

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2018

**LUCIE
LORENCOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra přírodovědných oborů

Změny parametrů kontaktních čoček v závislosti na době nošení

Changes of contact lens parameters in dependence of wearing time

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Vedoucí práce: Ing. Jiří Michálek, CSc

Lucie Lorencová

Kladno 2018

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2017/2018

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

Student: **Lucie Lorencová**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Změny parametrů kontaktních čoček v závislosti na době nošení**
Téma anglicky: Changes of contact lens parameters in dependence of wearing time

Zásady pro vypracování:

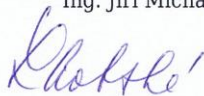
Vypracujte stručnou rešerši na téma vlastností kontaktních čoček, zejména materiálových a tvarových. Dále zpracujte rešerši týkající se režimů nošení kontaktních čoček a intervalů jejich výměny. Zaměřte se na studie, které se doba nošení čoček, respektive změnám jejich parametrů nošením čoček vyvolaným, zabývají. Na základě těchto rešerší postulujte cíle pro praktickou část bakalářské práce a navrhnete postupy k jejich dosažení. Změřte vhodné vlastnosti vybraných kontaktních čoček, které nebyly nošeny, které byly nošeny při dodržení doporučeného režimu nošení a frekvence výměny čoček a čoček „přenašených“. Porovnejte a diskutujte zjištěné výsledky.

Seznam odborné literatury:

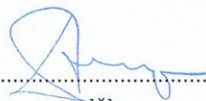
- [1] EFRON, N., Contact lens practice, ed. 2, St. Louis, Mo.: Butterworth Heineman, 2010, 510 s., ISBN 978-070-2047-633
- [2] KUCHYŇKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8
- [3] EFRON, N., Contact Lens Complications , ed. 3rd, Edinburgh: Elsevier-Saunders, 2012, ISBN 9780702042690
- [4] MACKIE, Ian A., Medical contact lens practice: a systematic approach, ed. 1st, Boston: Butterworth-Heinemann, 1993, ISBN 978-0750609395

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: Ing. Jiří Michálek, CSc.



vedoucí katedry / pracoviště



děkan

V Kladně dne 19.02.2018

Název práce: Změny parametrů kontaktních čoček v závislosti na době nošení

Abstrakt:

Práce se zabývá problematikou nošení kontaktních čoček. Charakterizuje stručný vývoj kontaktních čoček a jejich dělení podle materiálu. Popisuje tvarové parametry kontaktních čoček a jejich vzájemnou závislost. Věnuje se režimům nošení a frekvenci výměny, které rozděluje do několika podkategorií. Další část práce je zaměřena na oční patologie a komplikace spojené s nošením kontaktních čoček, zejména mechanické poškození oka, neinfekční a infekční onemocnění. Komplikace se pojí s rizikovými faktory, které ovlivňují jejich výskyt a závažnost. Jedním z nich je nedodržování doporučené frekvence výměny čoček, tzv. „přenášení“. Cílem práce bylo ukázat, že při tom dochází k měřitelné změně parametrů čočky ovlivňujících vidění.

V experimentální části jsou popsány metody měření absorpance, zakřivení a průměru čočky. Při měření byly porovnávány nenošené kontaktní čočky s čočkami v různých stádiích nošení. Dosažené výsledky jsou doplněny o údaje získané v dotazníkovém šetření, zaměřeném na subjektivní vnímání komfortu při nošení čoček a společně diskutovány. Cíle práce byly splněny. Bylo prokázáno, že při „přenášení“ kontaktních čoček dochází ke změně jejich parametrů a komfortu nošení, přičemž tyto změny jsou měřitelné.

Klíčová slova:

Kontaktní čočky, frekvence výměny, zásady zdravého nošení, změna optických a tvarových parametrů

Thesis title: Changes of contact lens parameters in dependence of wearing time

Abstract:

Thesis deals with the issue of contact lens wearing. It characterizes the brief development of contact lenses and their categorization from the viewpoint of materials. It describes the shape properties of the contact lenses and their interdependence. It deals with time of wearing and frequency of the lens replacement, which are divided into several subcategories. Another part is focused on eye's pathologies and complications related to the contact lens wearing, especially mechanical damage to the eye, noninfectious and infectious diseases. Complications are associated with risk factors that affect their occurrence and severity. One of them is non-compliance with the recommended lens replacement rate, so-called "prolonged wearing". The aim of the work was to show that there is a measurable change in the parameters of the lens affecting vision.

The experimental part describes the methods of measurement of absorbance, curvature and diameter of the lens. The non-worn contact lenses were measured and received results were compared with results observed with lenses in different wearing stages. The results obtained are supplemented by data obtained in the questionnaire survey, focused on the subjective feeling of comfort while wearing the lenses and discussed together. The aim of the work has been fulfilled. It has been shown that, in violation of the principles of proper contact lens wear, their parameters and wear comfort change, and these changes are measurable.

Key words:

Contact lenses, replacement frequency, compliance, changes of optical and shape parameters

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala **Ing. Jiřímu Michálkovi, CSc.** za vedení mé práce, cenné rady a připomínky, které mi poskytl. Doc. Ing. Marii Pospíšilové, CSc. za pomoc při praktickém výzkumu. A v neposlední řadě rodině a přátelům za velkou podporu v celém průběhu mého studia.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Změny parametrů kontaktních čoček v závislosti na době nošení“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské 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 dne

.....

podpis

Obsah

1. Úvod	1
2. Teoretická část.....	2
2.1 Stručný historický vývoj kontaktních čoček.....	2
2.2 Materiály kontaktních čoček.....	3
2.2.1 Tvrdé kontaktní čočky	4
2.2.2 Měkké kontaktní čočky	4
2.3 Tvarové parametry kontaktních čoček.....	7
2.3.1 Hydratace a vliv na tvarové parametry.....	8
2.4 Režimy nošení.....	9
2.4.1 Denní – daily wear (DW)	9
2.4.2 Flexibilní – flexible wear (FW).....	9
2.4.3 Prodloužené - extended wear (EW).....	9
2.4.4 Kontinuální - continuous wear (CW)	10
2.5 Frekvence výměn.....	10
2.5.1 Konvenční čočky	10
2.5.2 Čočky s plánovanou výměnou (disposable)	11
2.5.3 Jednodenní čočky	11
2.6 Komplikace spojené s nošením čoček	11
2.6.1 Hypoxie	12
2.6.2 Syndrom suchého oka.....	13
2.6.3 Mechanické poškození oka.....	13
2.6.4 Neinfekční onemocnění	14
2.6.5 Infekční onemocnění	15
2.7 Rizikové faktory	16
2.7.1 Nedodržování zásad správného nošení kontaktních čoček.....	16
3. Cíle práce.....	18
4. Použité metody	19
4.1 Přístroje a metody měření	19
4.1.1 Lambert-Beerův absorpční zákon.....	20
5. Experimentální část	21
5.1 Použité vzorky kontaktních čoček	21
5.2 Analyzátor kontaktních čoček	23

5.3	Spektrofotometr	24
5.4	Výsledky měření	27
5.4.1	Zakřivení a průměr	27
5.4.2	Transmitance	30
5.5	Dotazníkové šetření	32
5.5.1	Výsledky dotazníku	32
5.6	Statistika měření	34
5.6.1	Měření zakřivení a průměru	34
5.6.2	Měření transmitance	34
6.	Diskuze	36
7.	Závěr	39
	Zdroje	40
	Seznam symbolů a zkratk	44
	Seznam obrázků	45
	Seznam tabulek	46
	Příloha A: Ukázka defektních čoček	47
	Příloha B: Grafy zakřivení a průměru	48
	Příloha C: Grafy transmitance	50
	Příloha D: Dotazník	52

1. Úvod

Kontaktní čočky jsou dnes moderním řešením a zároveň jednou z nejrozšířenějších pomůcek ke korekci refrakčních vad. Mají ale i terapeutické nebo kosmetické využití. Korigujeme jimi hypermetropii, myopii, pravidelný astigmatismus a presbyopii. Lze je nosit prakticky od narození. S jejich užíváním se pojí hygiena a následná péče.

Anamnéza a motivace klienta vede k výběru vhodné kontaktní čočky. Dalším faktorem jsou tvarové parametry oka a parametry čoček v nabídce výrobců.

