



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Katedra biomedicínské techniky**

## **Pevné kontaktní čočky**

### **RGP contact lenses**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Ing. Kamila Korimová DiS.

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jakub Král

---

**Kladno 2018**

## Z a d á n í   b a k a l á ř s k é   p r á c e

Student: **Kamila Korimová**  
Obor: Optika a optometrie  
Téma: **Pevné kontaktní čočky**  
Téma anglicky: RGP contact lenses

Zásady pro vypracování:


Student vypracuje v úvodních kapitolách materiály a technologie výroby pevných kontaktních čoček. Práce též bude obsahovat základní postupy pro vhodný výběr pevné kontaktní čočky spolu s doprovodnými přístroji a vhodným softwarem pro vyhodnocení aplikace. V experimentální části student vypracuje metodiku vhodné aplikace různých typů RGP čoček a v rámci praktické dovednosti vyzkouší a popíše aplikace na 5ti probandech.

Seznam odborné literatury:


- [1] BENNETT, E.S., HOM, M.M., Manual of gas permeable contact lenses, ed. 2nd, St. Louis, Mo: BH, 2004, ISBN 9780750673358
- [2] GASSON, A., MORRIS, J. , The contact lens manual: a practical guide to fitting, ed. 3rd, New York: Butterworth-Heinemann, 2003, 450 s., ISBN 07-506-5548-8
- [3] EFRON, N., Contact Lens Complications , ed. 3rd, Edinburgh: Elsevier-Saunders, 2012, ISBN 9780702042690

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: Mgr. Jakub Král



.....  
vedoucí katedry / pracoviště



.....  
děkan

V Kladně dne 19.02.2018

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Pevné kontaktní čočky vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně 17.5.2018

.....

Ing. Kamila Korimová DiS.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Jakubovi Králi za cenné rady a připomínky. Také bych ráda poděkovala konzultantce Mgr. Lucii Křepelové za poskytnuté materiály, konzultace a zprostředkování praktických workshopů.

## **ABSTRAKT**

### **Pevné kontaktní čočky**

Cílem této bakalářské práce je poskytnout ucelené informace o pevných kontaktních čočkách, o jejich aplikaci, technologii výroby a možnostech využití. V rámci experimentální části práce bude provedena aplikace RGP čoček pěti probandům a bude vypracována metodika aplikace pevných kontaktních čoček. Aplikace probandů budou doloženy fotografiemi.

### **Klíčová slova**

RGP čočky, výroba RGP čoček, fluorescein, výhody RGP čoček

## **ABSTRACT**

### **RGP contact lenses**

Aim of this bachelor thesis is to bring integrated information about rigid gas-permeable contact lenses, about their application, manufacture technologies and their possibilities of use. In the experimental part, there will be applied RGP lenses to five probands and methodics for application of RGP lenses will be created. Application will be documented by photographs.

### **Keywords**

RGP lenses, manufacture of RGP lenses, fluorescein, advantages of RGP lenses

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Přehled současného stavu</b>	<b>9</b>
2.1	Případy pro pevné kontaktní čočky	9
2.2	Kontaktní čočka	10
2.3	Historie	11
2.4	Rozdíly mezi pevnými a měkkými kontaktními čočkami	13
2.5	Materiály pevných kontaktních čoček	13
2.6	Typy pevných kontaktních čoček	14
2.7	Výroba pevné kontaktní čočky	14
2.7.1	Vytvoření zadní plochy čočky	15
2.7.2	Vytvoření přední plochy čočky	15
2.7.3	Rytí, označení a děrování	16
2.7.4	Leštění okrajů a finální kontrola	16
2.8	Výhody a nevýhody RGP čoček	17
2.9	Aplikace pevných kontaktních čoček	18
2.9.1	Úvodní konzultace	18
2.9.2	Anamnéza	19
2.9.3	Dosavadní korekce a subjektivní refrakce	19
2.9.4	Měření rohovky	20
2.9.5	Keratometr	20
2.9.6	Rohovková topografie - CACT	21
2.9.7	Vyšetření na šterbinové lampě	21
2.9.8	Výběr vhodné kontaktní čočky	22
2.9.9	Aplikace kontaktní čočky na oko	22
2.9.10	Vyhodnocení usazení	22
2.9.11	Vyjmutí kontaktní čočky	25
2.9.12	Vyčištění kontaktní čočky a péče	25
2.9.13	Následná péče a kontrola	25
2.10	Kontraindikace	26
2.11	Dlouhodobé potíže u pevných kontaktních čoček	26

2.12	Ortokeratologie .....	27
2.13	Keratokonus a RGP čočky.....	28
2.14	Příspěvky pojišťovny na RGP.....	29
<b>3</b>	<b>Cíle práce .....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>Experimentální část.....</b>	<b>31</b>
4.1	Postup .....	31
4.2	BIAS a ASCON .....	32
4.3	Software pro aplikaci.....	33
4.4	Fotografie a popis.....	34
4.4.1	Proband č.1 .....	34
4.4.2	Proband č.2 .....	37
4.4.3	Proband č.3 .....	38
4.4.4	Proband č.4 .....	39
4.4.5	Proband č.5 .....	40
4.5	Metodika aplikace RGP.....	41
<b>5</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>44</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>45</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>48</b>



# 1 Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na téma Pevné kontaktní čočky. Důvodem pro volbu tohoto tématu bylo to, že v České republice jsou tyto kontaktní čočky jen velmi málo známé. U laické veřejnosti v podstatě neznámé. Přesto ale tyto kontaktní čočky, nazývané RGP, mohou uživatelům přinést mnoho benefitů a mohou být účinné v situacích, kdy nepomáhá brýlová korekce ani korekce měkkými kontaktními čočkami. Zkratka RGP představuje v anglickém jazyce rigid gas-permeable, což lze do českého jazyka přeložit jako tvrdé plynu-propustné. V naší zemi jsou aplikovány pouze několika odborníky. Důvodem může být náročnější proces aplikace, nebo také to, že v České republice vznikaly první hydrogelové, tedy měkké kontaktní čočky, a proto tu jsou rozšířenější. Doba přizpůsobování je u pevných kontaktních čoček delší.

Práce je zaměřena na technologie výroby těchto čoček, na materiály, ze kterých se RGP čočky vyrábějí. Je také popsán průběh aplikace pevných kontaktních čoček. Na základě experimentální části bude vypracována metodika aplikace RGP kontaktních čoček.

## 2 Přehled současného stavu

V následujícím textu bude popsán stav řešené problematiky pevných kontaktních čoček. Pevné kontaktní čočky mají obrovskou výhodu v dokonalém průniku kyslíku, ale nepropouštějí vodu. Přičemž korneální konstrukce čočky, která má dostatečnou pohyblivost po rohovce, řeší odvod zplodin od rohovky. Také je lze individuálně uzpůsobit. Jejich další vlastnosti budou popsány. (Kuchynka, 2007)

### 2.1 Případy pro pevné kontaktní čočky

Během posledních 30ti let se využívání pevných kontaktních čoček neustále konstantně snižuje. V 70. letech 20. století byly pevné kontaktní čočky aplikovány skoro ve většině případech aplikací, zatímco měkké kontaktní čočky byly novinkou na trhu. V současnosti je situace na trhu nakloněna měkkým kontaktním čočkám, které dominují na trhu kontaktních čoček. Tyto čočky sedí skoro každému pacientovi. Pacient může mít torické, multifokální nebo barevné kontaktní čočky v podstatě hned.

Aby pacient dosáhl přijatelného pohodlí, je u pevných kontaktních čoček vyžadována delší doba adaptace. Mnoho lidí tuto dobu přivykání nechce podstupovat, protože je nutné do ní věnovat svůj čas a úsilí. Pro některé jsou ale pevné kontaktní čočky stále první volbou. Jedná se o tyto skupiny lidí:

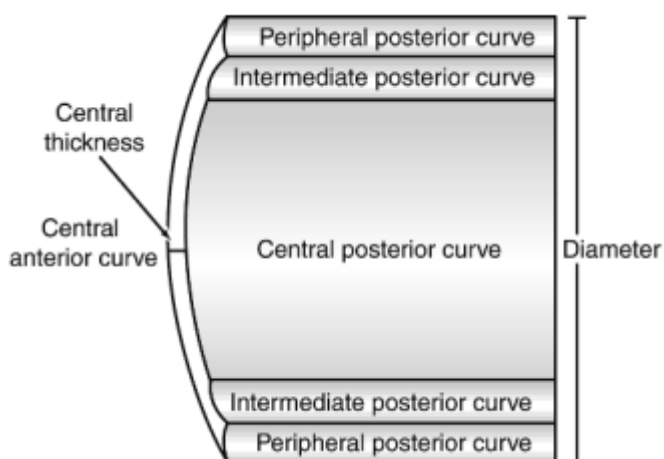
- 1) uspokojivého vidění dosáhnou s RGP čočkami pacienti s nepravidelným astigmatismem způsobeným poškozením rohovky nebo keratokonem
- 2) s kvalitou obrazu nemusí být spokojeni stávající nositelé měkkých čoček
- 3) pro pacienty se zvláštními požadavky na zrak, pravděpodobně budou lépe vidět s RGP čočkami
- 4) čočky s vysoce minusovými hodnotami, které jsou nejtlustší na okraji optické zóny. U hydrogelových čoček bude propustnost pro kyslík nejspíše nízká, u silikonhydrogelových bude lepší, ale nejlepší kolem oblasti limbu bude u RGP čoček.
- 5) pacienti, kteří mají limbální neovaskularizace z předchozího nošení měkkých kontaktních čoček, budou spokojenější s RGP čočkami, přestože řešením jsou i silikonhydrogelové čočky

(Franklin a Franklin, 2007)

## 2.2 Kontaktní čočka

Kontaktní čočka je optický korekční prostředek, který leží přímo na rohovce, od které je oddělena vrstvou slzného filmu. Kontaktní čočky lze v základním rozdělení rozeznávat tvrdé, plynopropustné, hydrogelové a hybridní. (Slezáková, 2014)

Plynopropustná kontaktní čočka (RGP) je vyrobena z materiálu o molekulární struktuře, který umožňuje průchod kyslíku a plynného oxidu uhličitého. RGP čočka neobsahuje vodu. (Mannis, 2004)



Obrázek 2.1 Konfigurace kontaktní čočky vyrobené technologií single cut (Mannis, 2004, str. 23)

Pevná kontaktní čočka vyrobená metodou single-cut, tedy jedním řezem má přední plochu pravidelně, kontinuálně zakřivenou. Zadní povrch čočky je vyroben ze tří různých zakřivení. Středové zakřivení je vytvořeno tak, aby kopírovalo zakřivení rohovky. Druhé zakřivení směrem od středu je přechodem mezi středním a okrajovým zakřivením. Třetí zakřivení je na periferii kontaktní čočky vytvořeno tak, aby umožnilo hladký přechod mezi základním zakřivením a okrajem čočky, což usnadňuje výměnu slzného filmu pod čočkou při každém mrknutí. Přechody mezi zakřiveními jsou vyhlazovány.

Tloušťka kontaktní čočky v centru se mění s počtem dioptrií (mínusové kontaktní čočky jsou tenčí) a s indexem lomu (kontaktní čočky s vyšším indexem lomu jsou tenčí). Středová tloušťka může ovlivnit stabilitu, flexibilitu, tloušťku okrajů a propustnost pro kyslík. (Mannis, 2004)

## 2.3 Historie

Předtím než bude bakalářská práce zaměřena přímo na pevné kontaktní čočky, je důležité nahlédnout do historie vývoje kontaktních čoček.

