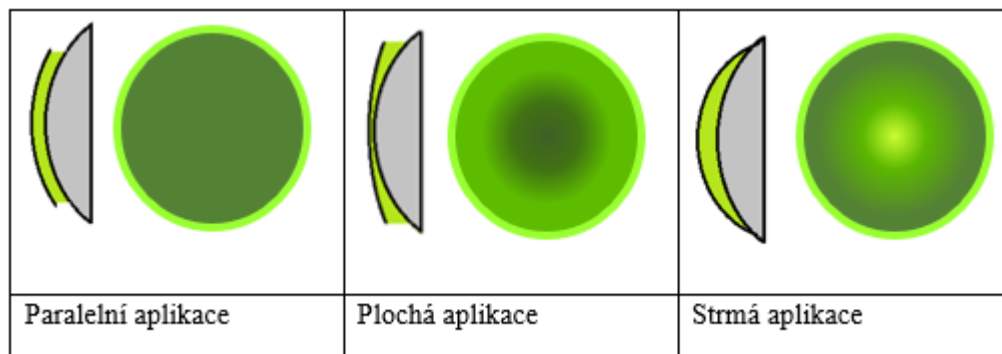
## 4.4 Statické zhodnocení aplikace – zakřivení a excentricita

Statickým zhodnocením se zjišťuje správnost parametrů zadní plochy kontaktní čočky. Provádí se na štěrbinové lampě za použití fluoresceinu, červeno-oranžové organické látky, která ve vodnatém roztoku při osvětlení krátkovlnným světlem emituje

zelené záření. Proto je pro vyšetření použito světlo krátkovlnné barvy – modrý kobaltový filtr. Pro lepší kontrast je vhodné předložit žlutý filtr před pozorovací systém štěrbinové lampy, který redukuje odraz modrého světla od oka. Čím více zelené dané místo je, tím více fluoresceinu, a tedy i silnější slzný film tam je. Fluorescein lze aplikovat pomocí sterilních proužků papíru impregnovaných fluoresceinem, které se navlhčí fyziologickým roztokem, nebo například v podobě kapek, kde je ale riziko rozšíření bakterií v roztoku. [11]

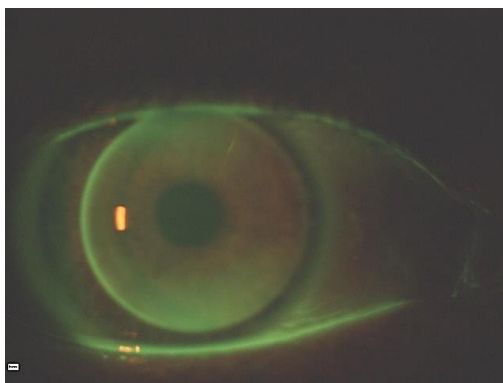
Po aplikaci fluoresceinu je štěrbinovou lampou na rohovce pozorován „fluoresceinový obraz“. Důležité je kontaktní čočku pozorovat při pozici v pokud možno centrální části rohovky, protože v momentě, kdy se posune dolů, bude na rohovce pod ní jiné zakřivení, a tedy bude obraz změněn. Někdy je proto nutné kontaktní čočku pomocí dolního víčka lehce nadzvednout. [2, 11].

U rotačně symetrické rohovky je zhodnocení jednodušší, základní možností je paralelní, strmá nebo plochá aplikace (Obr. 17).



Obr. 17: Možnosti aplikace při rotačně symetrické rohovce a správné excentricitě

Při ideální paralelní aplikaci by měl být fluorescein rovnoměrně rozložen pod kontaktní čočkou a podél okraje by měl být výraznější zelený kruh ukazující na její zvednutý okraj zajišťující lepší pohyblivost (Obr. 18). Aplikace zajišťuje rovnoměrné rozložení tlaku na rohovku a, zvláště při tendenci k ploché aplikaci v periférii, dobrou výměnu slz pod kontaktní čočkou. Podobné působení je i u aplikace „centrálním přemostěním“, tlak na centrum rohovky je omezen, ale dostatečným zvednutím okraje je zajištěna výměna slz, proto bývá tento způsob aplikace velmi dobře snášen. [1, 17]



Obr. 18: Paralelní aplikace na mírně astigmatické rohovce

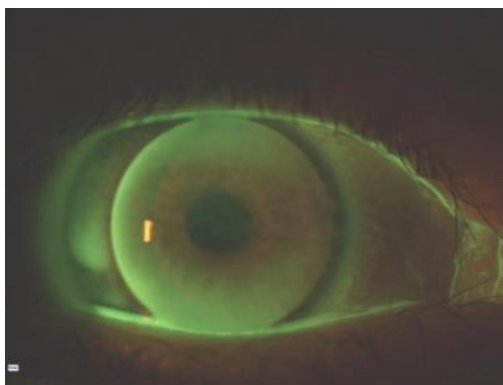
Při strmé aplikaci se kontaktní čočka dotýká na okrajích, uprostřed je více slz. To zlepšuje centraci, ale způsobuje zvýšený tlak na rohovku a hrozí, že se kontaktní čočka během dne přestane pohybovat a tím omezí výměnu slz a přísun kyslíku rohovce. Strmá aplikace může způsobit obtisk okraje kontaktní čočky na rohovku nebo vznik vzduchových bublin pod kontaktní čočkou, které se obtisknou do rohovky a lze je pozorovat ještě asi 30 minut po vyndání (Obr. 19). Lehce strmá aplikace k ploššímu meridiánu se používá u astigmatické rohovky, aby se kontaktní čočka nehoupala. [1, 2, 17]



Obr. 19: Strmá aplikace na mírně astigmatické rohovce

Plochá aplikace se vyznačuje nahromaděním fluoresceinu po stranách a dotykem uprostřed (Obr. 20). Je zvýšena pohyblivost kontaktní čočky a tím zhoršena snášenlivost. Může způsobovat decentraci nahoru, protože odstávající okraj zachytí horní víčko. [1, 12, 17]





Obr. 20: Plochá aplikace na mírně astigmatické rohovce

U astigmatické rohovky je nutno posuzovat každý meridián zvlášť. Při paralelní aplikaci k ploššímu meridiánu vzniká v jeho směru pás s rovnoměrným rozložením fluoresceinu a kolmo na něj fluoresceinu přibývá jako při ploché aplikaci. Čím je větší rohovkový astigmatismus, tím je pás tenčí. [1, 12, 11]

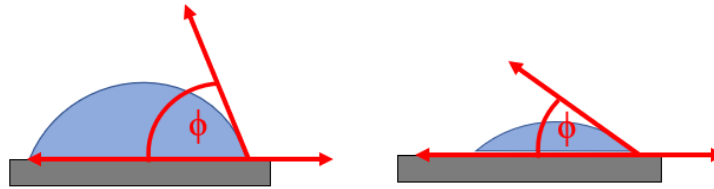
Při posuzování správnosti parametrů zadní plochy hrozí chybný závěr u zdánlivě ploché nebo strmé aplikace, kdy není chybné zakřivení, ale excentricita. Velmi strmá aplikace se někdy zdá jako paralelní, protože se pod kontaktní čočku slzy vůbec nedostanou. Také v případě velkého množství fluoresceinu na přední ploše kontaktní čočky může být posouzení chybné. Proto je vhodné si udělat dopředu představu, jak by měl fluoresceinový obraz vypadat, protože parametry rohovky z keratografu jsou chybné spíše výjimečně. Přehled fluoresceinových obrazů u různých druhů aplikace je vyobrazen viz příloha 1. [1]

#### **4.5 Volba materiálu pevné kontaktní čočky**

Na správnost aplikace pevné kontaktní čočky a její pohodlnost při nošení má velký vliv i materiál. Kontaktní čočky jsou nazývané pevnými, když jsou z takového materiálu, že si zachovají svůj tvar i po aplikaci do oka. Nejstarším umělým materiálem používaným pro výrobu pevných kontaktních čoček byl pro kyslík nepropustný Polymetyl metakrylát. Protože se ale ukázalo, že rohovka nemá pod kontaktní čočkou dostatek kyslíku, začali výrobci v 80. letech 19. století hledat materiály s lepšími vlastnostmi. Mezi důležité vlastnosti materiálů patří:

- Propustnost pro kyslík (Dk) – pod pevnou kontaktní čočkou je umožněna dostatečná výměna slz, a proto stačí menší hodnoty než u měkkých kontaktní čoček.

- Smáčivost – schopnost kontaktní čočky se integrovat do slzného filmu. Měří se pomocí úhlu  $\phi$  mezi tekutinou (slzný filmem) a povrchem materiálu (kontaktní čočky) v místě jejich dotyku (Obr. 21). Menší úhel znamená lepší smáčivost.