Při samotné první aplikaci je klient edukován specialistou ke správnému nasazení a vyjmutí čočky. Důležité je dodržování hygienických podmínek a postupů. Důkladné mytí rukou. Způsob mechanického čištění, uchovávání čočky a pouzdra pro čočky s plánovanou výměnou. Interval výměny pouzdra. Vhodný výběr roztoku pro daný typ čočky, s ohledem na případné alergické reakce. Dále poučení o životnosti a režimu nošení čočky, která byla zvolena a plánované výměně po 1, 14, 30, 90, nebo 365 dnech. Veškerá poučení dostává klient ve vtištěné podobě a podepisuje informovaný souhlas o zaškolení.

Nositelé kontaktních čoček si však nedodržováním doporučených postupů a pravidelných kontrol u specialistů mohou způsobit komplikace resultující v podráždění oka, různá neinfekční či infekční onemocnění, jež následně mohou přerůst ve vážné patologie. Léčba problémů bývá zdlouhavá. Než se oko vrátí do fyziologického stavu, musí nositelé čočky vyměnit za brýle. Případně přerušit nošení čoček úplně, dojde-li k nevratným změnám na rohovce.

Přes obrovský pokrok ve vývoji, který umožňuje individuální výběr čočky, z hlediska materiálů, režimů nošení i péče, zůstává porušování hygieny a nesprávná délka nošení („přenášení“) stále aktuálním problémem.

2. Teoretická část

2.1 Stručný historický vývoj kontaktních čoček

Materiály pro kontaktní čočky se vyvíjely několik století. První zmínky o korekci zraku optickým systémem, který je v přímém kontaktu s okem, se setkáváme v 16. století. V publikaci *Codex of the eye, Manual D* z roku 1508, Leonardo da Vinci popsal metodu přímé změny optické mohutnosti rohovky ponořením oka do mísy s vodou. O století později René Descartes navrhl trubici naplněnou vodou, zakončenou sklem, která se přiložila na rohovku. U tohoto vynálezu bylo ale znemožněné mrkání, a tak Thomas Young roku 1801 přichází s širší orbitální trubicí, zakončenou skleněnou čočkou. [1; 2; 3]

John Herschel popsal skleněnou čočku, která měla být na rohovku aplikována pomocí gelu živočišného původu v roce 1845. Skleněné sklerální čočky na konci 19. století jsou vyráběny nejprve z foukaného skla, později broušené. [3]

Časová osa dle N. Efrona [1]:

- 1888 - A. E. Fick první popsal postup výroby a nasazení kontaktní čočky (afokální) z foukaného skla
- 1889 - E. Kalt aplikoval afokální skleněné čočky pacientům s keratokonem
- 1889 - A. Müller popsal korekci vlastní vysoké myopie skleněnou KČ
- 1936 – W. Feinbloom spojil sklerální skleněnou čočku s okrajovou opakní částí z PMMA
- 1948 – K. Tuohy patentoval tvrdé korneální čočky z PMMA
- 1960 - Wichterle publikoval gely na bázi methakrylátů (HEMA)
- 1965 – Vyvinuty čočky ze silikonových elastomerů
- 1972 - Měkké hydrogelové čočky uvedeny na světový trh Bausch&Lomb
- 1974 - RGP čočky patentované Gaylordem
- 1984 – Gothenburgská studie
- 1988 - Čočky s plánovanou výměnou Johnson&Johnson - Acuvue
- 1994 - Jednorázové jednodenní hydrogelové čočky Bausch&Lomb
- 1998 - Silikonhydrogelové čočky pro prodloužené nošení Bausch&Lomb a Ciba Vision

2.2 Materiály kontaktních čoček

Od třicátých let minulého století, kdy byly vyrobeny kontaktní čočky z polymethylmethakrylátu (PMMA), jsou kontaktní čočky vyráběny pouze z polymerů, respektive polymerních sítí. Výsledkem dlouhodobého vývoje jsou dnes nejmodernější polymery. Materiály kontaktních čoček dělíme na:

- Tvrdé
 - Tvrdé nepropustné (sklo, PMMA)
 - Tvrdé plynopropustné (RGP materiály)
- Měkké
 - Hydrofobní - měkké silikonové
 - Hydrofilní (hydrogelové)
 - hydrogelové standardní (PHEMA)
 - hydrogelové výšeboťnavé
 - hybridní (silikonhydrogelové)

[3]

Asociace výrobců kontaktních čoček ACLM vytvořila mezinárodní klasifikaci, podle které se rozdělují všechny dostupné materiály na trhu do dvou skupin. Tvrdé FOCON a měkké FILCON. Dělení vychází z chemických skupin, které jednotlivé materiály obsahují a pořadí skupin respektuje rostoucí hodnoty permeability kyslíku. Obchodní název materiálu pak zpravidla obsahuje kromě vlastního konkrétního rozlišení příponu focon, respektive filcon (např. hioxifilcon). [3; 4; 5]

V této klasifikaci nebyly zahrnuty silikonhydrogely a polyvinylalkohol (PVA). Jednodušší klasifikace podle FDA dělí kontaktní čočky do čtyř skupin podle jejich boťnavosti (hranice 50%) a podle toho, zda se jedná o ionogenní nebo neionogenní materiál:

Tab. 2.1: Klasifikace dle FDA [3]

Skupina I	neionogenní s obsahem vody (38–50 %)
Skupina II	neionogenní s obsahem vody (51–80 %)
Skupina III	ionogenní s obsahem vody do 50 %
Skupina IV	ionogenní s obsahem vody nad 50 %

2.2.1 Tvrdé kontaktní čočky

Tvrdé kontaktní čočky jsou konstruovány tak, aby se svým tvarem dokonale přizpůsobily ploše rohovky. Mají menší přilnavost, a proto je jejich použití omezeno zvláště při rizikových povoláních a sportech. Podle rozsahu zakryté plochy oka je rozdělujeme na sklerální a korneální. [3; 4; 6]

Nepropustné kontaktní čočky, vyráběné ze skla, ve 40. letech 20. století začal nahrazovat polymethylmethakrylát (PMMA). Důvodem byly výborné optické vlastnosti, nízká hmotnost, dobrá opracovatelnost materiálu a celková stabilita. Nevýhodou PMMA zůstává nepropustnost pro plyny ani jiné nízkomolekulární látky. Působí jako bariéra rohovkového metabolismu. Proto se od jejich výroby (až na výjimky) již ustoupilo. [1; 3; 4]

Plynpropustné čočky RGP (rigid gas permeable) propouští plyny, a to i ve vysoké míře, ale výměna vodorozpustných látek a iontů je minimální, probíhá výměnou slz pod čočkou nebo na povrchu nezakrytém čočkou. Proto se využívají především korneální čočky. Slouží ke korekci vysoké myopie, nepravidelného astigmatismu a terapii keratokonu. Polymery pro výrobu RGP čoček jsou dnes hlavně kopolymery alkylmethakrylátů se siloxanymethakryláty, respektive fluorosiloxanymethakryláty. [1; 3]

2.2.2 Měkké kontaktní čočky

Měkké kontaktní čočky lze rovněž dělit podle materiálu, z něhož jsou vyrobeny, a to na hydrofobní, hydrofilní a hybridní (dnes silikonhydrogelové).

Hydrofobní materiály

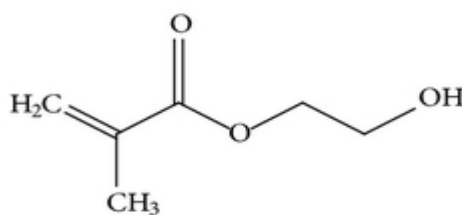
Výhodou hydrofobních materiálů je jejich dobrá mechanická odezva: pružnost, ohebnost a zároveň měkká konzistence. Minimalizují mechanický stres, jímž působí na rohovku. Nejběžnější materiály jsou polyetylen (PE) nebo silikonová pryž (polydimethylsiloxan). Ohebné Si-O-Si vazby u silikonové pryže zároveň umožňují vysokou propustnost pro kyslík. Čočka tedy podporuje přirozený proces „dýchání rohovky“, ovšem nedochází pod ní k výměně slz (ani metabolických zplodin) a tím může být významně narušen slzný film. Vlastní kombinace měkkého materiálu a jeho hydrofobního povrchu se ukázala při testování na pacientech nevhodná. Snahy o povrchové úpravy, které měly zachovat dobré vlastnosti hydrofobních čoček v kombinaci s hydrofilní povrchovou vrstvou zůstaly nenaplněné, bez významnějších úspěchů. Dnes se měkké hydrofobní kontaktní čočky používají výjimečně, zejména jako terapeutické. [3; 4]