První kontaktní čočku sestrojil Adolf Eugen Fick v roce 1887, přičemž tato čočka byla z hnědého skla a kontaktní plochou bylo bělmo. V roce 1888 využil August Müller pro sestavení kontaktní čočky foukané sklo, které se využívalo až do roku 1930, kdy byl objeven polymethylmetakrylát. Došlo také ke zmenšení velikosti kontaktních čoček, zónou dotyku byla pouze rohovka, ale plastové kontaktní čočky nepropouštěly vzduch. Éru moderních měkkých hydrofilních čoček na bázi HEMA gelu odstartoval Otto Wichterle. (Orel a Facová, 2010)

Efron (2018) rozdělil historii do následujících etap:

Rané teorie (1508-1887)

Skleněné sklerální čočky (1888)

Plastové sklerální čočky (1936)

Plastové korneální čočky (1948)

Silikonové elastomerní čočky (1965)

Měkké kontaktní čočky (1972)

Pevné kontaktní čočky (1974)

Jednorázové kontaktní čočky (1988)

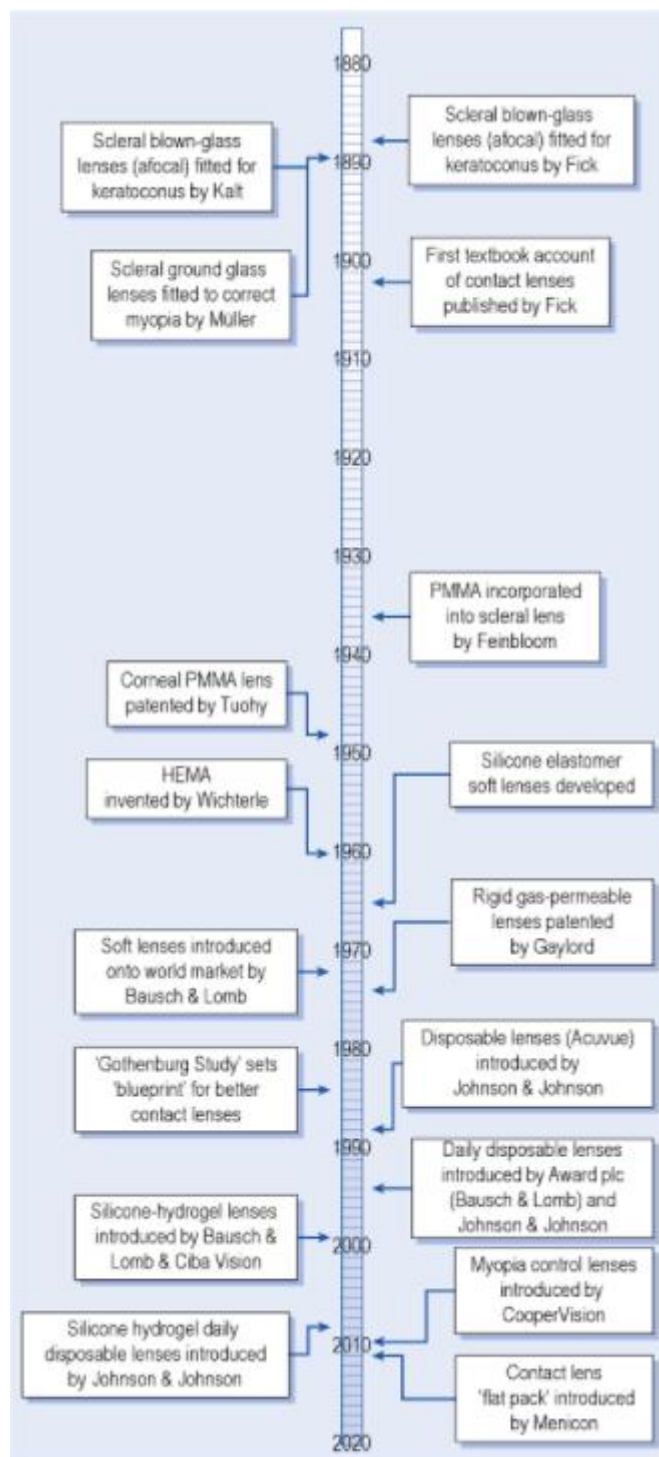
Jednodenní kontaktní čočky (1994)

Silikon-hydrogelové kontaktní čočky (1998)

Kontaktní čočky redukující myopii (2010)

Kontaktní čočky v obalu “flat pack” (2011)

První kontaktní čočky byly tvrdé kontaktní čočky, neohebné plastové čočky, jejichž kulatý tvar korigoval i astigmatismus. Míra úspěšnosti byla relativní, protože byly spíše nepohodlné, hlavně v době přizpůsobování. (Kitchen, 2007)



Obrázek 2.2 Časová osa, vývoj kontaktních čoček (Efron, 2018, str. 8)

## **2.4 Rozdíly mezi pevnými a měkkými kontaktními čočkami**

Pevné a měkké kontaktní čočky jsou v některých případech vhodnější a někdy méně vhodné. Základních rozdílů je několik. První rozdíl je v jejich průměru, který je u RGP čoček 8-10 mm a u měkkých kontaktních čoček je 12-16 mm. Důležitý rozdíl je také v materiálu. V případě RGP čoček se jedná o polymethylmethakrylát nebo acetobutyrát celulózy. Měkké kontaktní čočky jsou vyráběny z hydroxyethylmethakrylátu, kopolymeru s 85% podílem vody a vyšší propustností pro kyslík. Dále jsou pro jejich výrobu využívány materiály jako Ocufilecon, Omafilecon (hydrogel: hydrofilní polymer a voda). Propustnost pro kyslík má RGP čočka v rozsahu od 30-100 Dk. Měkká kontaktní čočka má propustnost pro kyslík do 30 Dk, většinou ale méně. (Hahn, 2012)

Zatímco měkké kontaktní čočky zakrývají rohovku a kopírují geometrii oka tak, že jejich zadní plocha naléhá přímo na rohovku, u pevných kontaktních čoček má zadní plocha čočky daný tvar. Mezi rohovkou a pevnou kontaktní čočkou je vytvořena slzná čočka. Celkový optický systém je tvořen pevnou kontaktní čočkou, slznou čočkou a okem jako takovým. Mezi každou vrstvou si lze představit tenkou vrstvu vzduchu. (Efron, 2018)

Kromě pevných a měkkých kontaktních čoček, existují na trhu i čočky hybridní. Tyto kombinují RGP čočky a měkké kontaktní čočky. V této kontaktní čočce se kombinuje kvalitní optické zobrazení RGP čočky a pohodlí a lepší umístění měkké čočky. Poprvé byla taková čočka vyzkoušena jako piggyback systém (pevná kontaktní čočka nasazena na měkkou). Tato čočka byla velice efektivní pro pacienty, ale manipulace a péče o dvě jednotlivé čočky byla nepohodlná. Díky tomuto byla vymyšlena hybridní kontaktní čočka. První taková čočka byla představena v roce 1983. (Davis, Eiden, 2010)

## **2.5 Materiály pevných kontaktních čoček**

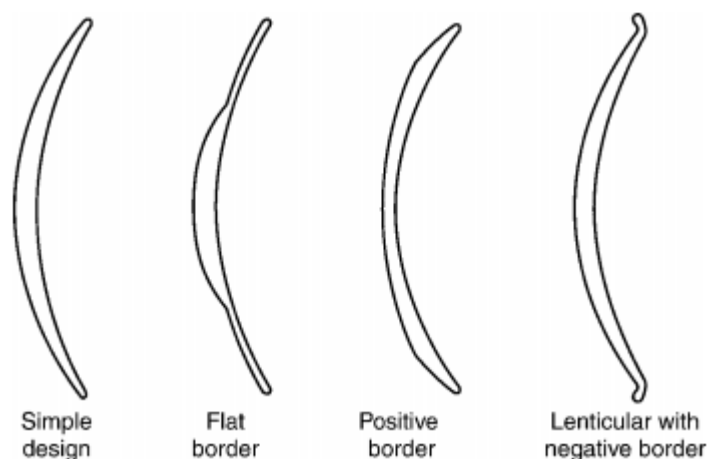
Materiály pro pevné kontaktní čočky byly vyvinuty v době 2. světové války. V této době byly dostupné nové materiály a jedním z nich byl PMMA (polymethylmethakrylát), ze kterého byly vyrobeny první korneální čočky jako náhrada skleněných korneosklerálních čoček. PMMA měl podobné vlastnosti a způsob výroby jako sklo. Tyto čočky měly také přijatelnou povrchovou smáčivost a skvělou trvanlivost.

Postupně byla odhaleno, že PMMA neumožňuje kvalitní přístup kyslíku k rohovce. Přesto měl ale skvělé zobrazovací vlastnosti a snadnou sterilizaci. Z důvodu nízké propustnosti PMMA čoček pro kyslík, bylo podniknuto pátrání po vhodnějším materiálu.

Většina aktuálních RGP čoček je vyrobena s přídavkem silikonu, díky kterému jsou poddajnější a propustnější pro kyslík, než tvrdé kontaktní čočky z PMMA. Materiály pro výroby pevných kontaktních čoček lze rozdělit do 4 skupin. První skupinou je acetobutyrát celulózy, následuje čistý silikon, silikonakrylát (siloxymethakrylátový kopolymer) a fluorokarbonát (fluoromethakrylátový siloxy-polymer). (Efron, 2018)

## 2.6 Typy pevných kontaktních čoček

Existují pevné kontaktní čočky s jednoduchým designem, s plochým okrajem, s pozitivním ohraničením a lentikulární s negativním ohraničením, viz obrázek 2.3.



Obrázek 2.3 Typy pevných kontaktních čoček (Mannis, 2004, str. 25)

## 2.7 Výroba pevné kontaktní čočky

Pevné kontaktní čočky jsou vyráběny soustružením. Přestože technologie soustružení je pro výroby kontaktních čoček využívána od jejich vynálezu (více než 130 let), vývoj v poslední čtvrtině století ve strojírenství, materiálových technologiích a počítačových systémech, umožňuje výrobu kontaktní čočky jakýchkoliv tvarů: od základních sférických čoček po komplexní asférické designy. V roce 1996 mělo 80 % vyrobených RGP čoček sférický design, v roce 2015 to bylo 44 %.

Výrobce pevné čočky má v úvodní fázi surový materiál ve formě plochého válcového knoflíku o průměru 12,7 mm a tloušťce 4,3 mm. Klíčovou vlastností pro výběr materiálu je jeho propustnost pro kyslík. Nejsoučasnější materiály jsou pojmenovávány “super” plyno-propustné, protože hodnota  $D_k$  dosahuje přes 150 barrerů. Tyto materiály jsou po výrobě povrchově potaženy vrstvou, která zajišťuje vlhkost kontaktní čočky. (Efron, 2018)

### **2.7.1 Vytvoření zadní plochy čočky**

Některé soustruhy mohou obrábět přední i zadní plochu čočky, ale kvůli optimalizaci výrobního procesu je nejčastěji využíváno soustruhů, které obrábějí každou plochu čočky zvlášť. Knoflík je upnut do nosiče. Tvar zadní plochy je vytvořen posouváním diamantového řezáku od okrajů do centra knoflíku. Odpadní plastový materiál je odsáván vzduchovou vakuovou trubicí.

K finálnímu opracování zadní strany je použit jemný diamantový nástroj, který zajišťuje výsledný hladký povrch. Některé soustruhy vyhladí zadní plochu tak, že není potřebné leštění. Soustruh upravuje také průměr kontaktní čočky, dle specifikace a požadavku. Knoflík je vyjmut ze soustruhu a zadní plocha čočky je přešetřena po dobu cca 5 až 30 sekund, dle typu materiálu a soustruhu. Je změřena tloušťka knoflíku uprostřed v nejtenčím bodě a je zadána do počítačového programu pro soustruh na přední stranu čočky, tak aby finální čočka byla vyrobena do požadované tloušťky. (Efron, 2018)

### **2.7.2 Vytvoření přední plochy čočky**

Knoflík je blokován na kovový nebo plastový válcový nástroj pomocí vosku tak, aby zakřivení kopírovalo již vysoustruženou zadní plochu čočky. Poté je soustruhem opracována přední plocha čočky. Je důležité, aby byl knoflík uchycen uprostřed, tedy centrován. Toto se před obráběním zkoumá pod zvětšením a při pomalém otáčení. Jinak by mohla být na čočce nechtěně vytvořena prizmata nebo nerovné okraje. Tloušťka čočky je vypočítána počítačem a přední plocha čočky je opracována stejnými postupy, jako zadní plocha. (Efron, 2018)



### 2.7.3 Rytí, označení a děrování

V této fázi, kdy je kontaktní čočka téměř vyrobena je možné na čočku vyrýt např. písmena. Nejčastěji je vyrýváno písmeno R a L, jako označení pravé a levé čočky, dále zakřivení zadní plochy čočky, celkový průměr čočky a identifikační kód. Někdy je do čočky na přání vyšetřujícího vytvořeno několik malých děr pomocí laseru. (Efron, 2018)

### 2.7.4 Leštění okrajů a finální kontrola

Čočka je sundána z válcového nástroje a je omyta od vosku pomocí čistících prostředků a jsou vyleštěny její okraje. Poté je čočka umístěna na savičku a je kontrolována pomocí ruční lupy s 10x zvětšením. Jakékoliv nepravidelnosti mohou být upraveny manuálně. K získání vysoce přesného a detailního zobrazení kontaktní čočky lze také využít moderní digitální optické přístroje. Kontrolují se hlavní parametry, kterými je optická mohutnost, zakřivení zadní plochy čočky, celkový průměr, průměr optické zóny čočky a tloušťka.