Obr. 21: Úhel smáčivosti  $\phi$  mezi tekutinou a povrchem

- Ukládání depozit – závisí především na smáčivosti a kvalitě slzného filmu.
- Obsah vody – menší než 1 %, proto je tvar nezávislý na hydrataci.
- Hustota (specifická hmotnost) - ovlivňuje správnou centraci.
- Index lomu – má přímý vliv na tloušťku kontaktní čočky a tím na její pohyblivost a propustnost pro kyslík.
- Propustnost pro světlo – asi 90 %, většiny materiálů absorbuje UV záření z důvodu ochrany očních struktur. Přesto ale nejsou kontaktní čočky náhradou slunečních brýlí, protože nechrání bělimu a spojivku.
- Tvrdość, odolnost proti zlomení a poškrábání a barva [1, 3, 12, 19, 20, 21, 22]

#### Dnes používané materiály:

Polymetyl metakrylát (PMMA) byl představen v roce 1947 a je předchůdcem dnešních materiálů. S výjimkou propustnosti pro kyslík splňuje vlastnosti, které by měli pevné kontaktní čočky mít – dobrá stabilita, smáčivost, propustnost pro světlo, snadná dostupnost materiálu a výroba. Následovali ho již pro kyslík propustné materiály Cellulose acetate butyrate (CAB) nebo poly4-methyl pentylene (TPX), ale protože propustnost pro kyslík byla malá a měli špatnou stabilitu, byly brzy nahrazeny. [11, 17]

Silikon akrylát (silioxanes) (SA) je sloučenina akrylátu (PMMA), zajišťujícího pevnost, a silikonu zodpovědného za propustnost pro kyslík. Kontaktní čočka je díky tomu odolná proti poškrábání a stabilní. Propustnost pro kyslík ale dosahuje pouze středně dobrých hodnot a na povrch se více ukládají depozita. Silikon akrylát proto není vhodný pro prodloužené nošení. [11, 17]

Fluorosilikon akrylát (FSA) vznikl přidáním fluoru k silikon akrylátu. Fluor je propustný pro kyslík a tím umožňuje vysokou permeabilitu, zlepšuje tvrdost materiálu

a snižuje ukládání depozit a tím usnadňuje čištění. Pokud je ale tenký, láme se. Tento polymer je dnes asi nejběžněji používaný pro výrobu pevných kontaktní čoček. Vznikly z něj například materiály:

- Boston Equalens, ES, XO (používá firma Bausch & Lomb);
- Fluoroperm 30, 60, 92 (firma Paragon Vision Science);
- Menicon Z (firma Menicon);
- Optimum Classic, Comfort, Extra, Extreme (firma Contamac);
- Paragon HDS (firma Paragon Vision Science). [11, 17, 20, 21, 23, 24, 25]

Hydrofilní (hybridní) pevné kontaktní čočky vznikly smícháním pevného jádra s hydrofobními komponenty, které se v roztoku hydratují. Materiál se nazývá Optimum Tangible Hydra-PEG od výrobce Contamac, který ho doporučuje pro klienty se suchým okem. Jak výrobce uvádí, kontaktní čočka na svém povrchu vytváří vrstvu podobnou mucinové složce slzného filmu, a tím brání vyschnutí oka při nošení. [11, 17, 25]

Pro výběr materiálu by měla být rozhodující doba nošení, množství a složení slzného filmu, dioptrická mohutnost, jistota při manipulaci (křehčí nebo pevnější) a jak dlouho má kontaktní čočka vydržet. Přehled vybraných dnes vyráběných materiálů je viz příloha 2. [16]

#### **4.6 Dokumentace a výběr nové KČ**

Důležitou součástí aplikace je pečlivá dokumentace nejen všech měření před výběrem kontaktní čočky, ale také by měla být každá kontaktní čočka vložená do oka zaznamenána pomocí jejích parametrů (typ, poloměr, excentricita, vrcholová lámavost, materiál, výrobní číslo) a zhodnocení, jak na oku sedí. Parametry finální kontaktní čočky by měli sedět vzhledem k naměřeným hodnotám poloměrů rohovky na keratografu a vrcholová vzdálenost by se měla shodovat po přepočtu se subjektivní refrakcí. [1, 2, 12]

Po vyndání kontaktní čočky je vhodné zkontrolovat pomocí štěrbinové lampy přední segment oka, jestli není nadměrně podrážděn nebo zde není například obtisk hrany kontaktní čočky. To by ukazovalo na chybně zvolené parametry nebo špatnou snášenlivost. [3]

## **5 Péče o pevné kontaktní čočky**

Pro úspěšnou aplikaci pevných kontaktních čoček jsou důležité nejen správně zvolené parametry, ale i zaučení klienta, jak kontaktní čočky čistit a jak s nimi zacházet, aby nedošlo například k poškrábání rohovky okrajem. Čištění zas zajišťuje dobré zobrazovací vlastnosti a pomáhá předcházet infekcím předního segmentu oka. Dále je důležité poučení klienta o navykací době. [11]

Pokud klient nezná způsob péče o kontaktní čočky, a především je není schopen samostatně nasadit a vyndat, není možné mu ať již zkušební nebo finální pár dát sebou domů. V případě že nácvik trvá dlouho a oko je podrážděné, je nezbytné si domluvit další termín nácviku [11].

### **5.1 Manipulace s kontaktními čočkami**

Nácvik se provádí v čisté místnosti, kde má klient klid, a je potřeba vyhradit dostatečný časový prostor, aby nebyl ve stresu. Velmi důležitým prvním krokem při nácviku manipulace je vysvětlení, že před každým kontaktem s kontaktní čočkou je nutností si důkladně umýt ruce mýdlem a usušit čistým ručníkem. Nehty by zvláště prvonositelé měli mít krátké, aby nehrozilo poškrábání rohovky. [1, 11]

#### **5.1.1 Nasazení kontaktní čočky do oka**

Nasazení pevných kontaktní čoček probíhá podobně jako u měkkých. Je vhodné mít připravené čisté osvětlené místo se stolem, židlí a zrcadlem. Pro předejití záměny se vždy začíná nasazením (a následně i vyndáním) pravé kontaktní čočky. Vyčištěná kontaktní čočka se umístí na špičku ukazováčku nebo prostředníčku dominantní ruky a zkontroluje se, zda není poškozena. Měla by být tak mokrá, aby držela na prstě, ale aby se v ní netvořilo „jezírko,“ které by ztížilo manipulaci. Pomocí nedominantní ruky se zvedne a drží horní víčko a pomocí prostředníčku nebo prsteníčku dominantní ruky se odtáhne spodní víčko. Klient se dívá do zrcadla a kontaktní čočku umístí přímo na střed rohovky. Na rozdíl od měkkých kontaktní čoček se stačí rohovky mírně dotknout a kontaktní čočka na slzách bude držet. Po úspěšném nasazení je postupně puštěno horní a dolní víčko a je vhodné se dívat dolů, aby se kontaktní čočka co nejméně pohybovala a oko se zklidnilo. Při aplikaci aplikátorem je postup stejný, klient se dívá na stanovený bod před sebou. (Obr. 22) [1, 2, 11, 17]



Obr. 22: Nasazování kontaktní čočky

V případě sklouznutí kontaktní čočky na stranu je potřeba se podívat opačným směrem a kontaktní čočku vyndat nebo posunout zpět na rohovku (například pomocí dolního víčka). Při problémech s nasazením je možno postup cvičit „na sucho,“ pouze přidržení víček a přibližování ukazováčku bez kontaktní čočky k oku. [1, 2]

### 5. 1. 2 Vyjmutí kontaktní čočky z oka

Pro vyjmutí existují tři metody: pomocí savky, pomocí víček a tažením víček do strany. Savku by měl vlastnit každý nositel a před použitím ji vždy vyčistit. Pro vyndání se savka chytí mezi palec a ukazováček dominantní ruky, palec nedominantní ruky chytí horní víčko a prostředníček dominantní ruky víčko spodní. Klient se dívá před sebe do zrcadla a savku jemně přitlačí („přisaje“) na kontaktní čočku. Pomalým oddálením savky od oka čočku vyndá. Důležité je vždy před přisátím savky zkontrolovat, že kontaktní čočka skutečně na rohovce je. (Obr. 23) [1, 2, 11]



Obr. 23: Vyjmutí kontaktní čočky pomocí savky

Nositel by měl umět vyndat kontaktní čočku i bez savky pro případ její ztráty nebo zapomenutí. Také pro někoho může být přiblížení savky k oku nepříjemné, pak je vhodné použít jednu z dalších metod. Pomocí víček jde vyjmutí provést tak, že ukazováčkem jedné ruky se dolním víčkem podepře dolní okraj kontaktní čočky a pomocí ukazováčku druhé ruky je horním víčkem kontaktní čočka tlačena dolů. Oboustranný tlak způsobí „vyskočení“ kontaktní čočky z oka. (Obr. 24) [1, 2, 11]



Obr. 24: Vyjmutí kontaktní čočky pomocí víček

Třetí metodou je při pohledu před sebe do zrcadla otevření očí natolik, aby okraj kontaktní čočky nebyl pod víčky. Pomocí prstu je poté táhnut laterální oční koutek do strany a následným mrknutím je kontaktní čočka vytlačena z oka. Vytlačení je ještě možno pomoci mírným pohybem oka nasálně. Druhá ruka by měla kontaktní čočku chytat, aby nedošlo k její ztrátě. (Obr. 25) [1, 2, 11]



Obr. 25: Vyjmutí kontaktní čočky tahem očního koutku

## 5.2 Doba návyku

Na změněné podmínky výměny kyslíku pod kontaktní čočkou a na cizí předmět na rohovce si musí oko postupně navyknout, a tak není možné začít nosit kontaktní čočky okamžitě celodenně. Obvykle by to ani klient nevydržel, protože nasazení pevně

kontaktní čočky bývá poprvé relativně nepříjemné. Plán návyku uvádí literatura různý. Někdy se doporučuje mít první den kontaktní čočku nasazenou 2 hodiny a každý další den hodinu přidat, druhou možností je dělat během dne přestávky v nošení, aby si oko odpočinulo. Možnost plánu návyku je vyobrazena v tab. 5, kdy mezi jednotlivými bloky nošení by měla být vždy asi hodinová pauza. [1, 12, 11, 16, 17]

Tab. 5: Režim návyku na pevné kontaktní čočky [12]

<i>Období</i>	<i>Počet hodin nošení</i>	<i>Kolikrát za den zopakovat</i>
1. – 3. den	1-2 hodiny	1–3krát za den
4. – 6. den	2-3 hodiny	1–3krát za den
7. – 9. den	3-4 hodiny	1–3krát za den
10. – 14. den	5-8 hodin	1–2krát za den
15. – 21. den	8-12 hodin	1krát za den