Hydrofilní materiály

Řídce sesíťované hydrofilní gely obsahují v závislosti na složení určité množství vody. To se v aplikaci na kontaktní čočky pohybuje mezi 40-80 %. Jejich řetězce tvoří prostorovou mřížku (sít) a tím zaručují tvarovou stálost, nerozpustnost a netavitelnost výsledného materiálu. Zpravidla se jedná o kopolymery více či méně hydrofilních monomerů případně i s monomery hydrofobními. Jejich vhodnou kombinací lze získat gely s různými nastavitelnými vlastnostmi. Čočky vyrobené z hydrogelů jsou měkké, podobné živé tkáni. Snižují mechanické dráždění na oku a jsou lépe snášeny. Difuzivita nízkomolekulárních látek je ovlivněna jejich rozpustností ve vodě, stupněm nabobtnání gelu a tloušťkou čočky. Jsou propustné pro vodorozpustné nízkomolekulární látky a ionty. Hydrogelové čočky lze využít nejen ke korekci, ale i jako terapeutické, například jako pooperační kryt nebo lékovou formu. [1; 4]

Hydrogely standardní

Za standardní materiál je považován 2-hydroxyethylmethakrylát (HEMA), respektive jeho polymer (obr. 2.1). Používá se pro lékařské účely často i jako standard srovnávání s novými materiály, a to zejména díky dlouhodobému použití s dobrými výsledky biokompatibility v interakci se živou tkání. Poly(HEMA) obsahuje v rovnováze s vodou 38 % vody a má index lomu 1,438. Má příznivé pevnostně-deformační vlastnosti, snadno se tepelně sterilizuje. Je hydrolyticky stabilní a odolný vůči enzymatickému štěpení. [3; 4]



Obr. 2.1: 2-hydroxyethylmethakrylát [7]

Hydrogely výšebotnavé

Vlastnostmi se nejvíce přibližují živé tkáni. Vysoký obsah vody zvyšuje jejich permeabilitu pro nízkomolekulární látky a mechanické dráždění je minimální. Mají sice stále nižší propustnost pro plyny než RGP čočky nebo silikony, ale vyšší než hydrogely standardní. Nízký index lomu pro dosažení stejné optické mohutnosti ve srovnání s PHEMA čočkami, je nutné

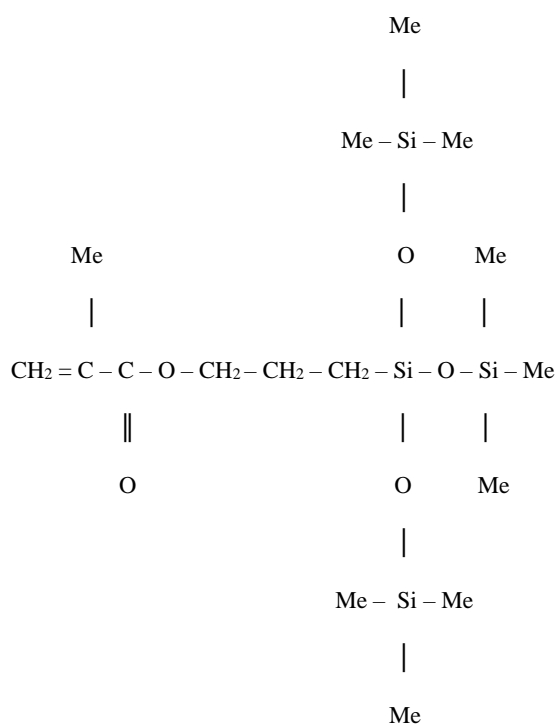
řešit volbou většího zakřivení. S vyšším obsahem vody se snižují i hodnoty mechanických vlastností materiálu. [4]

Silikonhydrogely

Silikonhydrogelové materiály byly zpočátku svého historického vývoje označovány jako materiály hybridní. Byly tedy zařazeny mezi materiály složené z několika vrstev nebo kompositů. Výsledný efekt hybridních materiálů nebyl ideální. Sendvičové materiály mají vesměs horší vlastnosti než materiály původní. Komplikované jsou i výrobní postupy a technologie. [4]

Je třeba přesně rozlišovat mezi hybridními materiály a hybridními čočkami. V druhém případě se jedná o čočky kombinované z tvrdých a měkkých materiálů. Často v podobě centrální části z RGP a okrajové z hydrogelu.

Silikonhydrogely však vytváří ne vrstevnatou nebo kompozitní strukturu, ale bifázickou kokontinuální strukturu, která kombinuje hydrofilní řetězce zajišťující dostatečnou botnavost a hydrofobní polysiloxanové řetězce zodpovědné za propustnost pro kyslík. Oba typy řetězců musí být vhodně uspořádány pro dosažení homogenní, transparentní a funkční struktury. Toho je dosaženo buď použitím řetězců amfifilního charakteru nebo použitím makromonomerů na bázi blokových oligomerů. Jednou z pro silikonhydrogely typických struktur je TRIS struktura (obrázek 2.2).



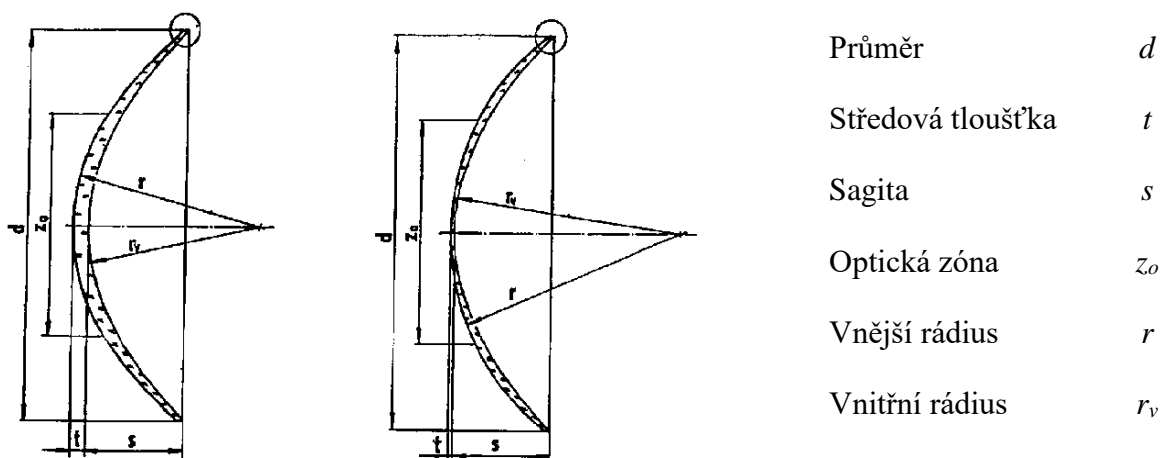
Obr. 2.2: TRIS monomer. Me = CH₃ [1]

Vzájemným propojením hydrofilních řetězců a hydrofobní TRIS-struktury bylo připraveno několik typů opticky homogenních materiálů. Silikonhydrogelové čočky první generace měly nižší obsah vody (20-40 hmotnostních%) a vysokou propustnost pro kyslík ($99-140 \times 10^{-11}$ barrer). Z mechanického hlediska se jednalo o tužší materiál s hodnotami modulu pružnosti přes 1- 1,2 MPa. Čočky vyrobené z těchto materiálů vyžadovaly povrchovou úpravou, která zajišťovala stejnou smáčivost. Postupným vývojem došly silikonhydrogely již do své 3. generace, která se díky struktuře delších siloxanových řetězců a zakomponováním skupin umožňujících tvorbu většího počtu vodíkových můstků vyznačuje nižšími hodnotami modulu, vyšším obsahem vody, takže často nejsou nutné povrchové úpravy. Díky vysoké propustnosti pro kyslík jsou vhodné na prodloužené či kontinuální nošení. [1; 4]

2.3 Tvarové parametry kontaktních čoček

Rohovku nevyživuje žádný cévní systém. Je závislá na přísunu atmosférického kyslíku. Kontaktní čočka tvoří na oku překážku, díky které je normální vyživování rohovky sníženo. Může docházet k deformacím a traumatizaci rohovky, které označujeme jako mechanický a hypoxický stres. Proto je důležitá vhodná volba materiálu a tvaru čočky, abychom tyto faktory snížili na co nejnižší možnou úroveň. [3; 4]

U kontaktních čoček rozlišujeme tvarové, optické a materiálové parametry, přičemž posledně zmiňované lze popsat botnacími, mechanickými a transportními vlastnostmi. Mezi tvarové vlastnosti čočky patří zakřivení, průměr, sagita, středový rádius, průměr optické zóny, středová a okrajová tloušťka znázorněné na *obr. 2.3*. Tyto parametry lze použít pro výpočet jednotlivých ploch.