Pokud tyto hodnoty odpovídají toleranci, je kontaktní čočka vyčištěna a odeslána k aplikaci, zákazníkovi a to v suchém stavu nebo v uchovávacím roztoku. Pokud je čočka odeslána v suchém stavu, je nutné, aby ji vyšetřující namočil nejméně 4 hodiny před aplikací pacientovi. (Efron, 2018)



Obrázek 2.4 Kontrola pevné kontaktní čočky a manuální leštění okrajů (Efron, 2018, str. 128)

## 2.8 Výhody a nevýhody RGP čoček

Tato část bakalářské práce bude vztahována a porovnávána s měkkými kontaktními čočkami. Pevné kontaktní čočky jsou designovány jako “ultratenké” a mají vyšší propustnost pro kyslík. Vzhledem k tomu, že je jejich průměr menší než u měkkých kontaktních čoček, je větší část rohovky odkryta, může tedy sama dýchat. Pod čočkou se také obměňuje lépe slzný film. RGP kontaktní čočky mají kvalitnější a lepší zobrazovací vlastnosti než měkké.

Manipulace s RGP čočkami je velice snadná a jednodušší než s měkkými kontaktními čočkami. Pevná kontaktní čočka drží tvar a při aplikaci, přímo na rohovku, se snadno přitiskne.

Celkově tolik neosychají a jsou kvalitnější na delší dobu nošení. Jejich výhodou je také nižší riziko infekce, protože materiál, ze kterého jsou vyrobeny nic nevstřebává. RGP čočky lze uchovávat i v pouzdře bez roztoku. Celkově jsou tyto kontaktní čočky čistší a zdravější než měkké kontaktní čočky. Lze je s úspěchem využívat např. při nepravidelném astigmatismu, keratokonu nebo ortokeratologii.

Nevýhodou RGP čoček je složitější a náročnější aplikace, která vyžaduje speciální přístrojové vybavení ve vyšetřovně. Kromě složitosti aplikace, je negativem delší doba přivyknutí na pevné kontaktní čočky. Proto je u nového uživatele stanoven plán nošení, aby si pacient na kontaktní čočky zvykal postupně. Spontánní snášenlivost klienta je také delší než u měkkých kontaktních čoček. Velice nepohodlné jsou RGP kontaktní čočky v prašném prostředí, protože prach se dostane pod kontaktní čočku a dráždí pacienta na oku. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

RGP čočka má životnost cca 18-24 měsíců, protože její materiál nepodléhá oproti měkké kontaktní čočce vlivu látek vnikajících do struktury materiálu. Tento časový interval je ale různý a vždy záleží na typu materiálu RGP čočky a péči pacienta. Pokud je čočka poškrábaná, je na ní mnoho usazenin nebo se změní hodnota refrakce, je nutné objednat novou sadu čoček. Po 1-2 letech nošení lze RGP čočky přeleštit a opět zlepšit jejich zobrazovací vlastnosti. Kontaktní čočky z pevného materiálu mají vyšší pořizovací náklad, protože jsou vyráběny individuálně. (Daniels, 1999)

Existují měkké kontaktní čočky, tzv. kontinuální, ve kterých lze přespávat. RGP čočky nejsou běžně určeny k přespávání, jejich režim nošení je denní. Při velice speciálních okolnostech je možné, aby pacient v čočce přespal, ale vždy záleží na zdraví rohovky, zrakových potřebách a dostupných materiálech pro výrobu RGP čoček. Po úvodním přespání v kontaktní čočce, by měl být pacient brzy ráno vyšetřen a zkontrolován. Není vhodné přespávat v pevných kontaktních čočkách, dokud není úspěšný návyk při denním režimu. (Mannis, 2004)

Protože RGP čočky neobsahují vodu, proteiny a lipidy v slzném filmu, nepřilnou k pevným kontaktním čočkám tak snadno, jako k měkkým. Což vede k většímu pohodlí nositele a také k delší odolnosti z pohledu dlouhodobého užívání. Riziko mikrobiální keratitidy a vážných rohovkových infekcí je u RGP čoček mnohem nižší.

Pevné kontaktní čočky lze také využívat k vytvarování rohovky nebo k odstranění krátkozrakosti a k ortokeratologii. Ortokeratologie je úspěšně používána jako vratná alternativa k LASIK operacím. (Smith, 2011)

## **2.9 Aplikace pevných kontaktních čoček**

V následující části bude vyjmenován doporučený postup při aplikaci pevných kontaktních čoček. Tento postup je velice podobný postupu, který je dodržován u měkkých kontaktních čoček. Přesto má aplikace RGP čoček několik odlišností, které budou zmíněny v textu níže.

### **2.9.1 Úvodní konzultace**

Před první aplikací kontaktních čoček je velice důležitá vstupní konzultace s potencionálním nositelem kontaktních čoček. Vyšetřující má za úkol z dialogu zjistit a určit hlavně tyto záležitosti:

- 1) určit zda je pacient vhodný k jakémukoliv typu korekce kontaktními čočkami,
- 2) identifikovat optimální korekci kontaktními čočkami pro daného pacienta,
- 3) stanovit smysluplné očekávání od chování vybraných čoček a systému péče,
- 4) vzdělat pacienta tak, aby jeho využívání čoček bylo bezpečné a citlivé,
- 5) určit základní informace, které mohou být použity k monitorování změn, které mohou ovlivnit další rozhodování. (Franklin a Franklin, 2007)

Aby mohl pacient udělat odpovídající rozhodnutí, musí být dostatečně informován. Mnoho pacientů již vlastní počítače a přístup k internetu, proto je nutné informovat pacienty dle současného stavu. Pacient snadno zjistí, když mu vyšetřující podává zastaralé informace. (Franklin a Franklin, 2007)

### **2.9.2 Anamnéza**

Existuje mnoho faktorů, které předurčují, zda je pacient vhodným kandidátem pro užívání kontaktních čoček. První částí anamnézy je detailní zmapování historie pacienta a vyšetření oka. Je zjišťován celkový zdravotní stav pacienta, stav oka, historie očních onemocnění v rodině pacienta a předchozí užívání kontaktních čoček.

Pro úspěšnou aplikaci je také velice významná motivace pacienta. Pro posouzení tohoto aspektu je dobré vědět, kolik hodin denně pacient užívá brýle. V případě, že je užívá po krátkou dobu (pouze několik hodin) během dne a je na brýlích minimálně závislý, může být úspěšnost aplikace nižší. (Mannis, 2004)

Při zjišťování celkového zdraví pacienta se vyšetřující pacienta ptá především na alergie, diabetes, těhotenství a menopauzu a na chronická respirační onemocnění. Důležitý je také psychický stav pacienta. Zdraví oka je prověřeno hlavně dotazy na jakékoliv onemocnění oka prodělané v minulosti, infekce víček, záněty spojivek, šedý a zelený zákal, suché oko, jakékoliv chirurgické zákroky na oku, předchozí užívání kontaktních čoček a intolerance na léčiva.

V případě, že pacient již nosil kontaktní čočky, je důležité zjistit následující informace: typ kontaktních čoček, které pacient nosil, komplikace s předchozími kontaktními čočkami, důvody pro nošení kontaktních čoček, zaměstnání pacienta a sportovní a rekreační aktivity. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

### **2.9.3 Dosavadní korekce a subjektivní refrakce**

V další fázi procesu aplikace je zjištěno, zda již pacient nosil brýle nebo kontaktní čočky a jsou definovány jejich hodnoty a typy. Dosavadní korekci vyšetřující využívá pro orientaci, ale je důležité, aby bylo provedeno měření subjektivní refrakce dle aktuálního stavu. Před subjektivním refrakčním měřením je provedeno objektivní, kdy je využíván nejčastěji automatický refraktometr, který dokáže odhadnout počet dioptrií a zakřivení rohovky pacienta.

Po stanovení refrakce je nutné zohlednit vzdálenost zkušební obruby od oka a v ní naměřených dioptrií a přepočítat optickou mohutnost pro kontaktní čočku. Lze také využít tabulek. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

#### **2.9.4 Měření rohovky**

Při aplikaci pevných kontaktních čoček je důležité zjistit parametry rohovky, podle kterých je následně vybrána a vyrobena kontaktní čočka.

Tradičně byla rohovka a její povrch považován za sférický. Ten lze popsat tak, že od určeného fixního středu je ke všem bodům stejný poloměr. Díky moderním technologiím lze povrch rohovky popisovat lépe. Za pomoci těchto technologií je v současnosti známo, že rohovka jako asférický povrch je uprostřed strmější a směrem k periferii je plošší.

V případě designu kontaktní čočky je běžný popis rohovky jako dvou sférických zón. Centrální část rohovky je zároveň optickou zónou a na tomto místě by také měla kontaktní čočka sedět. Tato centrální zóna má asi 4 mm v průměru. Druhá část rohovky - periferní, je mezi první zónou a limbem na plošší části rohovky. Periferní zakřivení kontaktní čočky je vyrobeno tak, aby kopírovalo obrys této části. (Daniels, 1999)

Nepřetržitá aktivita metabolismu rohovky zajišťuje průhlednost, teplotu, reprodukci buněk a transport tkáňových materiálů. Hlavní živiny nutné pro tyto funkce jsou glukóza, aminokyseliny a kyslík. Glukóza a aminokyseliny jsou vytvářeny komorovou vodou, zatímco kyslík je přenášen hlavně z atmosféry, skrze slzy. (Gasson a Morris, 2010)

#### **2.9.5 Keratometr**

K měření zakřivení rohovky se v současné době již standardně využívá keratometr. S ním je spojeno několik nevýhod, kterými je časová náročnost spojená s potížemi s provozem přístroje, který vytváří určitou míru vlastních chyb. Hlavní nevýhodou měření na keratometru je velikost plochy rohovky, kterou měří. Měří pouze 8 % povrchu rohovky. (Daniels, 1999)

## 2.9.6 Rohovková topografie - CACT

CACT (= computer assisted corneal topography) využívá zobrazení koncentrických kruhů, které jsou promítány na rohovku. Využívá se softwarových aplikací, které přenášejí pomocí algoritmů data do počítače. Z nich lze získat kvalitativní popis parametrů, ze kterých je poté vytvořena barevná mapa, která popisuje povrch rohovky. Mapy mohou být od symetrických po nepravidelné, tedy kulaté, oválné, amorfické apod.

Po získání popisu parametrů rohovky a rohovkové mapy jsou data využívána při výběru zkušební a konečné kontaktní čočky.

Je známo, že rohovka není čistě sférická plocha, ale oplošťuje se směrem k periferii. Toto oploštění charakterizuje parametr excentricity. Tento parametr je důležitý i při kalkulaci pevné kontaktní čočky. Průměrná excentricita lidské rohovky je 0,39 mm. U běžné rotační plochy existuje jediné centrální zakřivení  $r_0$ . Osové řezy rohovkou mohou mít různé hodnoty zakřivení od  $r_{0max}$  po  $r_{0min}$ . Rohovka je plošší, čím vyšší je její excentricita. V tomto parametru jsou známé odlišnosti mezi různými etnickými skupinami. Např. rohovka u čínské národnosti je strmější a směrem k periferii se méně oplošťuje. (Daniels, 1999)

## 2.9.7 Vyšetření na štěrbinové lampě

Před zkušební aplikací kontaktních čoček je pacient vyšetřen objektivně i na štěrbinové lampě. Při vyšetření je hodnocen hlavně slzný film a jeho kvalita, bulbární spojivka, tarsální spojivka, limbus a vaskularizace a rohovka.

Slzný film hraje při nošení kontaktních čoček velice důležitou roli a poskytuje kontaktní čočce hladký povrch pro její umístění. Kromě vlivu na optiku oka, zvlhčuje jeho povrch, má antimikrobiální účinek, pomáhá odstraňovat bakterie a devitalizované epiteliální buňky. Funguje také při difuzi kyslíku a živin. Na štěrbinové lampě je hodnocen slzný meniskus, který je měřen na rozhraní bulbární spojivky a dolního okraje víčka. Jeho výška je individuální, ale standardně se pohybuje mezi 0,3 - 0,4 mm při normálním stavu. Při vyšetření je hodnocena i kvalita slzného filmu, zda je olejovitý, normální nebo vodnatý. Lze provést také test rozpadnutí slzného filmu (BUT - break up time). Po kontrole jmenovaných částí oka je vyhodnocen nález. Pokud je oko bez nálezu, bez komplikací, lze přejít k výběru a aplikaci kontaktních čoček. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

### **2.9.8 Výběr vhodné kontaktní čočky**

Při rozhodnutí pro pevnou kontaktní čočku se přechází k její aplikaci. Pro zkušební aplikaci se využívá zkušební set RGP čoček. Tento může mít aplikující dostupný ihned. Existují zkušební sety o různých průměrech a dalších parametrech čoček, které jsou vyrobeny z jednoduššího materiálu než konečná kontaktní čočka. Její nevýhoda je, že nemusí mít stejné zakřivení a dioptrie, které by potřeboval pacient.