### 5.3 Způsob péče o pevné kontaktní čočky a druhy roztoků

Při nošení se na povrchu kontaktních čoček usazují lipidy (olejovitý povrch), mucin, proteiny (bílý povlak) a anorganické sloučeniny ze slzného filmu, ale také kosmetika, prach nebo patogeny, které po vyndání z oka na kontaktní čočce zaschnou, a nejen zhorší její optické vlastnosti a sníží životnost, ale především jsou ideální půdou pro množení mikroorganismů. Cílem péče je proto udržet kontaktní čočku mimo dobu nošení v čistém a smáčivém stavu, aby se předešlo vzniku infekcí předního segmentu oka a aby byla pro další nošení příjemná a vydržela co nejdéle. Péče se skládá z čištění, skladování, dezinfekce a zlepšování smáčivosti. [1, 3, 15, 26]

Nezávisle na konkrétní účinnosti musí každý roztok být:

- dodáván sterilně a zabalen tak, aby až do konce životnosti roztoku bylo zabráněno jeho kontaminaci;
- chemicky stabilní a svoji stabilitu si při normálních skladovacích podmínkách až do konce životnosti udržet;
- co nejšetrnější k povrchu oka, a to především podobným pH (7,2 – 7,6) a izotonicitou se slzným filmem a nevykazováním toxické nebo alergické reakce na povrchu oka;
- navzájem kompatibilní s ostatními roztoky, aby při jejich promíchání nedošlo k chemické reakci;

- neaktivní vzhledem k povrchu kontaktní čočky, aby nezměnil její optické působení nebo nepůsobil chemické reakce na jejím povrchu. [1, 26]

### 5. 3. 1 Čištění

K čištění jsou používány tenzidy (surfaktanty), molekuly složené z hydrofilní a hydrofobní části. Hydrofobní usazeniny (např. tuky) jsou tenzidem rozpuštěny a odděleny od povrchu kontaktní čočky. Tenzidy jsou často používány ve spojení s abrazivními prvky, které při mechanickém čištění zlepšují efektivitu odstraňování proteinů a lipidů. Nevýhodou je, že abrazivní čištění způsobuje ztenčení centrální tloušťky kontaktní čočky a změnu vrcholové lámavosti směrem k mínusu. Tenzidy jsou obvykle součástí roztoků pro každodenní použití. [1, 15, 19, 26]

Organické sloučenin jsou odstraňovány enzymy, katalyticky aktivními bílkovinami, které na povrchu kontaktní čočky vyvolají chemickou reakci a tím ji vyčistí. Enzymy ale působí specificky a rozpustí pouze jako klíč určité proteiny. Proto je potřeba používat enzymy s co nejobecnější působností. Enzymy k čištění proteinů jsou nejčastěji k dostání v podobě tablet, které se vloží do pouzdra s kontaktní čočkou spolu s fyziologickým nebo víceúčelovým roztokem (dle pokynů konkrétního výrobce). Proces čištění trvá do 30 minut. Po čištění je důležité kontaktní čočku opláchnout. [1, 15, 17, 26]

Dále je k čištění organických sloučenin možno použít oxidace. Peroxid vodíku ( $H_2O_2$ ) je rozložen na vodu ( $H_2O$ ) a reaktivní kyslík (O), který rozkládá sloučeniny na povrchu kontaktní čočky na ve vodě rozpustné částičky, které se následně opláchnou. Zbylý reaktivní kyslík musí být neutralizován, aby nepoškodil povrch oka. Roztoky mají 3 % obsah peroxidu a neutralizace je zajištěna pomocí enzymatických tablet nebo pouzdra, ve kterém je disk s vrstvičkou platiny (Obr. 26). [1, 15, 17, 26]



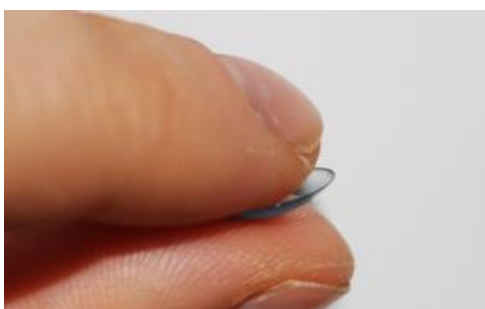
Obr. 26: Pouzdro na čištění peroxidem vodíku



Pro odstranění anorganických sloučenin (solí) se používá chelatace. Spojením velikých molekul se solí vznikne ve vodě rozpustná látka. Příkladem velké molekuly je Ethilendamintetraacetát (EDTA), který má účinek nejen čistící, ale i dezinfikující. [1, 11, 15, 26]

Kontaktní čočky lze čistit i v ultrazvuku v malých nádobách v roztoku s tenzidy nebo peroxidem vodíku. Pomocí ultrazvukových vln by měla být výrazně zlepšena efektivita čištění. [26]

Čištění by mělo proběhnout hned po vyndání kontaktní čočky z oka. Nejdříve je vyčištěna mechanicky, krouživými pohyby mezi palcem a ukazováčkem za pomoci čistícího roztoku (Obr. 27). Následuje důkladné opláchnutí použitím pitné vody z kohoutku (pozor na její kvalitu), fyziologického nebo víceúčelového roztoku. A poté je kontaktní čočka vložena do uchovávacího a dezinfekčního roztoku. Pitnou vodu lze použít k opláchnutí, nikdy v ní ale kontaktní čočka nesmí být skladována. [11, 17]



Obr. 27: Mechanické čištění kontaktních čoček

### 5. 3. 2 Dezinfekce a skladování

Cílem dezinfekce je zničení bakterií a pomocí konzervace udržení kontaktních čoček v dezinfikovaném stavu po určitou dobu. U pevných kontaktních čoček se používá dezinfekce chemická. Protože chemické látky zajišťující dezinfekci a konzervaci jsou stejné, je obvyklé, že pro skladování přes noc je používán roztok, který zajistí obojí. [15, 17]

Příkladem dezinfikující látky je chlorhexidin glukonat, který je účinný proti bakteriím. Nevýhodou je, že je to silný alergen a že jeho účinnost proti kvasinkám je limitovaná. [1, 11, 17, 19]

Dnes asi nejčastěji používaná je látka s názvem polyhexadin, která napadá membrány bakterií a tím ničí jejich činnost. Látka se koncentruje na přední straně kontaktní čočky a tím se snižuje její obsah v roztoku, proto je nutné roztok denně měnit, aby zde byl vždy dostatek působící látky. [1, 11, 17, 19]

Mezi další dezinfekční látky patří například benzyl alkohol nebo výše uvedený Ethilendamintetraacetátu (EDTA). [11, 17]

### **5. 3. 3 Obnovení smáčivosti**

Ke zlepšení smáčivosti se používají kapky, které se na kontaktní čočku nanosou před nasazením nebo během nošení. Pomáhají zabraňovat pocitu suchého oka a často obsahují i tenzidy na vyčištění přední plochy kontaktní čočky. Jejich účinnost na oku je ale jen 20 až 40 minut. [1, 17, 19]

### **5. 3. 4 Víceúčelové roztoky „All-in-one“**

Při nošení prvních pevných kontaktních čoček se při péči používalo několik roztoků různých funkcí, tím byl proces složitý a zdoluhavý a klient ho často celý nedodržel, čímž se zvyšovalo riziko infekce oka. Dnes je tendence vyrábět univerzálnější roztoky zajišťující několik fází čištění dohromady, aby byl systém péče jednodušší. [11]

Zjednodušeně existují tři systémy péče. První znamená mít tři roztoky, jeden pro čištění, další pro skladování a dezinfekci a poslední pro zlepšení smáčivosti. V druhém systému je roztok na zlepšení smáčivosti součástí uchovávacího roztoku, a tak jsou potřebné pouze dva odlišné přípravky. Třetí systém je používání jednoho univerzálního roztoku na vše. Nevýhodou univerzálních systémů je ale obvykle jejich nižší účinnost. Přehled vybraných roztoků a jejich použití obsahuje příloha 3. [15, 17]

### **5. 3. 5 Čištění a skladování zkušebních kontaktních čoček**

Kontaktní čočky by měly vždy být používány pouze jedním klientem. Výjimkou je zkušební sada kontaktních čoček, které klient nedostane domů. Zde je před použitím dalším pacientem důležité důkladné vyčištění. Protože sterilizace z důvodů vysoké teploty není možná, měli by být kontaktní čočky dezinfikovány peroxidem vodíku.