Obr. 2.3: Schéma obecných tvarových parametrů plusové a minusové čočky [4]

Radius zadní plochy odpovídá za komfort a lepší snášenlivost čočky a udává, jak bude čočka přiléhat na rohovku. Radius přední plochy ovlivňuje optickou mohutnost čočky. Sagita je definována jako hloubka kulového vrchlíku, měří se od vrcholu zakřivení čočky po rovinu řezu. Vzájemně souvisí s průměrem čočky a zakřivením. [2; 3]

Vztah mezi sagitou, průměrem a radiusem (2.1):

$$r^2 = (r - s)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad (2.1)$$

Kde r je radius dané plochy, s je sagita a d průměr čočky. Úpravou vzorce získáme (2.2, 2.3)

$$r^2 = r^2 - 2rs + s^2 + \frac{d^2}{4} \quad (2.2)$$

$$2rs = s^2 + \frac{d^2}{4} \quad (2.3)$$

Pro popis tvaru čočky, je třeba znát zakřivení a průměr (nebo sagitu a průměr u litých KČ). Přístroj na měření parametrů zakřivení čočky se nazývá sférometr. Měření lze provést i na jiných přístrojích, např. Contact Lens Analyzeru Optimec. [3; 4]

2.3.1 Hydratace a vliv na tvarové parametry

Obsah vody měkké kontaktní čočky ovlivňuje její tvarové parametry. V průběhu nošení dochází ke snižování počátečního obsahu vody. To má vliv na tloušťku čočky, její poloměr křivosti a průměr. Dochází ke snížení elasticity, a naopak zvýšení indexu lomu. Stárnutím hydrogelové čočky se obsah vody snižuje a mohou se na ní usazovat různá depozita. To má vliv na index lomu a propustnost pro světlo. Mohou být ovlivněny optické funkce čočky s důsledky zhoršeného vidění. [5]

Dehydratační chování každého materiálu je odlišné, jinak se chová hydrogel a jinak silikonhydrogel. Obecně byl ovšem potvrzen vliv opotřebení čočky na dehydrataci a obsah vody. S délkou nošení se snižuje obsah vody a tím se mění i tloušťka, zakřivení a poloměr dané čočky. [1; 8; 9]

2.4 Režimy nošení

Kontaktní čočky lze užívat v různých režimech. Rozeznáváme 4 typy režimů nošení, a to denní, flexibilní, prodloužené a kontinuální nošení.

Přespávání v kontaktních čočkách má své klady ale i zápory. Důvody proč spát v kontaktních čočkách mohou být:

- Terapeutické, kdy je čočka nosičem léčiva, nebo pomáhá při léčbě rohovkových onemocnění.
- Profesní u povolání, která neumožňují manipulaci s čočkou, nebo vyžadují ostré vidění během dne i noci.
- Spojené s pohodlím, jelikož se s čočkami nemusí manipulovat, ani je každodenně čistit a dezinfikovat.
- Ostré vidění ihned po probuzení, což má význam hlavně u lidí s vysokou refrakční vadou.

[4]

2.4.1 Denní – daily wear (DW)

Denní nošení je základním režimem užívání kontaktních čoček. Čočka se ráno nasadí a po obvykle 8-20 hodinách se z oka vyjme. Díky každodennímu mechanickému čištění a dezinfekci jde o ideální režim. Minimalizuje se pravděpodobnost usazování nečistot a tvorby bakterií, které způsobují rohovková onemocnění a různé komplikace. Navíc oko po sundání čočky může regenerovat, např. případné změny na rohovce. Lze takto používat hydrogelové i silikonhydrogelové čočky. [3]

2.4.2 Flexibilní – flexible wear (FW)

Flexibilní režim je kombinací denního a prodlouženého režimu u čoček, které mají vysoké hodnoty Dk/t . Umožňují tak příležitostné přespání, jež se nesmí opakovat vícekrát než dvě po sobě následující noci. Výjimečným přespáním nedojde k hypoxii předního segmentu oka, nebo není tak rozsáhlá. [3; 10]

2.4.3 Prodloužené - extended wear (EW)

Čočky v prodlouženém režimu jsou určeny na 7 dnů a 6 nocí. Poté následuje noc bez nasazené kontaktní čočky, která se čistí a sterilizuje, multifunkčním roztokem nebo

peroxidovým systémem. Většinou jsou tyto čočky vyrobené z materiálů, které umožňují i delší dobu nošení. Frekventovanější výměnou ubylo rizika hypoxie a dalších komplikací. Ovšem tendence k ukládání depozit na čočce a pod ní je stále stejná, naopak, s prodlužující se délkou nošení čočky bez sejmutí má nutně rostoucí charakter. [3; 10]

Holden a Mertz stanovili svým měřením hranici Dk/t 87 barrerů. Má-li kontaktní čočka takovou transmisibilitu, lze předpokládat úroveň hodnot rohovkového edému na 4 %, což se rovná fyziologickému procentu výskytu edému po nočním spánku bez kontaktních čoček. [3]

Modernější měření (např. Harvitt, Bonano a další) uvedenou hranici ještě zpřísnila. [11]

2.4.4 Kontinuální - continuous wear (CW)

Při kontinuálním režimu nošení je čočka nasazená na oku 30 dní a 29 nocí, po nichž by měla následovat jedna noc bez nasazených kontaktních čoček. Myšlenka k nepřetržitému nošení kontaktních čoček vznikla již na začátku 20.století, jednalo se o skleněné sklerální čočky, které nosili pacienti i několik let. První novodobé pokusy začaly až s objevem hydrogelů. V roce 1981 FDA schválila prodloužené nošení hydrogelových čoček propustných pro kyslík až na 30 dní. Tento objev s sebou nesl řadu komplikací a diskomfort uživatelů. Proto byla doba prodlouženého nošení zkrácena na 7 dní a 6 nocí. Protože pro kontinuální nošení je důležité, aby byly vybrány materiály, které mají vysoké hodnoty Dk . Díky tomu je zajištěno potřebné zásobení rohovky kyslíkem i v noci, kdy je oko zavřené. To z počátku nebylo splněno u hydrogelů a nedostatkem kyslíku docházelo k edémům rohovky. Dnes je ideálním materiálem silikonhydrogel, jehož hodnoty Dk dosahují až $140 \cdot 10^{-11}$ barrerů. Ovšem kontinuálního režimu nošení se u nás využívá v menším počtu případů, spíše pro terapeutické čočky. [1; 3; 10]

2.5 Frekvence výměn

Výrobce stanovuje životnost každé čočky, po uplynutí této doporučené doby, by ji měl klient vyměnit za novou. Kontaktní čočky se dají rozdělit dle frekvence výměny na konvenční, čočky s plánovanou výměnou a jednodenní.

2.5.1 Konvenční čočky

Jde o roční hydrogelové čočky. V 70-80 letech hlavně z PHEMA s rovnovážným obsahem vody 38 %. Obvyklá doba používání je 10-12 měsíců. Závisí na mechanickém stavu čočky a komfortu pro nositele. Dlouhodobé nošení takovýchto čoček vede k usazování depozit na

povrchu, čímž dochází k zhoršení průhlednosti a pružnosti čočky, následně k dráždění a snížení pohodlí i vízu. [3; 4]

2.5.2 Čočky s plánovanou výměnou (disposable)

Postupem času a zavedením nových výrobních technologií s vysokou reprodukovatelností a výtěžností se v oblasti nejčastějších dioptrických hodnot vžily čočky pro plánovanou výměnu, které postupně nahradily čočky konvenční. Typický interval je 14 dnů až 1 měsíc. Typické je balení po 6 kusech, přičemž každá čočka je balena odděleně a je sterilní. Určitým kompromisem mezi konvenčními čočkami a čočkami s plánovanou výměnou představují čočky s čtvrtletní, půlroční a 9-ti měsíční frekvencí výměny. [1; 3]