Lze objednat zkušební kontaktní čočku přímo dle parametrů klienta. Na tuto je dodací doba cca 2-3 týdny, ale je v potřebné dioptrii a zakřivení a je již vyrobena dle parametrů klienta. Po objednání definitivní kontaktní čočky si ji může pacient ponechat jako rezervní. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

### **2.9.9 Aplikace kontaktní čočky na oko**

Po výběru vhodné kontaktní čočky následuje samotná aplikace na oko. U měkkých kontaktních čoček je čočka vyjmuta z blisteru a aplikována na oko. Aplikaci provádí vyšetřující nebo pacient samostatně.

U pevných kontaktních čoček je po výběru vhodného typu zkušební kontaktní čočky dodržován následující postup. Pevná kontaktní čočka RGP je vyjmuta z obalu a je vyčištěna. Čištění probíhá ve 3 krocích, nejprve je opláchnuta abrazivním čističem (Reiniger) a manuálně očištěna v dlani, poté je opláchnuta vodou nebo fyziologickým roztokem. V posledním kroku je opláchnuta uchovávacím roztokem. Poté může být čočka aplikována do oka, přímo na rohovku. Po nasazení je vhodné, aby pacient zavřel oči a snažil se dívat směrem dolů. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

### **2.9.10 Vyhodnocení usazení**

Jakmile si pacient přivykne na přítomnost RGP čočky a přestane slzet, což trvá asi 30 až 60 minut, je možné přejít k vyhodnocení usazení pevné kontaktní čočky. Vyhodnocení pevné kontaktní čočky dynamicky, probíhá na šterbinové lampě, kde vyšetřující zkoumá, jak se kontaktní čočka pohybuje při pohledu temporálně, nasálně, nahoru a dolů. Vyhodnocuje také, zda je čočka centrovaná, občas decentrovaná, nebo stále decentrovaná. Je sledován také průměr kontaktní čočky a hodnotí se, zda má čočka optimální průměr, nebo je příliš velká či malá. Kromě těchto je vyhodnocena pohyblivost kontaktní čočky.

Po dynamickém hodnocení probíhá hodnocení statické. U pevných kontaktních čoček je použit fluorescein, který je aplikován do oka pacienta. Kontaktní čočka je vycentrována. Při pozorování je potřebné nastavit na štěrbinové lampě modrý a žlutý filtr, dále malé zvětšení a široký paprsek. Při mrkání lze pozorovat výměnu slz. Poté je rozlišena aplikace paralelní, strmá a plochá. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

Aplikace fluoresceinu je možná pomocí kapek nebo papírků (tzv. stripů). V případě kapek je kápnuta jedna až dvě kapky do spojivkového vaku, pacient poté zamrká, aby se barvivo dobře distribuovalo na rohovku, a opře se ke štěrbinové lampě. Pokud vyšetřující použije papírek, vyjme papírek z obalu a chytne za bílou část. Oranžovou část pokape sterilním roztokem a položí (otře) o spojivkový vak vyšetřovanému. Ten poté několikrát zamrká a opře se ke štěrbinové lampě. (Kolarčík, Dedek a Ptáček, 2016)

Při sledování na štěrbinové lampě vyšetřující pozoruje zelené oblasti. Čím více je oblast zelená, tím více je na daném místě slz. Při paralelní aplikaci je fluorescein rozmístěn rovnoměrně s lehkým jezírkem uprostřed. Pokud se jedná o astigmatismus podle pravidla, fluorescein by měl být ve středové optické zóně s poklesem směrem ke střední zóně a nárůstem obarvení k okrajům podél horizontálního meridiánu. Pokud je aplikace strmá, je mnoho fluoresceinu (zelené obarvení) v centru, a kontaktní čočka se přisaje na oko a nehýbe se. Pokud je aplikace plochá, v centrální části rohovky není fluorescein, ale vyskytuje se ve střední a okrajové části pod čočkou. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

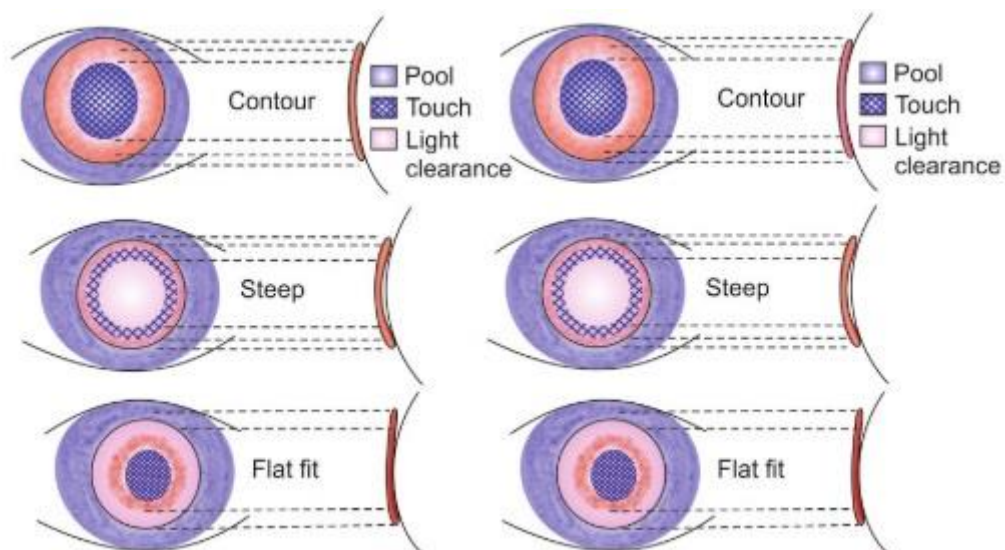




**Obrázek 2.5** Vzhled sférické RGP čočky na sférické rohovce při fluoresceinovém testu

(Franklin, 2007, str.80)

Vzhled fluoresceinového barvení je ovlivněn několika faktory, kterými je tvar rohovky, zadní plocha kontaktní čočky, množství a kvalita slz, kontaktní úhel kontaktní čočky, smáčelnivost povrchu rohovky, gravitace, pohyby oka, pohyby víčka, množství světla a fluoresceinu. Posuzování fluoresceinového obrazu je vhodné až ve chvíli, kdy je slzení v normálním stavu. Vyhodnocení fluoresceinového obarvení usnadňuje následující obrázek, na kterém jsou rozlišeny různé typy aplikací. „Steep“ je aplikace, která je strmá a kontaktní čočka centrálně nedoléhá k oku a tlačí na rohovku v periferii. „Flat fit“ je aplikace, která je plochá, kontaktní čočka odstává v periferii a tlačí na centrální část rohovky. (Sinha a Dada, 2017)



**Obrázek 2.6** Vzory fluoresceinových obrazů (Sinha a Dada, 2017, str.79)

### **2.9.11 Vyjmutí kontaktní čočky**

RGP čočka je vyjmuta z oka přímo z rohovky pomocí savičky. Savička je přiložena ke kontaktní čočce a vznikne podtlak, kterým je čočka prisáta. Pevná kontaktní čočka pak zůstane na savičce odkud ji lze snadno prsty sundat. Vyjmutí pevné kontaktní čočky z oka bez savičky je složitější, ale možné. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

### **2.9.12 Vyčištění kontaktní čočky a péče**

Systémy péče o RGP čočky jsou velice podobné měkkým kontaktním čočkám. V minulosti byly tyto kontaktní čočky čištěny vodou z vodovodu, ale nyní tento postup není doporučován, kvůli přítomnosti mikroorganismů, které by mohly způsobit infekce oka. Především kvůli akantamébové infekci. Proto by RGP čočky měly být oplachovány multifunkčním nebo sterilním fyziologickým roztokem.

Po umytí a osušení rukou a vyjmutí pevné čočky z oka je čočka umístěna do dlaně. Na čočku se nakape několik kapek čistícího roztoku a čočka je třena lehkým pohybem tam a zpět. Poté je čočka opláchnuta a umístěna do pouzdra s uchovávacím roztokem. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

Pevnou kontaktní čočku lze uchovávat i bez roztoku, ale před aplikací na oko je vhodné ji navlhčit, tedy opláchnout. K pravidelnému režimu čištění lze připojit i enzymový čistič, který pomáhá k odstranění proteinových usazenin. Kromě péče o čočky je vhodné pečovat i o pouzdro. (Hauk, 2015)

### **2.9.13 Následná péče a kontrola**

Pro úspěšné dlouhodobé nošení kontaktních čoček pacienta je významným faktorem pozornost vyšetřujícího po úvodní aplikaci. Aplikující musí vysvětlit pacientovi jaké symptomy by ho měly donutit k návratu a případné změně kontaktních čoček. Kontroly jsou také důležité k prověření správné péče o kontaktní čočky, zjištění alergických reakcí na roztoky a k vyšetření rohovkových fyziologických změn.

U pevných kontaktních čoček je pacient pozván po cca 1-2 týdnech od úvodní aplikace. Mezitím jsou individuálně vyrobeny kontaktní čočky v laboratoři. Poté je naplánována další návštěva po 1-2 týdnech, kde je kontrolována pacientova adaptace a je zjišťováno dodržování pokynů. Pokud není potřeba vyměnit typ čočky a její dioptrie, je další sezení stanoveno za 1-3 měsíce. V této době už by měl pacient být dobře adaptován na RGP čočky a jsou kontrolovány fyziologické změny způsobené

čočkami. Poté jsou kontroly stanoveny na období po 6-12 měsících, pokud nenastanou náhlé potíže. (Mannes, 2004)

Lidé často usuzují, že jsou měkké kontaktní čočky pohodlnější než pevné, ale i pevné kontaktní čočky mohou poskytovat dlouhodobé pohodlí. Při aplikaci pevných kontaktních čoček je velice důležitá doba přizpůsobování, které neposkytují tak velké počáteční pohodlí nositeli. To je dáno velikostí čočky, takže je více vnímána než měkká kontaktní čočka, která je větší a víčka necítí okraje čočky při mrkání. Po přizpůsobení, které je popisováno jako zvykání si na nové boty, následuje pohodlné nošení. (dle odborné konzultace s Mgr. Křepelovou)

## **2.10 Kontraindikace**

Základními kontraindikacemi pro nošení kontaktních čoček je jakýkoliv akutní zánět předního segmentu oka, dále akutní a chronické oční infekce, jakékoliv oční onemocnění, které má vliv na rohovku, spojivku a víčka, snížená citlivost rohovky, neléčený glaukom, afakie a psychologický problém s umístěním cizího tělesa na oko. Všechny tyto kontraindikace jsou relativní a pokud je jakákoliv kontraindikace eliminována, lze pacienta hodnotit k aplikaci kontaktních čoček znovu. (Franklin a Franklin, 2007)

Kontraindikace týkající se pevných kontaktních čoček mohou být např. u pacientů, které je často chtějí využívat při sportu. Při náhlém rychlém pohybu se pevná kontaktní čočka může na oku posunout. Další kontraindikací je jejich využívání sporadicky, nárazově a také nekomfort při jejich užívání. (Mannis, 2004)

## **2.11 Dlouhodobé potíže u pevných kontaktních čoček**

Změna v optické mohutnosti a korekci pacienta může být přirozená, ale může být způsobena i otokem rohovky nebo změnami na rohovce patrnými z topografu. Nadměrný tlak při čištění kontaktní čočky může způsobit deformaci RGP čoček, což změní jejich parametry. Proto je lepší čistit kontaktní čočku v dlani než mezi dvěma prsty. Parametry může ovlivnit i vystavení kontaktní čočky přehnanému teplu. Nedostatečné nebo nepravidelné mrkání může způsobit osychání kontaktní čočky i oka, a také rohovkové eroze. Při těchto problémech lze využít zvlhčujících prostředků, provádění mrkacích cviků nebo upravit design kontaktní čočky. Kontaktní čočka může být zamlžená kvůli usazeninám, což bývá způsobeno nevhodným čištěním

a používáním nevhodných prostředků, které např. nejsou určeny pro kontaktní čočky. (Mannis, 2004)

## 2.12 Ortokeratologie

Ortokeratologie, která je označována i jako OrthoK, je alternativní metoda využívaná ke korekci refrakčních vad za pomoci na míru navržených RGP čoček, které dočasně mění zakřivení rohovky. Pevné kontaktní čočky určené k ortokeratologii se zpravidla užívají přes noc. Tato metoda je navrhována jako prevence před progresí myopie a k její korekci. Je také možností pro pacienty, kteří mají zájem o laserovou operaci, ale nejsou vhodnými kandidáty, např. děti.