Skladovat je lze nasucho nebo v uchovávacím roztoku, který ale musí být každé čtyři týdny měněn. [1, 11]

#### 5.4 Úprava a leštění pevných kontaktní čoček

Přesto, že při objednání kontaktních čoček si lze vybrat z velikého množství parametrů a kontaktní čočky jsou vyráběny přesně, může být někdy užitečné kontaktní čočku dopravit. Relativně snadno a rychle lze upravit vrcholovou lámavost, odstranit drobné defekty na okraji, zmenšit průměr nebo odstranit drobné škrábance. Zapotřebí je ovšem speciálního vybavení. (Obr. 28) [1, 3]



Obr. 28: Příklad přístroje pro úpravu pevných kontaktní čoček a různé kaloty pro změnu zakřivení a odstranění škrábanců [1]

## 6 Následné kontroly a možné komplikace

Následné kontroly mají zajistit, že pomocí změny parametrů kontaktní čočky, změny roztoků nebo způsobu péče se předejde rozvoji nebo ještě lépe vzniku případných komplikací. Pravidelné následné kontroly jsou tedy základem pohodlného a dlouhého nošení kontaktních čoček a tím i spokojenosti klienta. [14]

První kontrola by měla proběhnout po 14 dnech od dokončené aplikace a vydání finální kontaktní čočky. Následuje kontrola po 4–6 týdnech, poté po půl roce a následně vždy minimálně jednou do roka. Kontroly se doporučují v odpoledních hodinách, po 6–8 hodinách nošení, aby bylo možné zkontrolovat stav při vysokém zatížení rohovky. Při prodlouženém nošení je naopak vhodné provést kontrolu ráno, protože rohovka je nejvíce namáhaná přes noc. [12, 14]

### 6.1 Postup při kontrole

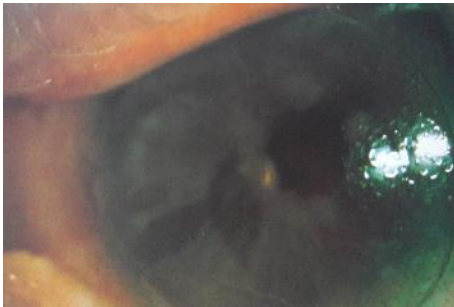
První část kontroly je subjektivní. Vhodné je začít otázkou, zda má klient problémy nebo zda přišel pouze na rutinní kontrolu. Při problémech následují otázky: Na kterém oku jsou? Kdy začaly a co se zdá, že je vyvolává, co tlumí? Zhoršují se nebo zlepšují? Dále následují otázky na počet hodin nošení kontaktních čoček denně a kolik dní v týdnu. Na pohodlí při nošení má veliký vliv i režim péče. U prvních kontrol po aplikaci se doporučuje nechat klienta předvést, jak s kontaktními čočkami manipuluje a jak je čistí, aby se opravením případných chyb předešlo diskomfortu. Dále je vhodné si nechat ukázat pouzdro a zkontrolovat jeho čistotu. [11, 14]

Druhá část kontroly je refrakce. Monokulární a binokulární určení visu doplněné o sférickou dokorekci (monokulární s následným binokulárním vyvážením). Pokud není visus dostatečně vysoký, je vhodné provést sféro-cylindrickou dokorekci. Při přetrvávajícím nižším visu by měla být zvážena a vyšetřena i možnost binokulárních problémů. Zhoršené vidění mohou také způsobit usazeniny na kontaktní čočce nebo suché oko. [1, 11]

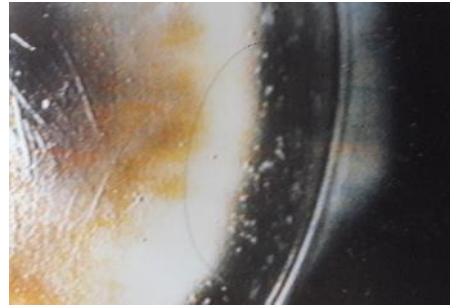
Nezbytnou třetí částí kontroly je vyšetření na šterbinové lampě. Nejprve za použití difúzního světla, poté v modrém světle po aplikaci fluoresceinu. Je kontrolována správnost zadní plochy kontaktní čočky, její pohyb a centrace. Dále po vydání kontaktní čočky z oka je vyšetřen stav předního segmentu. Doporučuje se

i provedení topografie rohovky a porovnání s předchozím stavem pro kontrolu, jestli tlak kontaktní čočky na rohovku nezpůsobil změny. [1, 11, 14]

Na štěrbinové lampě se kontroluje se i stav kontaktní čočky. Častými nálezy jsou lipidové usazeniny (Obr. 29), které poškozují integritu slzného filmu a tím zvyšují citlivost kontaktní čočky, usazeniny dalších částí slzného filmu (Obr. 30), škrábance (Obr. 31) nebo poškození okraje (Obr. 32). [11, 14]



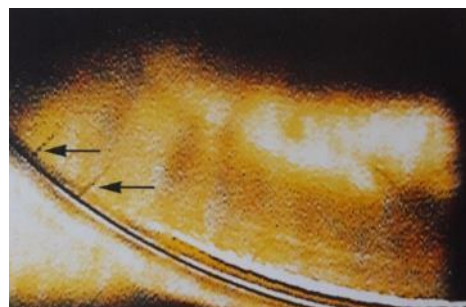
Obr. 29: Lipidové usazeniny na povrchu KČ [14]



Obr. 30: Usazeniny v periférii zadní plochy KČ [14]



Obr. 31: Škrábance na povrchu KČ [14]



Obr. 32: Poškození okraje KČ [14]

Každý krok následné kontroly by měl být včetně případných nálezů pečlivě dokumentován a u jednotlivých vyšetření by měl vždy být klientovi vysvětlen jejich význam. Důležité je výsledky na závěr spolu s klientem analyzovat, vysvětlit případné problémy a nabídnout možnosti řešení. [11, 14]

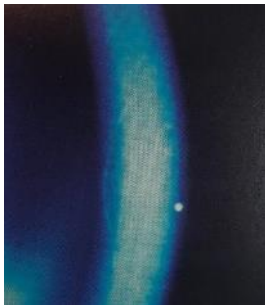
## 6.2 Komplikace spojené s aplikací kontaktních čoček

Při následné kontrole je potřeba řešit i drobné komplikace. Zachycení v počátku urychlí jejich léčbu a sníží počet klientů, kteří z důvodu nespokojenosti s nošením

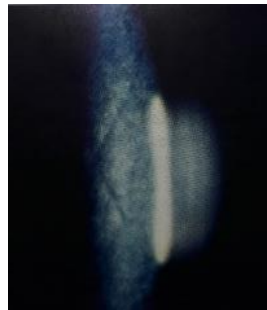
kontaktních čoček skončí. Nalezené změny na oku je vždy potřeba pečlivě zapsat a jejich vážnost určit například podle Efronovy stupnice pro třídění komplikací kontaktních čoček (Příloha 4). [1, 11]

Změny na předním segmentu může způsobit:

Hypoxie – obvyklé projevy jsou nespecifické (pocit suchého oka). Pozorovatelná je hyperemie kolem limbu, edém rohovky, tvorba strií (Obr. 33), záhybů v oblasti descementovy membrány (Obr. 34) a dalším zhoršením stavu se snižuje průhlednost rohovky. Chronická hypoxie způsobuje mikrocysty v rohovkovém epitelu (Obr. 35). Řešením hypoxie je snížení doby nošení kontaktních čoček, zmenšení jejich průměru nebo použití materiálu s větší propustností pro kyslík. [1, 11, 14]



Obr. 33: Strie na epitelu rohovky [1]



Obr. 34: Záhyby na rohovce [1]

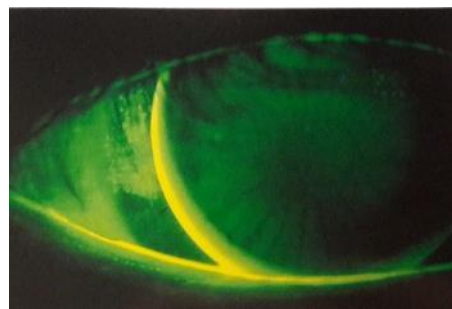


Obr. 35: Mikrocysty na epitelu rohovky [14]

Suché oko – pokud je příčinou suchosti blefaritida, jsou pozorovatelné anomálie na okrajích víček (Obr. 36). Tlakem okraje kontaktní čočky mohou vznikat skvrny v periférii rohovkového epitelu (Obr. 37). Při dlouhodobém výskytu teček hrozí vznik jizev. Často ale subjektivní pocit suchosti vyvolává hypoxie nebo podráždění rohovky. Řešením hypoxie je eliminovat příčiny vzniku (blefaritidu), pečlivě vybírat roztoky a pravidelně měnit kontaktní čočky. Umělé slzy by měli být až poslední možností řešení [11, 14]



Obr. 36: Blefaritida [11]

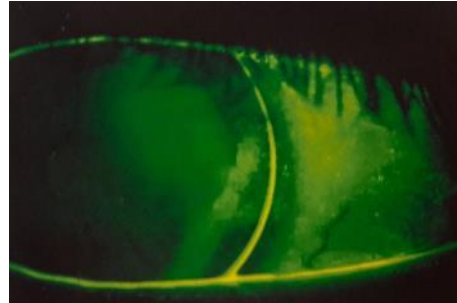


Obr. 37: Skvrny na 9. hodině [14]

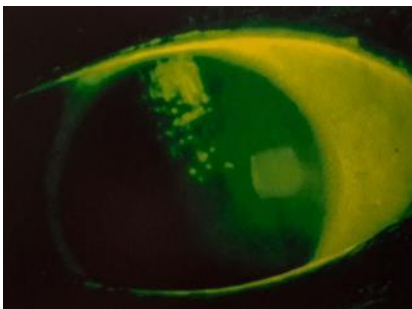
Mechanická příčina – ostrý okraj kontaktní čočky může způsobit poranění rohovky (Obr. 38) nebo může vzniknout drobná eroze epitelu (Obr. 39, Obr. 40). Při vážnější erozi vzniklé například proniknutím cizího tělesa pod kontaktní čočku je potřeba nošení přerušit až do úplného zahojení defektu (Obr. 41). [11, 14]



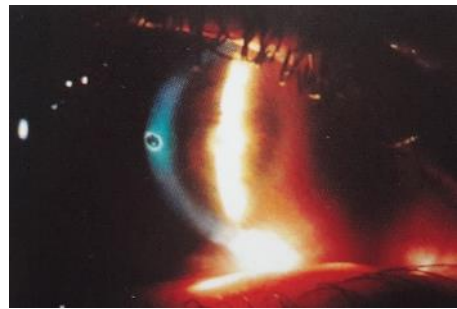
Obr. 38: Škrábanec na rohovce [14]



Obr. 39: Eroze epitelu rohovky způsobená okrajem KČ [14]