Po nasazení do oka se na čočce začínají usazovat bílkovinná depozita či lipidy. Proto je důležité mechanické čištění, oplachování i dezinfekce. Manipulací s čočkou se zvyšuje riziko mechanického poškození. Vyplývá z toho tedy, že čím je výměna čoček častější, tím je jejich používání bezpečnější. [1]

2.5.3 Jednodenní čočky

Zvláštním typem čoček s plánovanou výměnou jsou čočky jednodenní. Jde o nejbezpečnější typ čoček z hlediska dodržování hygieny a pravidel bezpečného nošení čoček. Častá manipulace, každodenní čištění a ukládání čoček do pouzdra a hygiena pouzdra není nutná. Každý den se použije nová, sterilní čočka, večer se vyhodí. Nedochozí k dlouhodobé tvorbě depozit s důsledkem bakteriální kontaminace, ani se nesnižuje komfort nošení a vizus v průběhu dne, jak tomu někdy bývá u čtrnáctidenních či měsíčních čoček. Tato frekvence výměny je ideální nejen pro alergiky, pacienty se syndromem suchého oka, sportovce, ale i v řadě dalších případů. Jedinou nevýhodou jednodenních kontaktních čoček může být jejich cena v porovnání s dvoutýdenními či měsíčními čočkami. [1; 3]

2.6 Komplikace spojené s nošením čoček

Kontaktní čočka je cizím předmětem v oku a způsobuje na rohovce změny vzhledové i funkční. Nositel může mít komplikace, které jsou způsobeny samotným nošením čočky a zhoršují se přítomností nesprávného užívání. Čočka v přímém kontaktu s předním segmentem oka způsobuje traumatické změny, snižuje zvlhčování rohovky a spojivek, snižuje okysličení rohovky, stimuluje alergické a zánětlivé odpovědi a může být původcem infekcí. [4; 12; 13]

Velký vliv má čočka na slzný film, kdy zhoršuje jeho kvalitu, přesněji ovlivňuje lipidovou vrstvu, s důsledkem většího odpařování slzného filmu. Kvalita slzného filmu je spojena i s hypoxií rohovky a odplavováním škodlivých látek tvořených pod čočkou, které se hromadí a dochází k dalšímu dráždění oka. Působením kontaktní čočky se snižuje i rohovková citlivost, která je jednou z nejzávažnějších kontraindikací nošení čoček. [1; 4; 13]

Dva hlavní příznaky upozorňující na oční změny, které lze očekávat u nositelů kontaktních čoček jsou diskomfort až bolest a zhoršené vidění. [1; 12]

Příčiny těchto komplikací jsou:

- Neadekvátní čočka k rohovce – chybná aplikace, nevhodné tvarové parametry čočky
- Nedostatečný přenos kyslíku
- Oční patologie
- Rizikové faktory
- Nesnášenlivost materiálu kontaktních čoček a/nebo roztoků – alergické reakce
- Nedodržování hygienických postupů a péče o čočky, pouzdro
- Nesprávné použití kontaktních čoček – záměna rubu a líce apod.

[12]

2.6.1 Hypoxie

Nošení kontaktních čoček vede k výraznému snížení přívodu kyslíku k rohovce. Nedostatečný přísun atmosférického kyslíku nahrazuje okysličení z trázální spojivky. Hodnoty okysličení se pohybují v rozmezí od 8 % do 15 %, v závislosti na propustnosti použitého materiálu čočky. Přitom rohovka bez kontaktní čočky má přísun kyslíku až 21 %. Propustnost je popsána jako rychlost průtoku kyslíku přes danou oblast materiálu a značí se Dk , kde D je difuzní koeficient a k je koeficient rozpustnosti materiálu. Propustnost pro kyslík nepřímo závisí na průměrné tloušťce čočky (t). Proto je propustnost dána jako Dk/t . Pro normální funkci lidské rohovky je požadován parciální tlak kyslíku nejméně 75mmHg. [4; 13; 14]

Hypoxie, anaerobní utilizace živin, vede ke kumulaci kyseliny mléčné, což zapříčiní změnu pH stromatu rohovky.

Dlouhodobá hypoxie způsobuje:

- Spojivkovou a limbální injekci
- Endotelové puchýřky až polymorfismus buněk endotelu rohovky
- Striae v endotelu rohovky
- Mikrocysty a vakuoly
- Povrchové až hluboké stromální neovaskularizace
- Skvrny na rohovce a spojivce

[3; 14; 15]

2.6.2 Syndrom suchého oka

Jde o souhrn nespecifických obtíží zapříčiněný poruchou produkce lipidové složky slzného filmu. Pojí se s ním i disfunkce vodné složky. Pacient má pocit cizího tělíska, paradoxní slzení, pálení, svědění, pocity suchého oka po probuzení. Všechny tyto problémy se zhoršují v suchém prašném prostředí (klimatizace). Objektivně jsou překrvené spojivky, u nositelů čoček výskyt depozit. Může se objevit GPC a infekční komplikace jako keratitidy a konjunktivitidy způsobené poškozením epitelu a erozemi na rohovce v důsledku nekvalitního slzného filmu. [3; 15; 16]

2.6.3 Mechanické poškození oka

První typ mechanického poškození oka je zaviněn samotným nositelem.

Při manipulaci s čočkou - nasazováním či vyjímáním, může dojít k podráždění spojivky. K erozi rohovky dochází, pokud je čočka silně přilnutá a neopatrným, hrubým sundáním je odtržena i s povrchovou vrstvou epitelu. Do mechanického poškození oka způsobeného nositelem můžeme zahrnout i nesprávnou či nedostatečnou hygienu a péči, při níž dochází k ukládání depozit pod čočkou, která zapříčiňují alergické reakce, dráždí, zhoršují komfortní nošení i vidění. Natržení čočky při neopatrné manipulaci je také nebezpečné. Porušením celistvosti povrchových vrstev oka se otevírá volný vstup nejrůznějším infekcím. [3; 4; 6]

Druhý typ je mechanické poškození samotnou čočkou.

Volíme co nejlepší čočku, abychom se vyhnuli poruše rohovkového metabolismu. Ta vede k otlakům až edému rohovky, například příliš těsnou aplikací. Může ovšem pokračovat nařasením Descemetové membrány, poškozením endotelové vrstvy a vzniku hlubokých keratitid. [4; 6; 15]

2.6.4 Neinfekční onemocnění

Gigantopapilární konjunktivitida (GPC)

GPC je onemocnění způsobené mechanickým drážděním. Nebo vzniká jako druhotná imunitní odpověď na denaturované bílkoviny usazené na čočce. Pacientovi způsobuje diskomfort, který postupně snižuje dobu pohodlného nošení. Doprovází ji hlenovitá sekrece, zčervenání spojivek a svědění. Lze ji rozpoznat při everzi horního víčka (*obr. 2.4*). [5; 15]



Obr. 2.4: GPC při everzi horního víčka [15]

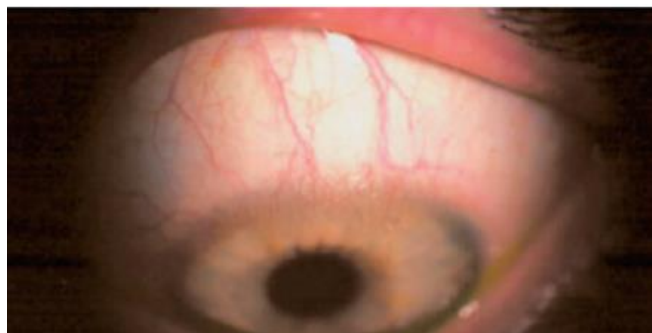
Zhrubění spojivky má několik stádií. První stádium začíná lehce podrážděným a překrveným tarzem, kdy mají papily ještě normální velikost (přibližně 0,3 mm). Pokračuje 2-3 stádiem, kdy dochází ke zvětšování papil. Až po 4 stádium, kdy mluvíme o gigantických papilách, které mají tendenci se oplošňovat a tvořit komplexní povrch připomínající dlažební kameny. V posledním stádiu mohou papily dosahovat velikosti až 1mm. [15]

Contact lens papillary conjunctivitis (CLPC) je přímo kontaktní čočkou způsobená konjunktivitida. Nejčastěji se vyskytuje u hydrogelových kontaktních čoček. Na rozdíl od GPC, která nemusí být zapříčiněna pouze kontaktní čočkou. Může ji způsobit i alergická reakce například na kosmetiku. [3; 5; 15]