Pomocí RGP čoček je oplošťována rohovka, dobrého vidění lze dosáhnout za jeden týden, vidění se stabilizuje asi za jeden měsíc. Aby se léčba projevila, je nutné nosit kontaktní čočky jednou za 1-2 noci. Jinak by efekt zploštění mohl být navrácen do původního stavu rohovky. Ortokeratologie viditelně mění strukturální integritu epitelu, přičemž buňky na vrcholu rohovky mění svůj tvar a velikost. Ztenčením rohovkového epitelu se zvyšuje přilnavost pseudomonády na povrchové buňky rohovky. Rohovka může být citlivější na infekci. Tyto komplikace ale byly dle studií objeveny jen ve výjimečných případech.

Ortokeratologie je určena myopům s maximální hodnotou cca -4 až -5 dioptrií. Pacient ji musí aplikovat celý život. Pokud pacient podstoupil oční operaci, nelze ortokeratologii využít. Ortokeratologické čočky mají celkový průměr asi 10,8-11 mm a působící část dosahuje průměru cca 7-8 mm, přičemž tato část působí na apex rohovky. Tyto kontaktní čočky jsou vyrobeny ze speciálních materiálů, aby bylo možné je mít každou noc 8 hodin na oku. (Udel, Steinemann, 2013)

Podle studií provedených na Pacific University, na University of Houston a Berkeley Colleges of Optometry bylo prokázáno, že metoda je bezpečná a efektivní. Protože jsou její efekty pouze dočasné, což je velkou výhodou oproti laserovým operacím. (Hom a Bruce, 2006)

S ortokeratologií má souvislost i rapidní nárůst výskytu myopie v populaci, který dosáhl vysokých hodnot, a začíná se mluvit o epidemii myopie. Nejvíce se tato epidemie týká jihovýchodní Asie, kde je výskyt myopie asi 80%. Je odhadováno, že v roce 2050 bude 50 % světové populace myopická. Pro tyto situace se kromě brýlí,

začínají využívat i RGP kontaktní čočky a ortokeratologie, která přes noc upraví délku oka tak, aby pacient přes den viděl ostře. Ortokeratologie má vliv na zmírnění progresu myopie. (Orr a Wolffsohn, 2017)

## 2.13 Keratokonus a RGP čočky

Keratokonus lze popsat jako progresivní, nezánettivý stav oka, kdy se ztenčuje centrální část rohovky a rohovka se vysouvá a zakřívuje do kónického tvaru. Primárním důsledkem keratokonu je zhoršení vidění, dále se připojuje nepravidelný astigmatismus nebo jizvení rohovky. Nástup tohoto onemocnění může nastat již v pubertě a postupuje až věku 35 až 40 let. Ze studie vyplývá průměrný věk 27 let  $\pm$  9 let, kdy bývá diagnostikována.

Výskyt v populaci je od 4 do 230 případů na 100 000, přičemž tento rozptyl je dán tím, že není žádná univerzálně přijatá definice keratokonu.

Kromě astigmatismu, nejčastěji spojeného s myopií, mohou mít pacienti zhoršený zrak na dálku i blízko, zkreslený obraz a diplopii. Počítačová topografie pomáhá při diagnóze.

Pro korekci keratokonu lze s výhodou využívat RGP čočky a je to nejběžnější korekce keratokonu ve vyšších fázích. Jedním z nejmotivovanějších pacientů pro aplikaci pevných kontaktních čoček z pravidla bývají lidé z keratokonem. RGP čočka pro ně může být jedinou cestou k dosažení uspokojivého vidění.

Při aplikaci této RGP kontaktní čočky je důležité, aby byl minimální dotek vrcholu rohovky a samotné kontaktní čočky, periferie kontaktní čočky by měla být zakřivena tak, aby umožnila dobrou cirkulaci slzného filmu pod čočku. Slzný film za pevnou čočkou koriguje asi 90 % rohovkového astigmatismu pomocí slzné čočky. V pozdějších fázích vývoje keratokonu je vyžadována více speciální RGP čočka. Pacient s keratokonem by měl být kontrolován každých 6 měsíců, kdy by měl být zkontrolován povrch RGP čoček a případně vyleštěn přední povrch a okraje čočky. (Mannis, 2004)

Na následujícím obrázku jsou vidět typické znaky keratokonu, přední paracentrální ztenčení rohovky a kuželovité vyklenutí. (Wang a Schroeder, 2008)



Obrázek 2.7 Pohled na oko s keratokonem ze strany (Wang a Schroeder, 2008, str. 54)

## 2.14 Příspěvky pojišťovny na RGP

Na tvrdé kontaktní čočky přispívají pojišťovny. Pevné kontaktní čočky jsou pojišťovnou plně hrazeny, pokud má pacient keratokonus nebo nepravidelný astigmatismus. Pro pojištěnce mladší 15 let, pokud se jim nezmění korekce, jsou hrazeny dvakrát ročně. Pokud je pojištěnci více než 15 let, nárok je jedenkrát ročně. Předpisy musí být schváleny revizním lékařem. (Tichý, 2018)

### **3 Cíle práce**

Bakalářská práce s názvem Pevné kontaktní čočky má několik cílů. Prvním cílem je poskytnutí ucelených informací o tématu pevných kontaktních čoček. O tom, jaká specifika nese jejich aplikace, jak se tyto kontaktní čočky vyrábí a kde je jejich aplikace vhodná. Tento cíl byl zvolen z důvodu nedostatku literatury a podkladů týkající se této problematiky v českém jazyce.

Dalším cílem této práce je vypracování metodiky aplikace pevných kontaktních čoček na základě aplikace těchto kontaktních čoček pěti probandům. Tato aplikace je provedena v rámci experimentální části a je doložena fotografiemi a popisem. Metodika by měla posloužit k aplikaci vyšetřujícím tak, aby byla provedena správně.

## 4 Experimentální část

V následující části bude popsán praktický postup aplikace RGP, výběr vhodné RGP kontaktní čočky, budou popsány kontaktní čočky od společnosti HECHT a software Pentacam, který s nimi pracuje. Následně bude vyhodnocena aplikace u pěti probandů a dle této vypracována metodika.

### 4.1 Postup

V rámci této části práce byla provedena aplikace pevných kontaktních čoček pěti probandům. Každému z probandů byla aplikována pevná kontaktní čočka.

Byl dodržen následující postup: každý proband byl změřen objektivně a subjektivně, při měření mu byla změřena keratodata pomocí Pentacamu Oculus. Na základě těchto údajů byla každému probandovi vybrána vhodná zkušební pevná čočka, která byla objednána. Doba, než byly zkušební kontaktní čočky vyrobeny a doručeny, byla cca 14 dní. Při objednávání byl využit software Pentacamu. V něm lze simulovat, jak bude daný typ pevné kontaktní čočky sedět na oku.

U optické mohutnosti kontaktních čoček bylo také dbáno na delta vzdálenost a její přepočítání – optická mohutnost při vzdálenosti mezi okem a zkušební obrubou byla přepočtena na vzdálenost mezi okem a kontaktní čočkou. Pro tento přepočítání byly využity přepočtové tabulky.

Před aplikací byla také provedena kontrola stavu oka na štěrbinové lampě. Žádnému z probandů nebyla aplikace kontaktních čoček kontraindikována a všechny kontaktní čočky mohly být aplikovány.

Po aplikaci pevných kontaktních čoček bylo nutné počkat několik desítek minut, ideálně cca 30-60 minut, než se pevná kontaktní čočka usadí v oku. Po usazení byla nejprve provedena kontrola na štěrbinové lampě.

Při pozorování skrze štěrbinovou lampu bylo oko kontrolováno nejprve s difrakčním osvětlením bez filtrů, se žlutým světlem. Pevnou kontaktní čočku je nutné usadit na střed rohovky. Poté lze vyhodnotit její pohyb, usazení statické, kdy bylo probandům podrženo horní a spodní víčko, aby byla kontaktní čočka snadněji vyhodnotitelná. Poté bylo vyhodnocováno její umístění a pohyb při pohybu (dynamicky), tedy při mrkání a pohledu vlevo, vpravo, nahoru a dolů. Také byla



vyhodnocena centrace kontaktní čočky. Pohyb pevné kontaktní čočky na oku je zcela odlišný než u měkkých kontaktních čoček. Pevná kontaktní čočka se na oku hýbe více a její pohyby jsou znatelnější než u měkkých kontaktních čoček. Čím větší je průměr RGP čočky, tím méně se kontaktní čočka hýbe, což je pro nositele pohodlnější.

Po tomto testu následuje obarvení slz fluoresceinem. K tomuto obarvení byly využity fluoresceinové papírky, na které byl kápnut roztok a pomocí jednorázového papírku aplikován na spojivku. Poté vyšetřovaný několikrát zamrkal a vyšetřující pozoroval na štěrbinové lampě obarvení. Pozorování musí probíhat s modrým světlem a žlutým filtrem. Fluorescein obarví slzy – čím více slz je na daném místě, tím zelenější je pozorován. Při pozorování nejprve vyšetřující volí malé zvětšení a maximální šířku osvětlení. Poté jsou hodnocena fluoresceinová jezírka a místa, kde je fluorescein nahromaděn.

V následujícím textu budou popsány jednotlivé aplikace a doplněny o data a fotografie získané přímo při měření. Kvalita fotografií je úměrná tomu, že není jednoduché oči vyfotit.

## 4.2 BIAS a ASCON

Při aplikaci probandům bylo využito pevných kontaktních čoček od německé společnosti HECHT. Nejčastějším typem, který se pro běžnou aplikaci využívá, jsou kontaktní čočky BIAS a ASCON. U každého z těchto typů má fluoresceinová mapa vypadat trochu odlišně.

Výběr typu BIAS nebo ASCON je zvolen dle excentricity rohovky, která představuje zakřivení do periferie. Kontaktní čočky BIAS nejčastěji využíváme pro excentricity 0,3-0,5 a kontaktní čočky ASCON jsou určeny pro vyšší excentricity 0,5-0,8. Existuje také typ BIAS F pro excentricity 0,5-0,66. ASCON čočky nemají výrazné fluoresceinové jezírko uprostřed rohovky, naopak BIAS mají jezírko více zřejmé. Kontaktní čočky ASCON na periferii více odstávají, tedy je tato oblast zelenější díky většímu množství slz pod kontaktní čočkou.

Zakřivení kontaktní čočky BIAS určíme ze vztahu zakřivení rohovky, ke kterému přičteme 0,05. Průměry pevných kontaktních čoček jsou odstupňovány po 0,5. Např. pokud je kontaktní čočka zakřivena 7,76, přičteme 0,05. Tedy získáme zakřivení 7,81, které je zaokrouhleno na 7,8 pro finální kontaktní čočku.

Zakřivení kontaktní čočky ASCON je počítáno složitějším vztahem.

Tento vztah je:  $r_0 = r$  (plochý meridián)  $-1/3 \Delta R + 0,05$ ,

k ní je pak dopočítána asféricita ze vztahu:  $AS = (\varepsilon + 0,1) \times 10$ , kdy  $\varepsilon$  představuje excentricitu.

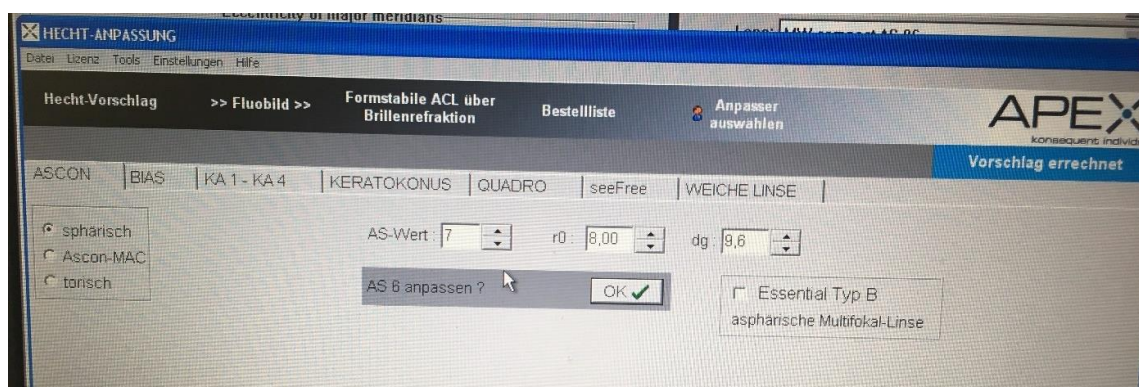
Dalším parametrem kontaktní čočky je průměr, kde vycházíme z průměru rohovky vyšetřovaného. Průměry kontaktních čoček nejčastěji jsou 8,8 ; 9,2; 9,6; 10,0 a 10,4.