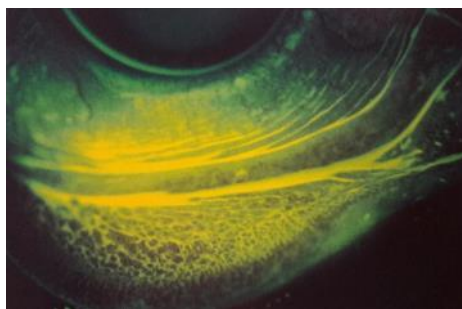


Obr. 40: Eroze epitelu rohovky způsobená fluoresceinovým proužkem [14]



Obr. 41: Eroze epitelu rohovky způsobená cizím tělesem pod KČ [14]

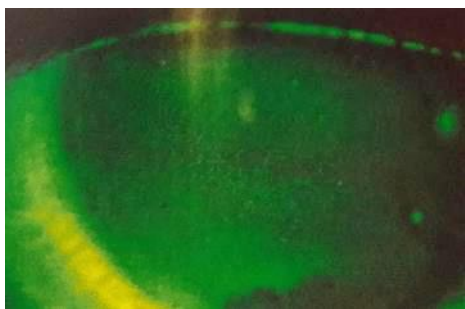
Mechanický stres může změnit tvar rohovky nebo vyvolat papilární konjunktivitidu. (Obr. 42). Příčinou konjunktivitidy může být i imunitní odpověď na usazeniny na kontaktní čočce, proto je řešením efektivnější čištění a častá výměna. Dalšími možnostmi je upravit okraj nebo změnit průměr kontaktní čočky. [11, 14]



Obr. 42: Gigantopapilární konjunktivitida [14]



Toxická a hypersensitivní reakce – díky vylepšování složení roztoků je dnes méně obvyklá než dříve. Mezi projevy patří spojivková a víčková konjunktivitida, povrchová tečkovitá keratitida (Obr. 43), rohovkové infiltráty (Obr. 44), oteklá víčka nebo nestabilní slzný film. Při vážných projevech je rozumné přerušit nošení kontaktních čoček až do odeznění. Při méně vážných projevech stačí použití čistících roztoků s jinými konzervačními látkami. Příčinou reakce může být i čištění kontaktních čoček až před nasazením. Enzymy, které by měli vyčistit povrch kontaktní čočky při skladování, nejen kontaktní čočku nestihnou dočistit, ale také dráždí oko. [11, 14]



Obr. 43: Povrchová tečkovitá keratitida [14]



Obr. 44: Rohovkové infiltráty [14]

Infekční záněty – hypoxie rohovky a narušení přirozené výměny slzného filmu zvyšují riziko vzniku infekce. Kontaktní čočky mohou také být nositelem bakterií, které by se do oka jinak nedostaly. Mezi projevy bakteriálního zánětu patří oteklé víčko, hyperemie spojivky, hlenovitý slzný film, rohovkový vřed (Obr. 45), otok rohovky nebo velmi často zúžená zornice. Infekce akantamébou je častěji spojovaná s nositeli měkkých kontaktních čoček, může se vyskytnout ale i u nositelů pevných. U infekčních zánětů je nezbytné okamžité odeslání klienta k oftalmologovi, aby co nejdříve začala léčba. [1, 11, 27]



Obr. 45: Rohovkový vřed při mikrobiální keratidě [1]



## Závěr

Cílem této práce bylo popsat aplikaci pevných kontaktních čoček a ukázat jejich výhody i nevýhody. Od jejich nošení často odrazují dva faktory, jejich cena a delší navykací doba. Pokud se ale propočítá, kolik by stály měkké kontaktní čočky na období, které vydrží jeden pár pevných, a dále se vezme v úvahu nižší riziko výskytu komplikací a často lepší vidění (zvláště u astigmatických vad), je, myslím, možno považovat pevné kontaktní čočky za smysluplnou investici. Zrak je velmi důležitým smyslem a měli bychom si ho chránit. Samozřejmě bych ale nedoporučovala pevné kontaktní čočky klientům, kteří je chtějí nosit dvakrát týdně večer na sport, dva týdny o letní dovolené u moře nebo občas do divadla. Pevné kontaktní čočky jsou vhodné pro pravidelné nošení. Díky novým materiálům je dnes málo absolutních kontraindikací aplikace, při defektech předního segmentu nebo některých celkových onemocněních by ale aplikace měla být nejdříve prokonzultována s oftalmologem.

V druhé kapitole jsou popsána vyšetření potřebná pro úspěšný průběh aplikace. Velmi důležité je přesné změření parametrů rohovky. Pro analýzu výsledků je zvolen keratograf od firmy Oculus. Pro měření lze ale využít i řadu dalších přístrojů, například pouze okrajově zmíněné keratometry. Tyto přístroje měří pouze centrální zakřivení a excentricitu je potřeba následně dopočítat. Věnovat se podrobněji různým druhům měření již ale nedovoluje rozsah práce.

Na základě provedených měření jsou zvoleny parametry zkušební kontaktní čočky, postup je popsán v kapitole třetí. Existují různé názory, jak stanovit zakřivení zadní plochy kontaktní čočky nebo její průměr. Za vhodné považuji držet se doporučení, které výrobce pro daný druh kontaktní čočky uvádí. Pokud výsledek nevyhovuje, je možné zkusit jinou filosofii aplikace, využít poradenství, které většina firem nabízí, nebo jiného výrobce. Před nasazením na oko by mělo být zkontrolováno, zda daná kontaktní čočka má skutečně uvedené parametry a nedošlo k záměně.

Zhodnocení správnosti aplikace může proběhnout vždy až po 30-60 minutách od nasazení do oka, protože oko si na cizí předmět musí nejdříve zvyknout. Důležité jsou subjektivní pocity klienta stejně tak jako ostrost vidění a kontrola parametrů a pohybu kontaktní čočky na šterbinové lampě. Pro zhodnocení správnosti zadní plochy kontaktní čočky je nezbytné použití fluoresceinu. Každá kontaktní čočka vložená do oka by měla být spolu s vyhodnocením vždy pečlivě zaznamenána.

Před vydáním kontaktních čoček domů musí být klient schopen si kontaktní čočky samostatně nasadit a vyndat, postup je popsán v páté kapitole. Pro úspěšnou aplikaci a spokojenost klienta je důležitá i správná péče. Pokud není kontaktní čočka správně vyčištěná, zhoršuje se nejen vidění a pohodlnost, ale také se zvyšuje riziko infekce. Existují různé druhy roztoků, vybrané roztoky jsou popsány v příloze 3. Na rozdíl od měkkých lze pevné kontaktní čočky mírně doupravit, na to je ale potřeba mít speciální vybavení.

Pro spokojené dlouhodobé nošení hrají důležitou roli i pravidelné následné kontroly, díky kterým by se měly odhalit problémy již v počátku, aby nedošlo k jejich rozvoji. Proto je potřeba vědět, jaké komplikace se mohou vyskytnout, tedy na co se při kontrole zaměřit, a jak je řešit. Mnoho komplikací lze vyřešit pečlivější hygienou, změnou roztoků nebo zkrácením doby nošení. Zabývat se jednotlivými problémy dopodrobna by již ale přesahovalo téma práce, proto je v šesté kapitole pouze stručný přehled vybraných komplikací.

O problematiku pevných kontaktních čoček jsem se začala zajímat, když mi bylo nabídnuto je nosit. Byla jsem nadšená z kvality vidění. Nebýt ale mého studia optometrie, pravděpodobně bych nezjistila, že tato možnost korekce existuje. Díky psaní této práce jsem získala mnoho cenných informací o způsobu aplikace a výhodách a nevýhodách nošení. Dále díky sestavování přílohy o vybraných materiálech a roztocích pro péči jsem získala přehled o firmách, které pevné kontaktní čočky vyrábějí, a o současných možnostech na trhu. Doufám, že získané vědomosti o aplikaci pevných kontaktních čoček se mi podaří použít a rozšířit po dokončení studia v praxi.

## Seznam použité literatury

- [1] MÜLLER-TREIBER, A. *Kontaklinsen Know-how*. Heidelberg: Optische Fachveröffentlichung GmbH, 2013. ISBN 978-3-942873-17-8
- [2] KIRSCHKAMP, T. *Kontaktlinse 1 - výukové materiály k předmětu Kontaktlinse 1, Studeingang Augenoptik / Augenoptik und Hörakustik Fakultät Optik und Mechatronik Hochschule Aalen für Technik und Wirtschaft, Aalen, 2016.*
- [3] BARON H. *Kontaklinsen*. Heidelberg: Optische Fachveröffentlichung GmbH, 1991. ISBN 3-922269-05-2
- [4] RUBEN M., KHOO C. Y. *Contact lenses medical aspects*. Singapore: P G Publishing, 1989. ISBN 9971-973-95-2
- [5] MARTIN, R., ALONSO, E. *Comparison of the number of visits and diagnostic lenses required to fit RGP, conventional hydrogel and silicone hydrogel contact lenses*. Journal of Optometry, vol. 3, 2010, no. 3, page 169-174
- [6] CAVANAGH, H. D., ROBERTSON, D. M., PETROLL W. M. *Forty Years in Search of the Perfect Contact Lens*. Cornea, vol. 29, 2010, no. 10, page 1075-1085
- [7] MUNTZ, A. et al. *Tear exchange and contact lenses: A review*. Journal of Optometry, vol. 8, 2015, review, page 2-11
- [8] FORISTER, J. F. et al. *Prevalence of contact lens-related complications: UCLA contact lens study*. Eye Contact Lens, vol. 35, 2009, no. 4, page 176-180
- [9] STAPLETON, F. et al. *The incidence of contact lens-related microbial keratitis in Australia*. Ophthalmology, vol. 115, 2008, no. 10, page 1655-1662
- [10] URGACZ, A., MRUKWA, E., GAWLIK, R. *Adverse events in allergy sufferers wearing contact lenses*. Postepy Dermatol Alergol, vol. 32, 2015, no. 3, page 204-209
- [11] FRANKLIN, A., FRANKLIN, N. *Rigid Gas-Permeable Lens Fitting Eye essentials*. London: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-8890-1
- [12] KIRSCHKAMP, T. *Kontaktlinse 2 - výukové materiály k předmětu Kontaktlinse 2, Studeingang Augenoptik / Augenoptik und Hörakustik Fakultät Optik und Mechatronik Hochschule Aalen für Technik und Wirtschaft, Aalen, 2016.*