Léčba je obtížná a zdlouhavá. Začíná změnou režimu nošení čoček, častější výměnou. V akutních stádiích je ideální úplné vysazení alespoň do doby, než se papily zmenší. Případně změnit multifunkční roztok na peroxidový systém. Lze ji léčit antihistaminiky nebo kortikosteroidy. [3]

Horní limbální keratitida

Onemocnění, které souvisí s GPC, je na jejím počátku, či probíhá současně. Vyznačuje se uzlíkovitým zdrsněním spojivky u limbu a injekcí. Doprovází ji defekty epitelu rohovky, mikroinfiltráty a fibrovaskulární pannus, jako příznak chronického zánětu. [3; 5]

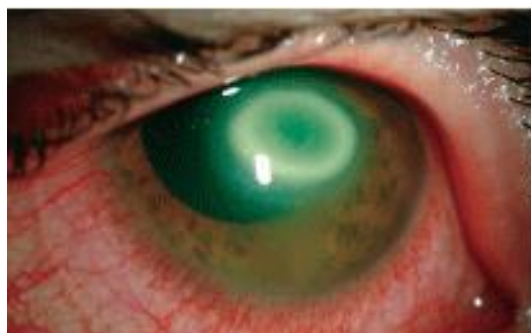


Obr. 2.5: Horní limbální keratitida [17]

2.6.5 Infekční onemocnění

Acanthamoebová keratitida

Acanthamoeba je prvok žijící ve vodě a půdě, který dokáže přežít dlouho v nepříznivých podmínkách ve formě spor. Proniká do stromatu při povrchovém poranění oka, typicky u nositelů kontaktních čoček. Rohovkový epitel se rychle hojí, a tak se její přítomnost těžko diagnostikuje. Lze diagnostikovat cysty ve stromatu rohovky při konfokální mikroskopii. Postupem času vyvolá akutní keratitidu s typickými příznaky jako je bolestivost, snížení vize, nakonec se vytváří výpotek neboli hypopyum a hrozí perforace rohovky. Léčba je dlouhá, přibližně 12 měsíců, jelikož je acanthamoeba rezistentní k většině běžných antibiotik. Důležitou roli v prevenci hraje dodržování hygienických postupů a péče o čočky, zamezení kontaminace čoček a pouzdra vodou. [3; 15]



Obr. 2.6: Acanthamoebová keratitida [18]

Rohovkový vřed a bakteriální keratitida

U infekčních onemocnění hraje důležitou roli hygiena. Pokud ji nositelé nedodrží, dochází ke kontaminaci čoček a později i oka různými mikroorganismy. Nejčastějším patogenem je bakterie *Pseudomonas aeruginosa*, která způsobuje i bakteriální keratitidu. Jednou z jejích komplikací je rohovkový vřed (obr. 2.7). Jedná se o bolestivé onemocnění, projevující se erozí rohovky a rozsáhlou injekcí. Léčba probíhá lokálně antibiotiky. Hrozí riziko zjizvení epitelu rohovky, které se musí řešit chirurgicky. [3; 15; 19; 20; 21]



Obr. 2.7: Rohovkový vřed [19]

2.7 Rizikové faktory

Rizikové faktory přispívající k tvorbě komplikací jsou u některých nositelů ještě umocňovány nedodrčováním zásad správného používání čoček. Mezi největší rizika patří prodlužování doby užívání čoček, přespávání v čočkách, které k tomu nejsou určeny a nedostatečná hygiena. Nejčastější příčinou je nezodpovědný přístup nositele. Vliv má ale i zvýšení internetového prodeje kontaktních čoček a s tím spojené snížení nebo dokonce absence kontrol u specialisty.

2.7.1 Nedodrčování zásad správného nošení kontaktních čoček

Studie zabývající se dodrčováním péče o kontaktní čočky byly zahájeny teprve v polovině 80. let 20. století. Pokud pacient nedodrčuje péči o kontaktní čočky, ohrožuje své vlastní zdraví a ztrácí čas specialisty, který se pravidelnými kontrolami snaží o zachování dobrého zdravotního stavu oka pacienta, udržení ostrého vidění, komfortní nošení, zajištění nácviku rychlé a snadné manipulace s čočkou. Nelze však odhadnout přístup každého jednotlivého nositele, neexistuje univerzální vzorec chování. [1]

Dalšími faktory, které nelze ovlivnit, jsou například systémová onemocnění (diabetes mellitus, onemocnění štítné žlázy apod.), genetické dispozice či větší míra komplikací u mužů než u žen, kteří nosí kontaktní čočky.

Všechny dostupné studie dokazují, že pravidelné výměny čoček jsou prospěšné z hlediska očních patologií i subjektivního pocitu komfortu při nošení. Jednorázové čočky při správném nošení minimalizují výskyt komplikací. Toto riziko se však zvyšuje prodloužením intervalu výměn. Prokázalo se, že pohodlné užívání u čtrnáctidenních a měsíčních kontaktních čoček se dobou jejich nošení snižuje a s tím i jejich účinnost. [22]

Množství nositelů, kteří nedodrží pravidelný režim výměny čoček se postupně zvyšuje. Z italské studie plyne, že jde o 1 ze 4 nositelů, kteří si prodlužují interval používání denních „disposable“ čoček. Jako příčinu uváděli respondenti hlavně finance. Dalším důvodem bylo přesvědčení, že je nepostihnou žádné komplikace, a tak podceňují potenciální rizika. Dvoutýdenní čočky jsou přenášeny častěji než čočky měsíční. Celosvětově se porušování režimu nošení pohybuje kolem 23 %. Což potvrzuje i výzkum na Maledivách, kde 24 % nositelů uvedlo, že nedodrží plán výměny (přenášejí čočky o minimálně 1 týden, než je doporučeno). [23; 24]

Nositelé dvou týdních čoček od firmy Johnson & Johnson v Americe uvedli, že vyměňují čočky: do 2 týdnů (45 %), do 3 týdnů (68 %), do 4 týdnů (89 %), po více než 8 týdnech (4 %). Ve srovnání s měsíčními čočkami, kde uživatelé hlásili výměnu během 4 týdnů (37 %), 5 týdnů (57 %), více než 8 týdnů (23 %). [25]

Ze studie z roku 2011, nedodržování postupů péče o kontaktní čočky, je patrné, že správné užívání kontaktních čoček splňuje jen 0,4 % respondentů, ostatní porušují doporučené předpisy. Z čehož přenášení čoček o několik dní, týdnů či déle uvedlo 52 % dotazovaných. [26]

Jednou z doporučených cest ke zlepšení je nevinit pacienta z porušování zásad hygieny a péče, ale pochopit důvody, které ho k tomu vedou. Z praktického hlediska by měl být kladen důraz spíše na znovu vysvětlení návyků a potřebné péče a tím dosažení změny v chování. Pouhou hrozbou komplikací se správných postupů nedocílí. [1; 23]

3. Cíle práce

Jak vyplývá z teoretické části práce, komplikace spojené s nošením kontaktních čoček vznikají nejčastěji nedodržováním správných postupů nošení čoček a péče o ně.

Stárnutí materiálu čočky v průběhu nošení ovlivňuje nejenom vznik patologií, ale i optické a tvarové parametry, které úzce souvisí se zobrazovacími vlastnostmi kontaktních čoček a pocitem komfortu nositele.

Cílem práce je ukázat, že při tom dochází k měřitelné změně parametrů čočky. K dosažení cíle budou porovnány nenošené kontaktní čočky s čočkami v různých stádiích nošení. Budou proměřeny vybrané vlastnosti kontaktních čoček a ověřeno, zda dochází k detekovatelné změně zvolených parametrů: průměr, zakřivení a transmitance.

4. Použité metody

Většina komplikací spojená s nošením kontaktních čoček je z velké části způsobená nedodržováním pravidel jejich bezpečného nošení, zejména porušováním zásad hygieny nebo nedodržováním frekvence výměny.

Abych mohla připravit instruktivní podklady pro poučení klienta, rozhodla jsem se prozkoumat změnu materiálových a tvarových parametrů ve srovnání:

- Kontaktní čočka sterilní, před 1. použitím
- Kontaktní čočka v řádném použití
- Kontaktní čočka přenášena (užívaná déle, než je doporučeno)
 - Jednodenní čočky 3 dny a 7 dní nošené
 - Čtrnáctidenní čočky 30 dní nošené
 - Měsíční čočky 60 dní nošené

A vzájemné porovnání naměřených výsledků i z hlediska materiálu, a to hydrogelu se silikonhydrogelem.