Kontaktní čočka BIAS je biasférická, přičemž v centrální oblasti je sférická a poté následují dvě asférické zóny.

### 4.3 Software pro aplikaci

Při aplikaci pevných kontaktních čoček se s benefitem využívá software Pentacamu od společnosti HECHT. V něm je změřena nejprve rohovka a je vygenerována rohovková mapa. Poté lze simulovat aplikaci pevných kontaktních čoček. Software automaticky vybírá vhodnou kontaktní čočku, kterou uváží jako nejvhodnější a doporučí ji aplikujícímu. Pokud aplikující zvolený typ a parametry RGP čočky odsouhlasí a potvrdí kliknutím, software zobrazí předpokládaný vzhled rohovky obarvené fluoresceinem s vybranou kontaktní čočkou. Pod tímto se zobrazí i graf, kde lze vyčíst vzdálenost hlavního meridiánu rohovky od kontaktní čočky. Pokud by aplikující nebyl díky svým zkušenostem s danou čočkou spokojen, může jemně upravit parametry předpokládané kontaktní čočky a znovu prohlédnout vzhled a graf.

Postup lze popsat takto: poté co jsou změřena keratodata, je zvoleno „Lens fitting“, dále vybráno „HECHT CL ANPASSUNG“, software navrhne BIAS nebo jinou kontaktní čočku, poté je získána simulace, tzv. „fluobild“ a graf, kde modrá linka představuje tloušťku slzného filmu, který je u RGP čoček velice důležitým a zohledňovaným parametrem při aplikaci.



Obrázek 4.1 Software HECHT ANPASSUNG, výběr hodnot KČ (vlastní fotografie)

V praxi neprobíhá počítání parametrů zkušební kontaktní čočky pomocí vlastních výpočtů. Využívá se uvedený software, pomocí kterého je zvolena a objednána zkušební kontaktní čočka. Software je od společnosti HECHT a pracuje přímo s jejich kontaktními čočkami.

## 4.4 Fotografie a popis

V následující části budou jednotlivé aplikace pěti probandů doloženy fotografiemi a popsány.

### 4.4.1 Proband č.1

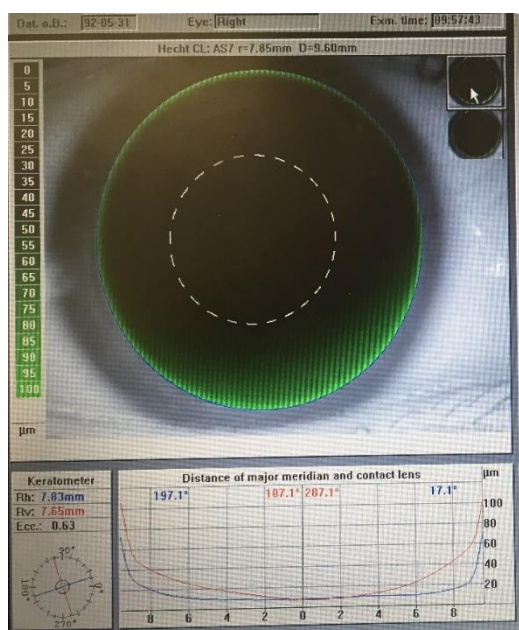
Proband č.1 měl následující dioptrické hodnoty naměřeny ve zkušební brýlové obrubě.

**Pravé oko:** sph -9,25 D cyl -0,5 D ax 20°    **Levé oko:** sph -13,0 D cyl -0,25 D ax 130°

Na základě přepočtu optické mohutnosti v brýlích a kontaktních čočkách byly zvoleny následující optické mohutnosti pro kontaktní čočky:

**Pravé oko:** -8,25 D

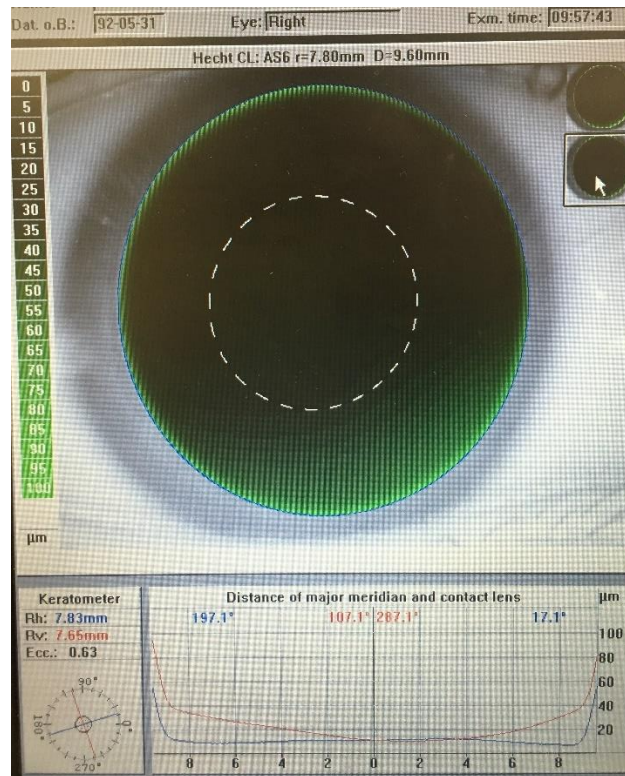
**Levé oko:** -11,0 D



Obrázek 4.2 Proband č.1 Simulace software pevné KČ - původní (vlastní fotografie)

U probanda č.1 software nejprve doporučil RGP zkušební kontaktní čočku AS7, tedy ASCON, díky excentricitě 0,63. Dále doporučil zakřivení 7,85 mm a průměr RGP čočky 9,6 mm. Při pohledu na graf lze vidět tloušťku slzného filmu pod kontaktní čočkou, představováno modrou čarou grafu. Ideální hodnota by měla být cca

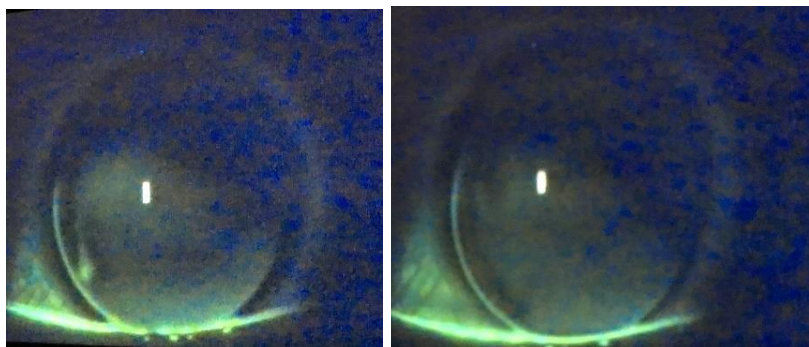
10 mikrometrů. Kvůli tomu, že graf neměl ideální vzhled a kontaktní čočka by se díky vysokému množství slz na oku „kolíbala“, byl využit software a úprava parametrů.



Obrázek 4.3 Proband č.1 Simulace software pevné KČ - upravená (vlastní fotografie)

Byla zvolena kontaktní čočka AS6 se zakřivením 7,80, přičemž ostatní parametry byly zachovány. Na obrázku lze vidět, že graf vzdálenosti kontaktní čočky a hlavního meridiánu se změnil. Na okrajích průběhu modré linky, která zobrazuje tloušťku slzného filmu, lze vidět, že je nyní tloušťka slzného filmu cca 10 mikrometrů. U kontaktní čočky ASCON uprostřed nemá být fluoresceinové jezírko a proto se na apexu rohovky kontaktní čočka a rohovka v podstatě dotýkají.

Tedy byly objednány zkušební kontaktní čočky od společnost HECHT, typ ASCON AS6 o parametrech zakřivení 7,80 mm a průměr 9,6 mm pro pravé oko. Zkušební kontaktní čočky jsou odlišeny i barevně. Mají mírné zbarvení – pravá zelené (ze slova gRün) a levá fialové (ze slova vioLet).



**Obrázek 4.4 Proband č.1 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie)**

Proband č.1 byl po aplikaci byl subjektivně spokojen a kontaktní čočky seděly dobře. Po aplikaci se díval několik minut směrem dolů, aby oči nebyly tolik drážděny. Po několika minutách již byl schopen se zvolenými kontaktními čočkami fungovat a nestěžoval si na výraznější nepohodlí. Při zkoušce zrakové ostrosti na optotypu do dálky dosáhl vízu 1,2.



#### 4.4.2 Proband č.2

Proband č.2 měl následující dioptrické hodnoty naměřeny ve zkušební brýlové obrubě.

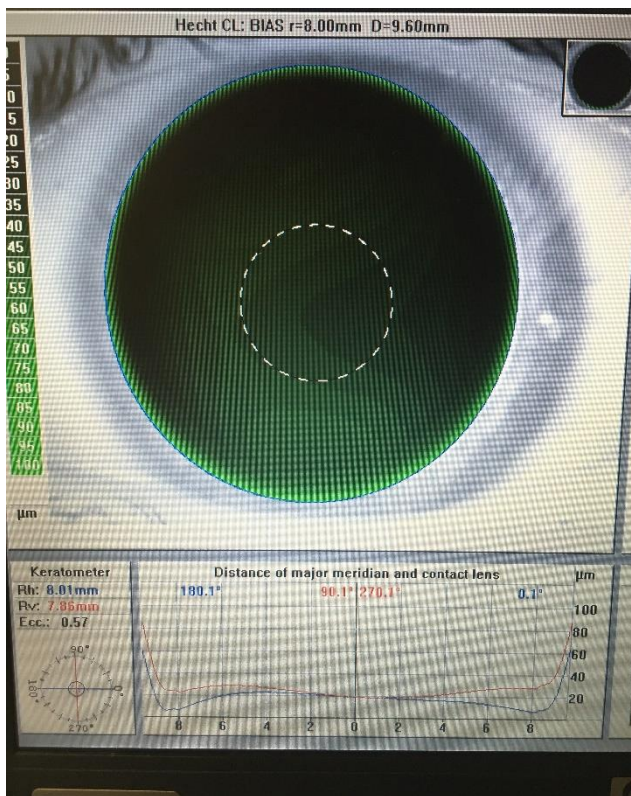
**Pravé oko:** sph +0,75 D cyl -0,5 D ax 10° **Levé oko:** sph +0,50 D cyl -0,25 D ax 0°

Kontaktní čočky byly zvoleny:

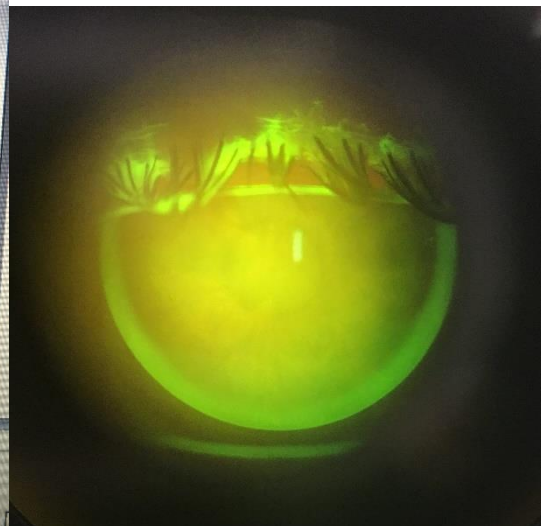
**Pravé oko:** +1,0 D

**Levé oko:** +0,5 D

Probandovi č.2 software dle zakřivení a excentricity doporučil pro levé oko kontaktní čočku BIAS, přesněji BIAS F, která je určena pro excentricity 0,5-0,66. Graf pro hodnoty, které doporučil software má správný průběh. Na oku kontaktní čočka také seděla správně.



Obrázek 4.5 Proband č.2 Simulace software pevné KČ (vlastní fotografie)



Obrázek 4.6 Proband č.2 Barvení fluoresceínem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie)

### 4.4.3 Proband č.3

Proband č.3 měl následující dioptrické hodnoty naměřeny ve zkušební brýlové obrubě.