- [13] PETROVÁ, S., MAŠKOVÁ, Z., JUREČKA, T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2
- [14] FABER, E., REHM, J. *Spaltlampenmikroskopie in der Kontaktlinsenanpassung*. Kiel: Nieswand Verlag, 1996. ISBN 3-926048-33-6
- [15] GÜNTER, F. *Grundlagen der Kontaktlinsenanpassung*. Heidelberg: Optische Fachveröffentlichung GmbH, 1993. ISBN 3-922269-08-7
- [16] BLACHUT, B. *Rotačně symetrické - tvarově stálé kontaktní čočky - výukový materiál k semináři Hecht Contactlinsen*, Hecht Contactlinsen, Praha, 2005.
- [17] GASSON, A., MORRIS, J. *The Contact Lens Manual: A Practical Guide to Fitting*. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2010. ISBN 978-0-7506-759-01
- [18] Hecht Contactlinsen GmbH. *Hecht* [online]. ©2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: <http://www.hecht-kontaktlinsen.de/>
- [19] FLETCHER, R., LUPELLI, L., ROSSI, A. L. *Contact Lens Practice: A Clinical Guide*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994. ISBN 0-632-03287-1
- [20] Hecht Contactlinsen Österreich. *Hecht Contactlinsen* [online]. 2017 [cit. 2017-10-16]. Dostupné z: <http://www.hecht-contactlinsen.at/>
- [21] Menicon Co., Ltd. *Menicon* [online]. 2014 [cit. 2017-10-17]. Dostupné z: <http://www.menicon.com/pro/>
- [22] Wöhlk Contactlinsen GmbH. *Wöhlk Contactlinsen* [online]. 2017 [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: [http://www.woehlk.com.hr/pdf/eWOEHLK\\_Produk\\_RGP.pdf](http://www.woehlk.com.hr/pdf/eWOEHLK_Produk_RGP.pdf)
- [23] Bausch & Lomb Incorporated. *Bausch & Lomb* [online]. © 2017 [cit. 2017-10-17]. Dostupné z: <http://www.bausch.com/ecp/>
- [24] Paragon Vision Sciences. *Paragon Vision Sciences* [online]. ©2016 [cit. 2017-10-17]. Dostupné z: <https://www.paragonvision.com/ecp/>
- [25] Contamac. *Contamac* [online]. ©2017 [cit. 2017-10-17]. Dostupné z: <https://www.contamac.com/>
- [26] BARON, H. *Pflege von Kontaktlinsen: Einführung und Anleitung für alle, die sich mit der Abgabe von Kontaktlinsen beschäftigen*. Heidelberg: Optische Fachveröffentlichung GmbH, 1987. ISBN 3-9800643-8-7

- [27] LOH, K. Y., AGARWAL, P. *Contact lens related corneal ulcer*. Malaysian Family Physician, vol. 5, 2010, no 1, page 6-8
- [28] TECHLENS WL Contactlinsen GmbH. *TECH-LENS* [online]. 2017 [cit. 2017-11-17]. Dostupné z: <http://www.technolens.de/default.html>
- [29] Contact Lens Manufacturers Association. *GP Lens Institute* [online]. ©2017 [cit. 2017-11-17]. Dostupné z: <http://www.gpli.info/>
- [30] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Ministerstvo zdravotnictví ČR* [online]. © 2010 [cit. 2017-10-19]. Dostupné z: <http://www.mzcr.cz/KvalitaABezpeci/>
- [31] Lobob Laboratories, Inc. *Lobob* [online]. ©2017 [cit 2017-11-18]. Dostupné z: <http://www.loboblabs.com/store/index.php>
- [32] 4Care GmbH. *4CARE Eye Professionals* [online]. © 2017 [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: <http://www.4care.com/>
- [33] 4Care GmbH. *LENSBEST – Einfach. Besser. Sehen.* [online]. 2017 [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: <https://www.lensbest.de/>
- [34] Johnson & Johnson Vision Care. *ACUVUE® Brand Contact Lenses* [online]. ©2017 [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: <https://www.acuvueprofessional.com/>

## Seznam zkratek

ax	osa cylindru
cm	centimetr
cyl	cylindr
D	dioptrie
Dk	propustnost pro kyslík
FSA	Fluorosilikon akrylát
g	gram
KČ	kontaktní čočky
m	metr
mm	milimetr
mmHg	milimetr rtuťového sloupce
n	index lomu
O <sub>2</sub>	kyslík
r	poloměr
R	rohovka
SA	Silikon akrylát
sec	sekunda
sph	sféra
$\varepsilon$	excentricita

## Seznam obrázků

Obr. 1: Rozdílné působení brýlových a kontaktních čoček na zorné pole .....	9
Obr. 2: Zkreslení obrazu vlivem torických brýlových čoček .....	10
Obr. 3: Procentuální změna velikosti sítnicového obrazu v závislosti na axiální refrakci pro různé vzdálenosti brýlové čočky od oka .....	11
Obr. 4: Postup vyšetření předního segmentu na šterbinové lampě.....	15
Obr. 5: Znázornění rozdílu mezi rotačně symetrickou a torickou rohovkou.....	15
Obr. 6: Keratograf Oculus – základní zobrazení .....	16
Obr. 7: Keratograf Oculus – simulace aplikace pevné kontaktní čočky.....	17
Obr. 8: Měření horizontálního průměru rohovky .....	18
Obr. 9: Měření vzdálenosti víček (VPA).....	18
Obr. 10: Rozdělení kontaktních čoček podle geometrie zadní plochy .....	19
Obr. 11: Optické působení slzné čočky .....	23
Obr. 12: Schéma pro výpočet astigmatického působení slzné čočky .....	24
Obr. 13: Lupa.....	26
Obr. 14: Držák pro oftalmometr na měření zakřivení zadní plochy pevné kontaktní čočky.....	26
Obr. 15: V-drážka na měření průměru pevné kontaktní čočky.....	27
Obr. 16: Mínusový okraj k řešení decentrace kontaktní čočky .....	30
Obr. 17: Možnosti aplikace při rotačně symetrické rohovce a správné excentricitě .....	31
Obr. 18: Paralelní aplikace na mírně astigmatické rohovce .....	32
Obr. 19: Strmá aplikace na mírně astigmatické rohovce .....	32
Obr. 20: Plochá aplikace na mírně astigmatické rohovce.....	33
Obr. 21: Úhel smáčivosti $\phi$ mezi tekutinou a povrchem .....	34
Obr. 22: Nasazování kontaktní čočky.....	37
Obr. 23: Vyjmutí kontaktní čočky pomocí savky.....	37
Obr. 24: Vyjmutí kontaktní čočky pomocí víček .....	38
Obr. 25: Vyjmutí kontaktní čočky tahem očního koutku .....	38
Obr. 26: Pouzdro na čištění peroxidem vodíku .....	40
Obr. 27: Mechanické čištění kontaktních čoček.....	41
Obr. 28: Přístroj pro úpravu pevných kontaktní čoček a různé kaloty pro změnu zakřivení a odstranění škrábanců.....	43
Obr. 29: Lipidové usazeniny na povrchu KČ .....	45

Obr. 30: Usazeniny v periferii zadní plochy KČ .....	45
Obr. 31: Škrábance na povrchu KČ .....	45
Obr. 32: Poškození okraje KČ .....	45
Obr. 33: Strie na epitelu rohovky.....	46
Obr. 34: Záhyby na rohovce .....	46
Obr. 35: Mikrocysty na epitelu rohovky.....	46
Obr. 36: Blefaritida .....	46
Obr. 37: Skvrny na 9. hodině.....	46
Obr. 38: Škrábanec na rohovce.....	47
Obr. 39: Eroze epitelu rohovky způsobená okrajem KČ .....	47
Obr. 40: Eroze epitelu rohovky způsobená fluoresceinovým proužkem.....	47
Obr. 41: Eroze epitelu rohovky způsobená cizím tělesem pod KČ .....	47
Obr. 42: Gigantopapilární konjunktivitida.....	47
Obr. 43: Povrchová tečkovitá keratitida .....	48
Obr. 44: Rohovkové infiltráty.....	48
Obr. 45: Rohovkový vřed při mikrobiální keratitidě .....	48



## Seznam tabulek

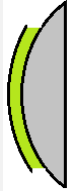




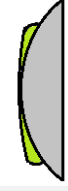
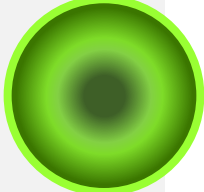




Tab. 1: Příklad geometrií rotačně symetrických kontaktních čoček od firmy Hecht .....	20
Tab. 2: Doporučený průměr pro kontaktní čočky od firmy Hecht .....	22
Tab. 3: Chování kontaktní čočky při změně parametrů.....	25
Tab. 4: Příklad výběru parametrů kontaktní čočky.....	25
Tab. 5: Režim návyku na pevné kontaktní čočky .....	39