4.1 Přístroje a metody měření

Vhodný přístroj k měření zakřivení a průměru je analyzátor měkkých kontaktních čoček Optimec, který byl zároveň dostupný na fakultě i v Ústavu makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i. Ke změření transmitance, respektive absorpance jsem použila spektrofotometr Shimadzu UV - 3600.

Zároveň jsem měření doplnila o krátký dotazník, zaměřený na subjektivní vnímání kontaktních čoček při nošení.

4.1.1 Lambert-Beerův absorpční zákon

Každý materiál má schopnost propustit či pohltit světelné záření o určité vlnové délce. Množství světla, které prochází vzorkem, se nazývá transmitance a je charakterizovaná jako:

$$T = \frac{I}{I_0} \quad (4.1)$$

Kde T je transmitance, I_0 intenzita záření vstupující do vzorku, a I je intenzita záření procházející vzorkem. [27]

Pomocí spektrofotometrů lze naměřit absorpanci světla A , která je definována jako záporný dekadický logaritmus transmitance T . Znázorněné ve vzájemných vztazích (4.2), (4.3), (4.4):

$$I = I_0^{-A(\lambda)} \quad (4.2)$$

$$A = -\log_{10} \frac{I}{I_0} \quad (4.3)$$

$$A = -\log T \quad (4.4)$$

[27]

5. Experimentální část

5.1 Použité vzorky kontaktních čoček

K porovnání jsem zvolila 2 typy čoček z hlediska doby nošení, a to jednodenní kontaktní čočky a měsíční. Navíc jeden typ čtrnáctidenních čoček pro kompletní zastoupení nejčastějších frekvencí výměny. Materiálově byly zkoumané čočky hydrogelové i silikonhydrogelové. Výrobci, produkty a dioptrické rozsahy se lišily, dle parametrů konkrétních nositelů souhlasících s výzkumem. Vše je podrobněji popsáno v tabulkách 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4:

Tab. 5.1: Měsíční hydrogelové čočky [28]

Typ čočky	Výrobce	Materiál	Obsah H ₂ O	BC [mm]	DIA [mm]	Optická mohutnost [dpt]
SofLens 59	Bausch&Lomb	hilafilcon B	59%	8.6	14.2	+4.25
SofLens 59	Bausch&Lomb	hilafilcon B	59%	8.6	14.2	+4.50

Tab. 5.2: Měsíční silikonhydrogelové kontaktní čočky [29; 28]

Typ čočky	Výrobce	Materiál	Obsah H ₂ O	BC [mm]	DIA [mm]	Optická mohutnost [dpt]
Biofinity tor.	CooperVision	comfilcon A	48%	8.7	14.5	-1.5-0.75x90 (2x)
Biofinity tor.	CooperVision	comfilcon A	48%	8.7	14.5	-2.5-0.75x90
Biofinity	CooperVision	comfilcon A	48%	8.6	14.0	-3.75
Biofinity	CooperVision	comfilcon A	48%	8.6	14.0	-4.00
PureVision	Bausch&Lomb	balafilcon A	36%	8.6	14.0	-0.75
PureVision	Bausch&Lomb	balafilcon A	36%	8.6	14.0	-3.25
PureVision	Bausch&Lomb	balafilcon A	36%	8.6	14.0	-2.75
PureVision	Bausch&Lomb	balafilcon A	36%	8.6	14.0	-2.50

Tab. 5.3: Jednodenní hydrogelové kontaktní čočky [30; 31; 32]

Typ čočky	Výrobce	Materiál	Obsah H ₂ O	BC [mm]	DIA [mm]	Optická mohutnost [dpt]
1-DAY Acuvue Moist	J&J	etafilcon A	58%	8.5	14.2	-1.75 (2x)
1-DAY Acuvue Moist	J&J	etafilcon A	58%	8.5	14.2	+2.75
TopVue Daily	Top Vue	etafilcon A	58%	8.5	14.2	-1.50
TopVue Daily	Top Vue	etafilcon A	58%	8.5	14.2	-1.25
Dailies AquaComfort Plus	Alcon	nelfilcon A	69%	8.7	14.0	-1.00
Dailies AquaComfort Plus	Alcon	nelfilcon A	69%	8.7	14.0	-1.50
Dailies Aqua Comfort Plus Toric	Alcon	nelfilcon A	69%	8.8	14.4	-1.50-0.75x70
Focus Dailies All Day Comfort Toric	Alcon	nelfilcon A	69%	8.6	14.2	-2.50-0.75x110
BioTrue	Bausch&Lomb	nesofilcon A	78%	8.6	14.2	+3.75

Tab. 5.4: Jednodenní silikonhydrogelové čočky [29; 28; 31]

Typ čočky	Výrobce	Materiál	Obsah H ₂ O	BC [mm]	DIA [mm]	Optická mohutnost [dpt]
1-DAY Acuvue TruEye	J&J	narafilcon A	46%	8.5	14.2	-5.75
My day	CooperVision	stenfilcon A	54%	8.4	12.2	-5.25
My day	CooperVision	stenfilcon A	54%	8.4	12.2	+3.50

Tab. 5.5: Čtrnáctidenní silikonhydrogelové čočky [31]

Typ čočky	Výrobce	Materiál	Obsah H ₂ O	BC [mm]	DIA [mm]	Optická mohutnost [dpt]
Acuvue Oasys	J&J	senofilcon A	38%	8.4	14.0	-5.25
Acuvue Oasys	J&J	senofilcon A	38%	8.4	14.0	-5.75

5.2 Analyzátor kontaktních čoček

Konkrétně se jednalo o přístroj Soft Contact Lens Analyzer Optimec Ltd., od firmy Malvern, Velká Británie (*obr. 5.1*). Měření jsem prováděla v Ústavu makromolekulární chemie, Akademie věd, České Republiky v.v.i. [33].



Obr. 5.1: Optimec měřící průměr čočky. [vlastní fotoarchiv]

Postup měření průměru a zakřivení

Měření bylo realizováno 6.3., 13.3. a 16.3. 2018. Zakřivení a průměr kontaktních čoček jsem měřila na již zmíněném analyzátoru Optimec. Přístroj promítá obraz pomocí osvětlovací soustavy a zrcadla, vše je stranově převrácené.

Nejdříve jsem naplnila analyzátor roztokem Horien Ultra Comfort od výrobce HAICHANG contact lens co., lt.

Po spuštění přístroje jsem pinzetou vyjmula čočku z pouzdra a umístila ji do pravé komory. Čočka byla lícovou stranou otočená a okrajem umístěná do výseče měřící stupnice, na které jsem odečetla její průměr.

Zároveň jsem provedla i inspekci každé čočky z hlediska povrchu a okrajů a zaevidovala jsem defektní čočky. Nejčastěji deformace hran, natržené okraje a trhliny blíže středu čočky. Žádný defekt však nebyl tak rozsáhlý, aby deformoval původní tvar čočky a ovlivnil tím středové zakřivení nebo průměr.

Po získání hodnot průměru, jsem čočku přenesla do druhé komory ke změření zakřivení. Čočku jsem vycentrovala na měřícím stolku pomocí pinzety, cirkulace roztoku a mechanismu analyzátoru (*obr. 5.2*). Poté jsem se pohyblivým válcem s vrcholem přibližovala ke křivce čočky, dokud se nedotkl zadního rádiusu. Když došlo ke kontaktu válce s čočkou, odečetla jsem hodnotu na měřící stupnici.



Obr. 5.2: Měření zakřivení kontaktní čočky [vlastní fotoarchiv]

Každou naměřenou čočku jsem po získání hodnoty průměru a zakřivení znovu proměřila 3x. Srovnávala jsem parametry udané výrobcem na blistru s vlastním měřením sterilní čočky. Některé udané hodnoty zakřivení i průměrů se lišily, počítala jsem tedy s vlastními naměřenými hodnotami.

Čočky jsem měřila v sériích. Jeden typ čočky z hlediska materiálu, optické mohutnosti a nositele, užívány rozdílnou dobu. Seřazené dle délky nošení, od sterilní až po nejdéle přenášenou.

5.3 Spektrofotometr

K detekci změn průchodu světla čočkou jsem použila Spektrofotometr SHIMADZU UV-3600, od firmy Shimadzu Corporation, Japonsko. V prostorách laboratoří Fakulty Biomedicínského Inženýrství ČVUT na Kladně. Měření proběhlo 17.4. 2018.