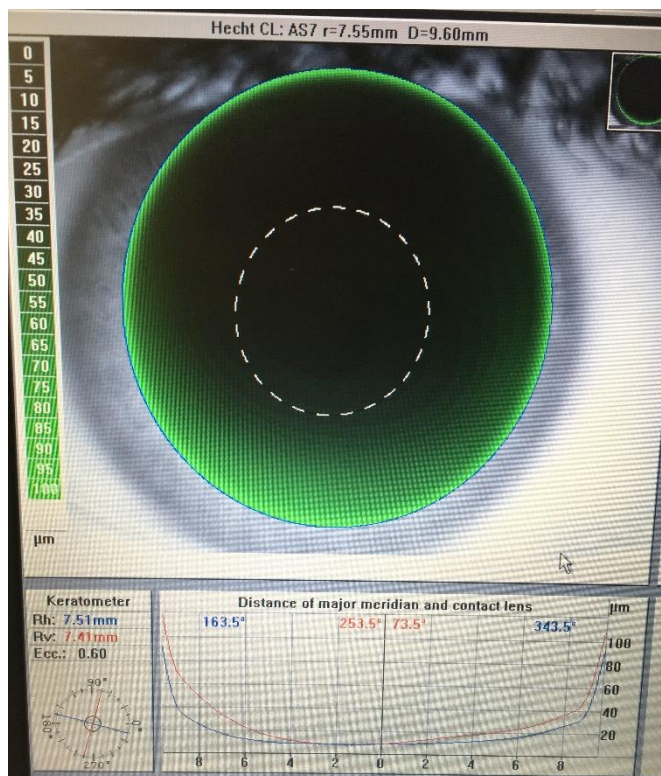
**Pravé oko:** plan

**Levé oko:** plan

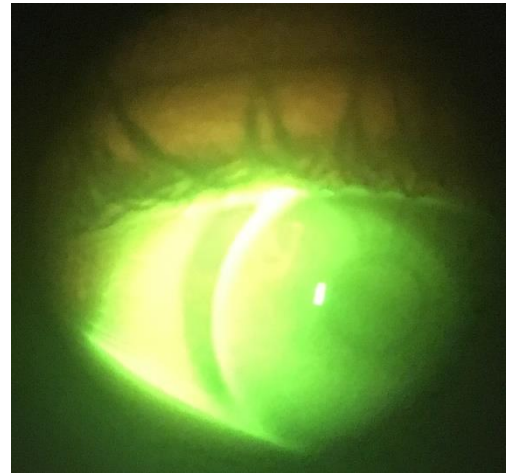
Kontaktní čočky byly zvoleny:

**Pravé oko:** +0,25 D

**Levé oko:** +0,25 D



Obrázek 4.7 Proband č.3 Simulace software pevné KČ (vlastní fotografie)



Obrázek 4.8 Proband č.3 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie)

Probandovi č.3 software dle zakřivení a excentricity doporučil pro pravé oko kontaktní čočku z řady ASCON, AS7, která je určena pro excentricity 0,5-0,8. Pro aplikaci bylo dle doporučení konzultanta objednána kontaktní čočka BIAS F o hodnotě zakřivení 7,55 mm a průměru 9,60 mm.

#### 4.4.4 Proband č.4

Proband č.4 měl následující dioptrické hodnoty naměřeny ve zkušební brýlové obrubě.

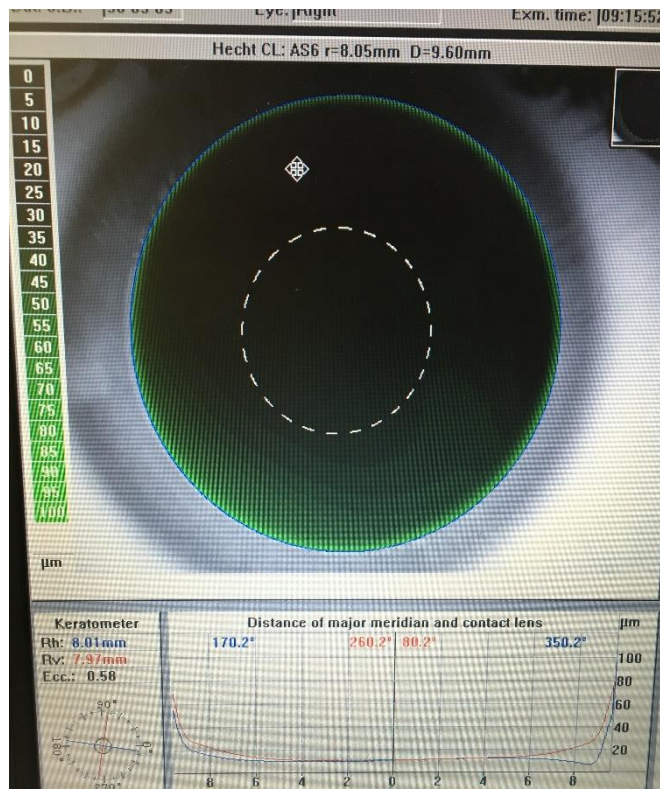
**Pravé oko:** plan

**Levé oko:** plan

Kontaktní čočky byly zvoleny:

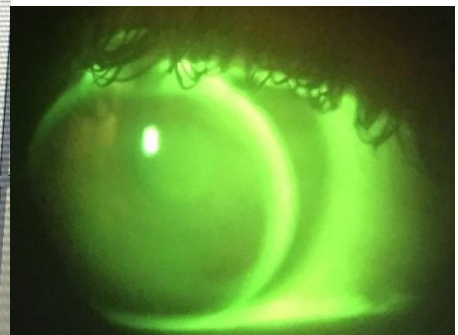
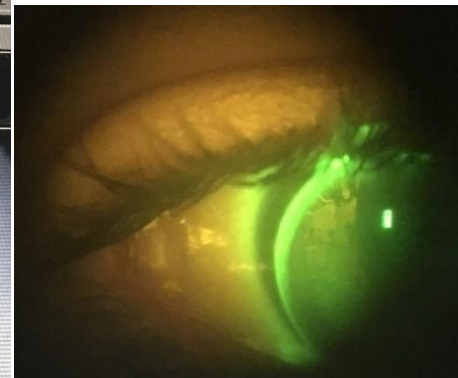
**Pravé oko:** plan D

**Levé oko:** +0,25 D



Obrázek 4.10 Proband č.4 Simulace software pevné KČ

(vlastní fotografie)



Obrázek 4.9 Proband č.4 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie)

Probandovi č.4 software dle zakřivení a excentricity doporučil pro pravé oko kontaktní čočku z řady ASCON, AS6, která je určena pro excentricity 0,5-0,8. Pro aplikaci bylo dle doporučení konzultanta objednána kontaktní čočka BIAS F o hodnotě zakřivení 8,05 mm a průměru 9,60 mm.



#### 4.4.5 Proband č.5

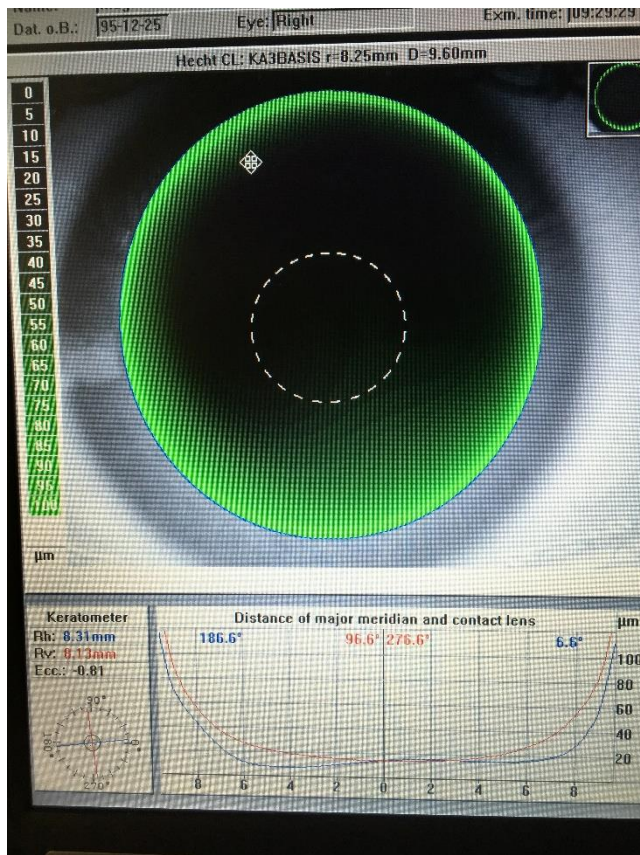
Proband č.5 měl následující dioptrické hodnoty naměřeny ve zkušební brýlové obrubě.

**Pravé oko:** sph -2,75 D cyl -0,75 D ax 25° **Levé oko:** sph -1,50 D cyl -1,00 D ax 5°

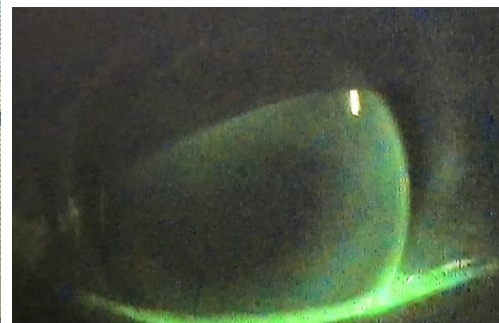
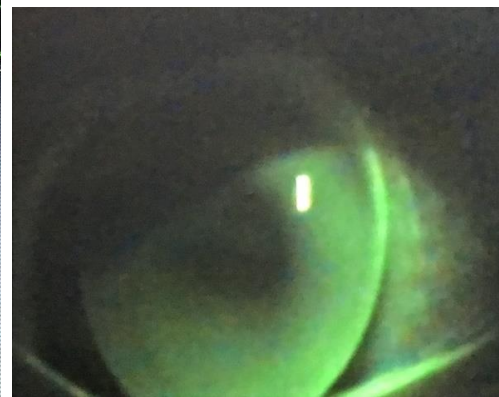
Kontaktní čočky byly zvoleny:

**Pravé oko:** -2,75 D

**Levé oko:** -1,75 D



Obrázek 4.11 Proband č.5 Simulace software pevné KČ (vlastní fotografie)



Obrázek 4.12 Proband č.5 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie)

Proband č.5 byl po laserové operaci očí – relax smile. Před operací měl cca -10 D. Nyní jsou dioptrické hodnoty -2,75 a -1,5 D. U klientů po laserové operaci mají rohovky často jiný tvar než běžná rohovka. V centrální části je rohovka plochá a v periferii více zakřivená. Software pro tohoto probanda navrhl vícekřivkovou sférickou kontaktní čočku. Tyto kontaktní čočky nesou označení KA1-KA4. Software vybral přímo kontaktní čočku KA3 Basis, která má tři zakřivení. Průměrné zakřivení 8,22 mm symbolizuje, že rohovka je velice plochá. Kontaktní čočka má inverzní zadní křivku tak, aby kopírovala povrch rohovky. Proband č.5 vnímal periferii vidění nejprve rozmazaně, dáno slznou čočkou, tento znak cca po jedné hodině odezněl.

## 4.5 Metodika aplikace RGP

V následující tabulce je navržen metodický postup pro aplikaci pevných kontaktních čoček. Tento formulář vyplývá ze znalostí teoretických a ze získaných praktických zkušeností a doporučuje postup aplikace RGP čoček.