## Seznam příloh

Příloha 1: Fluoresceinové obrazy u různých druhů aplikace pevných kontaktních čoček .....	59
Příloha 2: Přehled vybraných materiálů pro výrobu pevných kontaktních čoček .....	61
Příloha 3: Přehled vybraných roztoků pro péči o pevné kontaktní čočky .....	65
Příloha 4: Efronova stupnice pro třídění komplikací kontaktních čoček.....	69

# Přílohy

Příloha 1: Fluoresceinové obrazy u různých druhů aplikace pevných kontaktních čoček

<i>Druh aplikace</i>	<i>Zakřivení a excentricita</i>	<i>Nákres rohovky / Odstup KČ v hlavních řezech rohovky</i>	<i>Fluoresceinový obraz</i>
<b>Paralelní aplikace</b>	$r_{KČ} = r_R$		
- rotačně-symetrická rohovka	$\epsilon_{KČ} = \epsilon_R$		
- astigmatická rohovka			
			
<b>Centrální přemostění</b>	$r_{KČ} < r_R$		
- rotačně-symetrická rohovka	$\epsilon_{KČ} > \epsilon_R$		
- astigmatická rohovka			
			
<b>Kokarda</b>	$r_{KČ} > r_R$		
- rotačně-symetrická rohovka	$\epsilon_{KČ} < \epsilon_R$		
- astigmatická rohovka			
			

<i>Druh aplikace</i>	<i>Zakřivení a excentricita</i>	<i>Nákres rohovky / Odstup KČ v hlavních řezech rohovky</i>	<i>Fluoresceinový obraz</i>
<b>Plochá aplikace</b>	$\Gamma_{KČ} > \Gamma_R$ $\varepsilon_{KČ} = \varepsilon_R / \varepsilon_{KČ} > \varepsilon_R$		
- astigmatická rohovka			
<b>Zdánlivě plochá aplikace</b>	$\Gamma_{KČ} = \Gamma_R$ $\varepsilon_{KČ} > \varepsilon_R + 1$		
- astigmatická rohovka			
<b>Strmá aplikace</b>	$\Gamma_{KČ} < \Gamma_R$ $\varepsilon_{KČ} = \varepsilon_R / \varepsilon_{KČ} < \varepsilon_R$		
- astigmatická rohovka			
<b>Zdánlivě strmá aplikace</b>	$\Gamma_{KČ} = \Gamma_R$ $\varepsilon_{KČ} < \varepsilon_R$		
- astigmatická rohovka			

Příloha 2: Přehled vybraných materiálů pro výrobu pevných kontaktních čoček [18, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29]

Název	Výrobce	Materiál SA/FSA*	Dk*	Index lomu	Specifická hmotnost <sup>A</sup>	Úhel smáčivosti	Shoerova tvrdost	UV- filtr	Barva	Vlastnosti/Použití:
<b>Boston II</b>	Bausch +Lomb	Irafocon A	12	1,471	1,13	20°	85	ne	modrá	- (pouze) denní nošení - vyšší sklon k lipidovým usazeninám
		SA								
<b>Boston IV</b>	Bausch +Lomb	Irafocon B	19	1,469	1,10	17°	84	ne	modrá, bezbarvá	- (pouze) denní nošení - vyšší sklon k lipidovým usazeninám
		SA								
<b>Boston EO (ES2)</b>	Bausch +Lomb Hecht	Enflufocon B	58	1,429	1,23	49°	83	ano/ ne	modrá, zelená, šedá, hnědá	- dlouhé denní nošení - odolnost proti usazeninám - vhodné pro velmi nepravidelné rohovky, po operacích
		Aercor™ FSA								
<b>Boston Equalens</b>	Bausch +Lomb Hecht	Irafluorfocon A	47	1,439	1,19	30°	81	ano	modrá	- pro vysoké dioptrie - dlouhé denní nošení - přiležitostní přespávání
		FSA								
<b>Boston Equalens II</b>	Bausch +Lomb	Oprifocon A	85	1,423	1,24	30°	81	ano/ ne	modrá, zelená, bezbarvá	- prodloužené nošení - po operacích rohovky
		FSA								
<b>Boston ES</b>	Bausch +Lomb Hecht	Enflufocon A	18	1,443	1,22	52°	85	ano/ ne	modrá, zelená, hnědá, šedá, bezbarvá	- (pouze) denní nošení - pro ztencenou geometrii - vyšší sklon k usazeninám
		Aercor™ FSA								
<b>Boston XO</b>	Bausch +Lomb	Hexafocon A	100	1,415	1,27	49°	81	ano/ ne	modrá, zelená, fialová, bezbarvá	- po operacích rohovky - pro přechod z měkkých KČ - pro velký průměr
		FSA								

<i>Název</i>	<i>Výrobce</i>	<i>Materiál</i>	<i>DK</i>	<i>Index lomu</i>	<i>Specifická hmotnost<sup>4</sup></i>	<i>Úhel smáčivosti</i>	<i>Shoerova tvrdost</i>	<i>UV-filtr</i>	<i>Barva</i>	<i>Vlastnosti/Použití:</i>
<b>Boston</b>	Bausch +Lomb	Hexafocon B	141	1,424	1,19	38°	78	ano/	modrá, zelená,	- dlouhé denní nošení
<b>XO2</b>	Hecht	FSA						ne	fialová, bezbarvá	- po operacích rohovky - pro přechod z měkkých KČ - pro velký průměr
<b>FluroPerm 30</b>	Paragon Vision	Paflufocon C FSA	30	1,466	1,14	12,8	84	ano/ ne		- (pouze) denní nošení - odolnost proti usazeninám
<b>FluroPerm 60</b>	Paragon Vision	Paflufocon B FSA	43	1,453	1,15	15°	84	ano/ ne		- až 7denní kontinuální nošení - odolnost proti usazeninám
<b>FluroPerm 92</b>	Paragon Vision	Paflufocon A FSA	64	1,453	1,10	16°	81	ano/ ne		- až 7denní kontinuální nošení - odolnost proti usazeninám
<b>Menicon Z</b>	Menicon	Tisilfocon A FSA	163	1,437	1,20	24°	83	ano	modrá	- až 7denní kontinuální nošení - odolnost proti usazeninám
<b>Optimum classic</b>	Contamac	Roflufocon A	26	1,450	1,19	12°	83	ano/ ne	modrá, zelená, šedá	- po refrakčních operacích - suché oči
<b>Optimum comfort</b>	Contamac	Roflufocon C FSA	65	1,437	1,17	6°	79	ano/ ne	modrá, zelená, šedá, hnědá, červená	- prodloužené nošení, přespávání - po refrakčních operacích - suché oči

<i>Název</i>	<i>Výrobce</i>	<i>Materiál</i>	<i>Dk*</i>	<i>Index lomů</i>	<i>Specifická hmotnost<sup>4</sup></i>	<i>Úhel smáčivosti</i>	<i>Shoerova tvrdost</i>	<i>UV-filtr</i>	<i>Barva</i>	<i>Vlastnosti/Použití:</i>
<b>Optimum extra</b>	Contamac Hecht	Roflufocon D FSA	100	1,431	1,16	3°	75	ano/ ne	bezbarvá, modrá, zelená, šedá, fialová	- prodloužené nošení, přespávání - po refrakčních operacích - suché oči
<b>Optimum extreme</b>	Contamac	Roflufocon B FSA	125	1,432	1,15	6°	77	ano/ ne	bezbarvá, modrá, zelená, šedá, fialová, červená	- prodloužené nošení, přespávání - po refrakčních operacích - suché oči
<b>Paragon Thin</b>	Paragon Vision	Paflufocon C FSA	23	1,463	1,15	12,8°	85	ano	modrá, zelená, bezbarvá	- (pouze) denní nošení - pro extra ztenčenou geometrii
<b>Paragon HDS</b>	Paragon Vision Hecht	Paflufocon B FSA	40	1,449	1,16	14,7°	84	ano	modrá, zelená, bezbarvá	- prodloužené nošení - pro vysoké dioptrie - odolnost proti usazeninám
<b>Paragon HDS 100</b>	Paragon Vision	Paflufocon D FSA	100	1,442	1,10	42°	79	ano	modrá, zelená, bezbarvá	- až 7 dní nošení v kuse - po refrakčních operacích
<b>Quantum I</b>	Bausch +Lomb	Siflufocon A FSA	33	1,428	1,25	48°	84	ne	světle modrá	- denní nošení
<b>Quantum II</b>	Bausch +Lomb	Hexafocon A FSA	100	1,414	1,26	49°	81	ne	světle modrá	- dlouhé denní nošení - po operacích rohovky

Název	Výrobce	Material	Dk*	Index lomu	Specifická hmotnost <sup>Δ</sup>	Úhel smáčivosti	Shoerova tvrdost	UV- filtr	Barva	Vlastnosti/Použití:
Wöhlk CFA	Wöhlk	Fluor-Silikon- Methacrylát- Copolymer	46	1,468	1,1	51°	81	ne	světle fialové	- pro ztenčenou geometrii - špatný slzný film - odolnost proti usazeninám - při decentraci dolů
Wöhlk ASF 60	Wöhlk	FSA 60	50	1,468	1,096	49°	80	ano	světle zelená	- pro ztenčenou geometrii - špatný slzný film - odolnost proti usazeninám - při decentraci dolů
Wöhlk A90	Wöhlk	Fluor-Silikon- Methacrylát- Copolymer	75	1,458	1,1	58°	79	ne	světle zelená	- prodloužené nošení - pro ztenčenou geometrii - střední odolnost proti usazeninám - při decentraci dolů
Wöhlk 100UV	Wöhlk	Fluor-Silikon- Methacrylát- Copolymer	80	1,460	1,096	60°	76	ano	světle modrá	- prodloužené nošení - pro ztenčenou geometrii - při decentraci dolů
Wöhlk ASF 120	Wöhlk	FSA 120	120	1,447	1,073	69°	78	ano	světle modrá	- prodloužené nošení - pro ztenčenou geometrii - při decentraci dolů