Parametr	Popis	Hodnocení
<b>ZÁKLADNÍ VYŠETŘENÍ</b>		
Stav oka	kontrola na štěrbinové lampě	<input type="checkbox"/> bez nálezu <input type="checkbox"/> s nálezem
Vhodnost k aplikaci RGP čoček	dle ŠL, predispozice, potřeby	<input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
Objektivní refrakce	dle měření (zkušební obruba nebo foropter)	HODNOTA: P: D cyl ax L: D cyl ax
Přepočet pro KČ	přepočet (zkušební obruba vs kontaktní čočka)	HODNOTA: P: D cyl ax L: D cyl ax
<b>VÝBĚR PEVNÉ KONTAKTNÍ ČOČKY</b>		
Geometrie KČ	excentricita (oploštění rohovky směrem do periferie), dle keratodat	HODNOTA:
Výběr BIAS nebo ASCON	dle excentricity a software BIAS 0,3-0,5, BIAS F 0,5-0,66, ASCON 0,5-0,8	<input type="checkbox"/> BIAS <input type="checkbox"/> BIAS F <input type="checkbox"/> ASCON <input type="checkbox"/> JINÁ - doplňte:
Centrální zakřivení KČ	dle centr. zakřivení je určeno zakřivení KČ	HODNOTA:
Zakřivení KČ	Software nebo dle vztahu: $r_0 \text{ BIAS} = r \text{ rohovky ploché} + 0,05 \text{ mm}$ $r_0 \text{ ASCON} = r \text{ rohovky ploché} - 1/3 * \Delta r + 0,05$ oploštění AS hodnota = $(\epsilon + 0,1) \times 10$ (r - zakřivení rohovky v mm, $\epsilon$ - excentricita rohovky)	HODNOTA: (pro výrobu po 0,5 mm!)
Velikost KČ dle velikosti rohovky	Software nebo dle tabulky: VELIKOST ROHOVKY PRŮMĚR KČ Pod 11,4 8,8 11,4 – 11,8 9,2 11,8 – 12,2 9,6 12,2 – 12,6 10,0 Nad 12,6 10,4	HODNOTA:
Vizualizace keratografu	dodržení tvaru grafu, tloušťky slzného filmu BIAS: fluoresceinové jezírko, okraje lehce odstávající ASCON: centrálně-paraletní, periferie plošší	V pořádku? <input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
Objednání zkušebních KČ dle vyhodnocených parametrů a software		

PO ÚVODNÍ APLIKACI RGP ČOČEK		
Kontrola na štěrbinové lampě	pohyb staticky vs dynamicky, obarvení fluoresceinem, kontrola	V pořádku? <input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
Pohodlí	pocity klienta	V normě? <input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE
Kontrola vízu na optotypu	ověření správnosti dioptrické hodnoty	V pořádku? <input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE Pokud NE - nové hodnoty: P: D cyl ax L: D cyl ax
OBJEDNÁNÍ DEFINITIVNÍCH KČ, APLIKACE A NÁSLEDNÉ KONTROLY		
Klient si přivyká na pevné KČ	postupně, dle rozpisu	1.den - cca 2-3 hodiny 2.den - cca 4-5 hodin 3.den - cca 5-6 hodin 4. den - cca 6-7 hodin 5. a další dny - cca 8 hodin
Kontrola po 14ti dnech Kontrola po 4 týdnech	kontrola usazení, vízu, stavu oka, KČ, subj.pocity klienta	V pořádku? <input type="checkbox"/> ANO <input type="checkbox"/> NE

## 5 Diskuze

V rámci experimentální části byla provedena aplikace a následně sepsána metodika. U jednotlivých probandů byl dodržen popsáný postup aplikace a k aplikaci byl využit software. V rámci aplikace bylo využito objednaných zkušebních kontaktních čoček, které byly určeny dle přesných, individuálních parametrů. Aplikace byla i díky této možnosti úspěšnější a pro probandy byla pocitově z většiny komfortní a výrazně si nestěžovali. Většina souhlasila s tím, že by si na tyto kontaktní čočky dokázali zvyknout. Druhou možností pro aplikaci pevných kontaktních čoček je využití zkušební sady od společnosti HECHT. Tato možnost byla vyzkoušena v rámci praktických cvičení na ČVUT FBMI. Ti, kteří měli RGP čočky ze zkušební sady aplikované, byli častěji nespokojeni s komfortem a na závěr se většina vyjádřila, že by tyto kontaktní čočky nedokázali nosit. Toto je dáno tím, že zkušební sada obsahuje pouze určité kombinace kontaktních čoček ASCON a BIAS a také pouze některé dioptrie. Má ale benefit dostupnosti ihned, vyšetřovaný nemusí čekat na výrobu zkušebních kontaktních čoček.

V rámci metodiky byl navržen postup, který by měl objasnit aplikujícím, nebo méně zkušeným, možný postup a důležité body, kterých je třeba si při aplikaci RGP čoček všimnout. Mnoho bodů je velice podobných, jako při aplikaci měkkých kontaktních čoček, ale aplikace RGP má svá specifika. Jedná se především o nutnost získání přesných parametrů pro výrobu definitivní kontaktní čočky, o fluoresceinový test a o jiné první pocity vyšetřovaného.

Dle aplikací probandům lze říci, že software od společnosti HECHT pro aplikaci pevných kontaktních čoček, který může aplikující využít, je velmi sofistikovaný a relativně jednoduchý pro uživatele. Velice snadno pomáhá vybrat vhodnou kontaktní čočku. Důležité pro práci s ním jsou ale i zkušenosti aplikujícího. Pokud je rohovka vyšetřovaného specificky zakřivená, nebo má velmi speciální parametry, je společnost HECHT připravena i na individuální dotazy a doporučení, na která reaguje. Pro využití této pomoci je nutné zaslat rohovková data.

## 6 Závěr

Přestože se v naší zemi s aplikací pevných kontaktních čoček setkáváme pouze zřídka, má tento typ kontaktních čoček svůj význam. Jsou sice často označovány jako nepohodlné, ale je možné si na ně zvyknout a využívat těchto zdravějších kontaktních čoček. Existují také pacienti, pro které jsou RGP kontaktní čočky jedinou možností, jak dosáhnout ostrého nebo uspokojivého vidění. U lidí s keratokonem nebo nepravidelným astigmatismem jsou pevné kontaktní čočky ideální volbou. Kromě toho mají RGP čočky vysokou propustnost pro kyslík, uživateli vydrží až 2 roky a je u nich velice nízká pravděpodobnost gigantopapilární konjunktivitidy. Z pohledu aplikujícího je náročnější a delší aplikace oproti měkkým kontaktním čočkám, prodloužená o dobu návyku klienta na tyto čočky. K aplikaci je také nutné mít dobře vybavené pracoviště, což obnáší vyšší finanční náročnost pro aplikační místnost/ordinaci.

V rámci literární rešerše byl poskytnut ucelený přehled spojený s touto tematikou. V rámci experimentální části práce byla provedena aplikace pěti probandům a vyhodnocena. Dle těchto aplikací byla navržena metodika vhodná pro aplikaci těchto kontaktních čoček.

V současné době aplikuje v České republice RGP čočky pouze několik odborníků. Jejich řady se nyní mírně rozšiřují – na klinikách přibývají pracoviště, kde jsou aplikovány pevné kontaktní čočky, převážně pacientům, pro které je jiný způsob korekce nedostatečný.

## Seznam použité literatury

ANDREW FRANKLIN AND NGAIRE FRANKLIN. *Rigid gas-permeable lens fitting*. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 9780750688901.

*Daniels, Ken. Contact lenses. Thorofare, NJ: Slack Inc, 1999. Print.*

DAVIS, Robert a Barry EIDEN. Hybrid Contact Lens Management. *Contact Lens Spectrum [online]*. 2010, 1 April 2010, , 1 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <https://www.clspectrum.com/issues/2010/april-2010/hybrid-contact-lens-management>

EFRON, Nathan, ed. *Contact lens practice*. Third edition. Edinburgh: Elsevier, 2018. ISBN 9780702066603.

GASSON, Andrew a Judith MORRIS. *The contact lens manual: a practical guide to fitting*. 4th ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2010. ISBN 9780750675901.

HAUK, Carl. *6 Important Facts About Contact Lenses*. e-book: Lulu.com, 2015. ISBN 9781329659315.

KITCHEN, Clyde K. *Fact and fiction of healthy vision: eye care for adults and children*. Westport, Conn.: Praeger Publishers, 2007. ISBN 9780275993450.

KOLARČÍK, Lukáš, Václav DEDEK a Michal PTÁČEK. *Příručka pro sestry v oftalmologii*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 9788024754581.

---

KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Grada, 2007. ISBN 9788024711638.

*Kurzlehrbuch Augenheilkunde: Gesa-Astrid Hahn*. Stuttgart: Thieme, 2012. ISBN 9783131714718.

LIU, Yue M. a Peiying XIE. The Safety of Orthokeratology—A Systematic Review. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*[online]. 2016, **42**(1), 35-42 [cit. 2018-01-11]. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000219. ISSN 1542-2321. Dostupné z:

<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00140068-201601000-00006>

MANNIS, Mark J. *Contact lenses in ophthalmic practice*. New York: Springer, c2003. ISBN 0-387-40400-7.

MILTON M. HOM, ADRIAN S. BRUCE, Milton M. Hom, Adrian S. Bruce a Carlos Luis Saona Santos]. [TRADUCCIÓN Y REVISIÓN CIENTÍFICA. *Manual of contact lens prescribing and fitting*. 3rd ed. St. Louis, Mo: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 9780750675178.

OREL, Miroslav a Věra FACOVÁ. *Člověk, jeho smysly a svět*. Praha: Grada, 2010. Psyché (Grada). ISBN 9788024729466.

ORR, Janis B a James SW WOLFFSOHN. Are we short-sighted about myopia?. In: *Eyeneews* [online]. Scotland: Pinpoint Scotland, 2017, 01.12.2017 [cit. 2018-05-15].

---

Dostupné z: [www.eyenews.uk.com/features/optometry/post/are-we-short-sighted-about-myopia](http://www.eyenews.uk.com/features/optometry/post/are-we-short-sighted-about-myopia)

SINHA, Rajesh a Vijay Kumar DADA. *Textbook of contact lenses*. Fifth edition. Philadelphia: Jaypee Brothers Medical Publishers (P), 2017. ISBN 9789386150448.

SMITH, Jason. *Gas Permeable Contact Lenses: A Primer on their History and Fitting* [online]. 2011, 01 Jan 2011 [cit. 2018-01-07]. Dostupné z: [http://www.ecpmag.com/1webmagazine/2011/01jan/content/OD\\_perspective/gas-permeable-contact-lenses.html](http://www.ecpmag.com/1webmagazine/2011/01jan/content/OD_perspective/gas-permeable-contact-lenses.html)

TICHÝ, Mgr. Oldřich. Hradí VZP kontaktní čočky?. *Všeobecná zdravotní pojišťovna ČR* [online]. VZP ČR, 2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.vzp.cz/tiskove-centrum/otazky-tydne/komu-pojistovna-hradi-kontaktni-cocky>

UDELL, Ira J. a Thomas L. STEINEMANN. Orthokeratology: Does it Live Up to Expectations? *American Journal of Ophthalmology* [online]. 2013, **156**(6), 1073-1075.e2 [cit. 2018-01-11]. DOI: 10.1016/j.ajo.2013.08.012. ISSN 00029394. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002939413005497>

WANG, Ming X. a Tracy Schroeder. SWARTZ. *Irregular astigmatism: diagnosis and treatment*. Thorofare, NJ: SLACK, c2008. ISBN 9781556428395.



## Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Konfigurace kontaktní čočky vyrobené technologií single cut (Mannis, 2004, str. 23) .....	10
Obrázek 2.2 Časová osa, vývoj kontaktních čoček (Efron, 2018, str. 8) .....	12
Obrázek 2.3 Typy pevných kontaktních čoček (Mannis, 2004, str. 25).....	14
Obrázek 2.4 Kontrola pevné kontaktní čočky a manuální leštění okrajů (Efron, 2018, str. 128).....	16
Obrázek 2.5 Vzhled sférické RGP čočky na sférické rohovce při fluoresceinovém testu .....	24
Obrázek 2.6 Vzory fluoresceinových obrazů (Sinha a Dada, 2017, str.79) .....	24
Obrázek 2.7 Pohled na oko s keratokonem ze strany (Wang a Schroeder, 2008, str. 54) .....	29
Obrázek 4.1 Software HECHT ANPASSUNG, výběr hodnot KČ (vlastní fotografie)..	33
Obrázek 4.2 Proband č.1 Simulace software pevné KČ - původní (vlastní fotografie)..	34
Obrázek 4.3 Proband č.1 Simulace software pevné KČ - upravená (vlastní fotografie)	35
Obrázek 4.4 Proband č.1 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie) .....	36
Obrázek 4.5 Proband č.2 Simulace software pevné KČ (vlastní fotografie).....	37
Obrázek 4.6 Proband č.2 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie) .....	37
Obrázek 4.7 Proband č.3 Simulace software pevné KČ (vlastní fotografie).....	38
Obrázek 4.8 Proband č.3 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie) .....	38
Obrázek 4.10 Proband č.4 Simulace software pevné KČ .....	39
Obrázek 4.9 Proband č.4 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie) .....	39
Obrázek 4.11 Proband č.5 Simulace software pevné KČ (vlastní fotografie) .....	40
Obrázek 4.12 Proband č.5 Barvení fluoresceinem s aplikovanou RGP čočkou (vlastní fotografie) .....	40