\* SA = Silikon akrylát, FSA = Fluorosilikon akrylát





<sup>†</sup>  $\times 10^{-11} (\text{cm}^3 \times \text{O}_2 \times \text{cm}) / (\text{sec} \times \text{cm}^2 \times \text{mmHg})$

<sup>Δ</sup> g / cm<sup>3</sup>








Příloha 3: Přehled vybraných roztoků pro péči o pevné kontaktní čočky [18, 21, 28, 29, 30, 31, 32]

<i>Název</i>	<i>Výrobce</i>	<i>Použití</i>	<i>Vlastnosti</i>	<i>Obrázek</i>
AOSEPT PLUS	Alcon	Čištění	- bez konzervantů - platinový katalyzátor	
Boston Advance® Cleaner	Bausch +Lomb	Čištění	- pro FSA materiály - čištění proteinů, lipidů a jiných usazenin	
Boston Advance® Conditioning Solution	Bausch +Lomb	Dezinfekce + skladování + smáčivost	- ničí mikroorganismy	
Boston® Cleaner	Bausch +Lomb	Čištění	- pro SA materiály	
Boston® Conditioning Solution	Bausch +Lomb	Dezinfekce + skladování + smáčivost	- pro SA materiály	
Boston® Laboratory Lens Cleaner	Bausch +Lomb	Silný čistič	- použití pouze od odborných pracovníků - čistí vosk, smůlu a další usazeniny	

<i>Název</i>	<i>Výrobce</i>	<i>Použití</i>	<i>Vlastnosti</i>	<i>Obrázek</i>
Boston® One Step	Bausch +Lomb	Čištění	- čistí lipidové usazeniny - použití jednou týdně	
Boston® Rewetting Drops	Bausch +Lomb	Smáčivost	- oční kapky - při suchém oku chrání proti podráždění a vzniku usazenin	
Boston Simplus® Multi-Action Solution	Bausch +Lomb	Čištění + dezinfekce + skladování + smáčivost	- pro FSA materiály - čištění proteinů a lipidů	
Concare® Aufbewahrungslösung	Concare	Dezinfekce + skladování		
Concare® Kochsalzlösung	Concare	Oplachování	- fyziologický roztok	
Concare® Lipoclean	Concare	Intenzivní čištění	- pro pevné i měkké kontaktní čočky - čistí lipidové usazeniny	
Concare® Physiol	Concare	Dezinfekce + skladování	- pro suché a citlivé oči - zlepšuje smáčivost	









































<i>Název</i>	<i>Výrobce</i>	<i>Použití</i>	<i>Vlastnosti</i>	<i>Obrázek</i>
Concare® Reinigungslösung	Concare	Čištění		
MeniCare Pure	Menicon	Čištění + dezinfekce + skladování + smáčivost		
MeniCare Plus All-in-one	Menicon	Čištění + dezinfekce + skladování + smáčivost	- čistí lipidové usazeniny	
Menicon Progent	Menicon	Čištění	- pro FSA materiály - čistí lipidové usazeniny - použití jednou týdně	
Lenscare Aufbewahrungs- Lösung	4Care	Dezinfekce + skladování		
Lenscare Hartlinsen- Reiniger	4Care	Intenzivní čištění	- neobsahuje alkohol - není abrazivní	
LENS PLUS OcuPure	Abbott Medical Optics	Oplachování	- fyziologický roztok - bez konzervantů - vhodné pro alergiky - použití s čistícími tabletami	

<i>Název</i>	<i>Výrobce</i>	<i>Použití</i>	<i>Vlastnosti</i>	<i>Obrázek</i>
Optimum CDS	Lobob	Čištění + dezinfekce + skladování	- pro FSA, SA, PMMA materiál	
Optimum ESC	Lobob	Intenzivní čištění	- pro FSA, SA, PMMA materiál - bez konzervantů	
Optimum WRW	Lobob	Smáčivost	- použití před nasazením nebo pro hydrataci během nošení	
Sensitive Eyes Plus	Bausch +Lomb	Oplachování	- fyziologický roztok	
Total Care Aufbewahrung	Abbott Medical Optics	Dezinfekce + skladování		
Total Care Proteinentfernungs -tabs	Abbott Medical Optics	Intenzivní čištění proteinů	- tablety pro použití jednou týdně	
Total Care Reiniger	Abbott Medical Optics	Intenzivní čištění		




Příloha 4: Efronova stupnice pro třídění komplikací kontaktních čoček [33]

## Efron Grading Scales for Contact Lens Complications

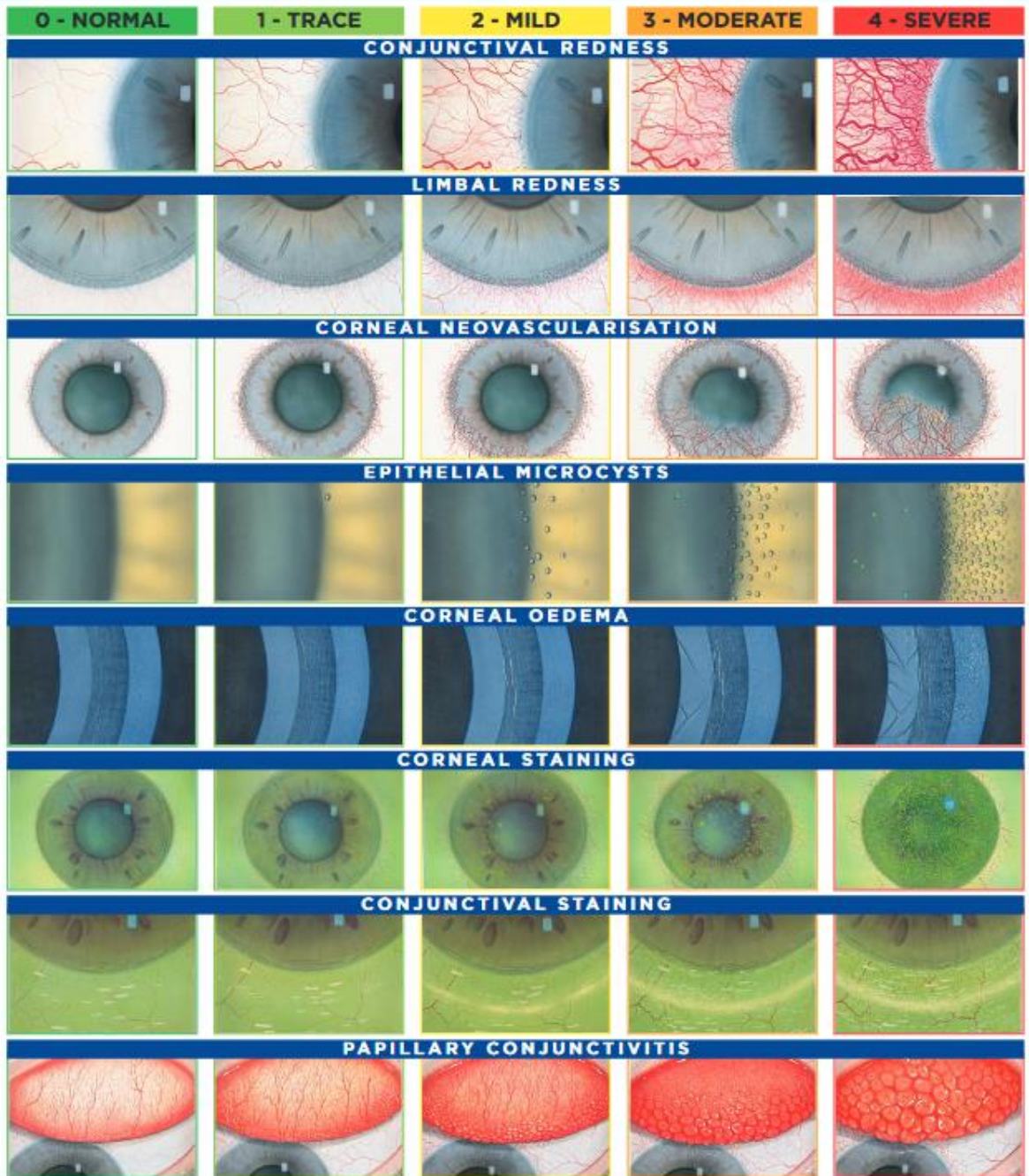
0 - NORMAL	1 - TRACE	2 - MILD	3 - MODERATE	4 - SEVERE
<b>BLEPHARITIS</b>				
				
<b>MEIBOMIAN GLAND DYSFUNCTION</b>				
				
<b>SUPERIOR LIMBIC KERATOCONJUNCTIVITIS</b>				
				
<b>CORNEAL INFILTRATES</b>				
				
<b>CORNEAL ULCER</b>				
				
<b>ENDOTHELIAL POLYMEGETHISM</b>				
				
<b>ENDOTHELIAL BLEBS</b>				
				
<b>CORNEAL DISTORTION</b>				
				

"Used by permission from Nathan Efron and Butterworth-Heinemann/Elsevier"  
 Supplement to the book *Contact Lens Practice*, 2nd edition by Nathan Efron,  
 published by Butterworth-Heinemann, 2010, ISBN 978-0-7506-8869-7



**THE VISION CARE  
INSTITUTE, LLC**  
a Johnson & Johnson company

# Efron Grading Scales for Contact Lens Complications



**IMPORTANT NOTE:** This grading scale, along with the instructions for use, were developed by Professor Nathan Efron. The grading scale is offered as an educational tool that you may choose to use as part of your patient evaluations. These materials are not intended as, and do not constitute, medical or optometric advice.



**THE VISION CARE  
INSTITUTE, LLC**  
a Johnson & Johnson company