Spektrofotometr funguje na principu pohlcování světla různých vlnových délek. Pomocí toho lze definovat určité vlastnosti vzorku. Tento princip charakterizuje Lambert-Beerův zákon popsáný v teoretické části.



Obr. 5.3: Spektrofotometr Shimadzu UV-3600 [vlastní fotoarchiv]

Měření transmittance

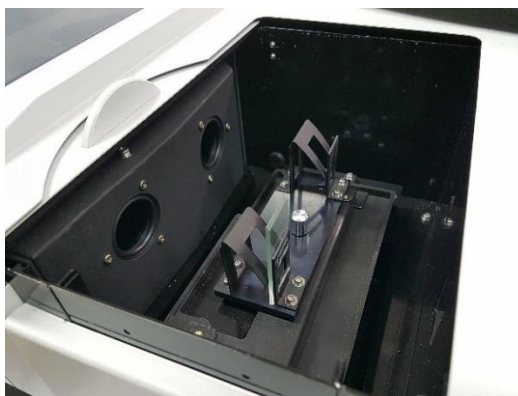
Hodnoty nastavené na spektrofotometru před měřením přes obslužný počítač:

- Rozsah vlnových délek: 250nm-1000nm
- Vzorkovací interval: 1,0nm
- Časová konstanta: 0,1s
- Měřicí mód: Absorbance
- Skenování: jednoduché
- Zdrojové světlo: automaticky
- Vlnová délka světelného zdroje: 290nm
- Práh: 0,001
- Šířka štěrby: 1,0nm

Po kalibraci přístroje jsem upravila držák pravoúhlé měřicí cely pomocí černého hliníkového plíšku a lepenky, na výseč o rozměrech 10x10mm. V této výzkumné části byla použita podložní skla Levenhuk G50 o rozměrech 50x25x1,0 mm. Překreslila jsem si vyznačený otvor na podložní sklo a použila jej jako šablonu pro centraci čoček.

Nejprve jsem naměřila absorbanci dvou podložních skel použitých pro měření, omytých, očištěných lihem a osušených. Dalším měřením byla podložní skla s kapkou multifunkčního roztoku pro odečtení naměřených hodnot preparátů s čočkou a získání čisté absorbance samotného vzorku. Vzorek jsem navíc změřila podruhé otočený o 180° , pro zjištění planparalelních vlastností skel.

Následovalo vlastní měření čoček. Jednotlivé vzorky kontaktních čoček jsem přenesla z pouzdra na podložní sklo pinzetou. Centrovala je do výseče dle připravené šablony. Druhé podložní sklo jsem hranou přiložila ke kapce roztoku z čočky a postupným stlačováním jsem čočku „zplanarizovala“ a tím vytvořila preparát. Filtračním papírem jsem částečně odsála přebytečný roztok, čímž se čočka zafixovala na místě. Připravený preparát jsem vložila svisle do držáku, aby čočka zapadla do výseče. Zavřela jsem měřicí komoru a spustila spektrofotometr k měření absorbance.



Obr. 5.4: Spektrofotometr se vzorkem v upraveném držáku [vlastní fotoarchiv]

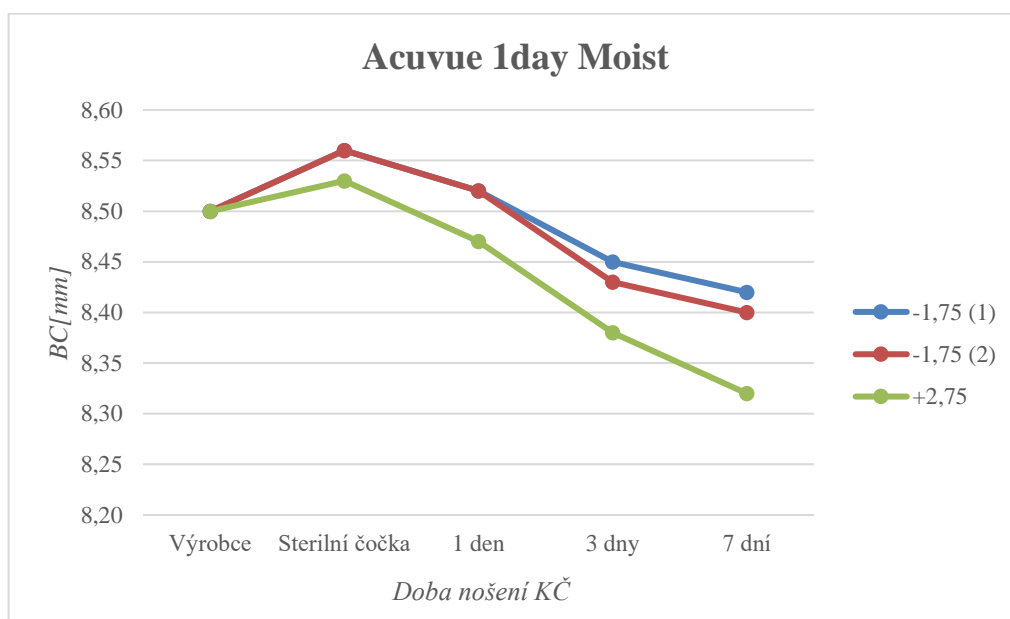
U vysokých minusových dioptrií se díky okrajové tloušťce vyšší, než středové tvořily v preparátu bubliny. Stejně tak tomu bylo u vysokých dioptrií plusových.

Vzorky s defektem nebylo možné proměřit, pro okamžitou regresi trhliny, která po „zplanarizování“ na podložním skle rozdělila čočku na několik částí. Výsledky by byly zkreslené, proto jsem se rozhodla změřit jen vybrané série, ve kterých byly čočky bez defektu okrajů či středu (*viz příloha 1*).

5.4 Výsledky měření

5.4.1 Zakřivení a průměr

Graf č. 1 znázorňuje změnu zakřivení hydrogelových kontaktních čoček Acuvue 1day Moist. Měla jsem k dispozici 3 série čoček. Klesající křivka i hodnoty ukazují na strmější zakřivení zadní plochy. Naopak stoupající hodnotou by čočka získala plošší zakřivení. Domnívám se, že změny jsou způsobené dehydratací čočky v průběhu nošení.

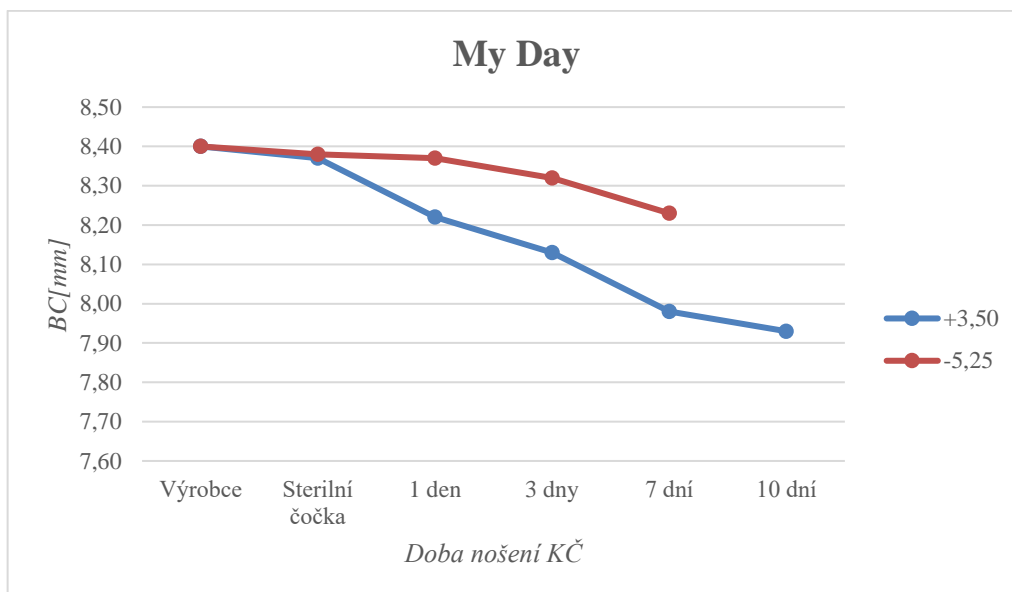


Obr. 5.5: Graf č.1: změny zakřivení hydrogelových kontaktních čoček Acuvue Moist 1day

U hydrogelových čoček jsou naměřené změny hodnot vyšší, než je tomu u silikonhydrogelů. Což je způsobené charakterem materiálu.

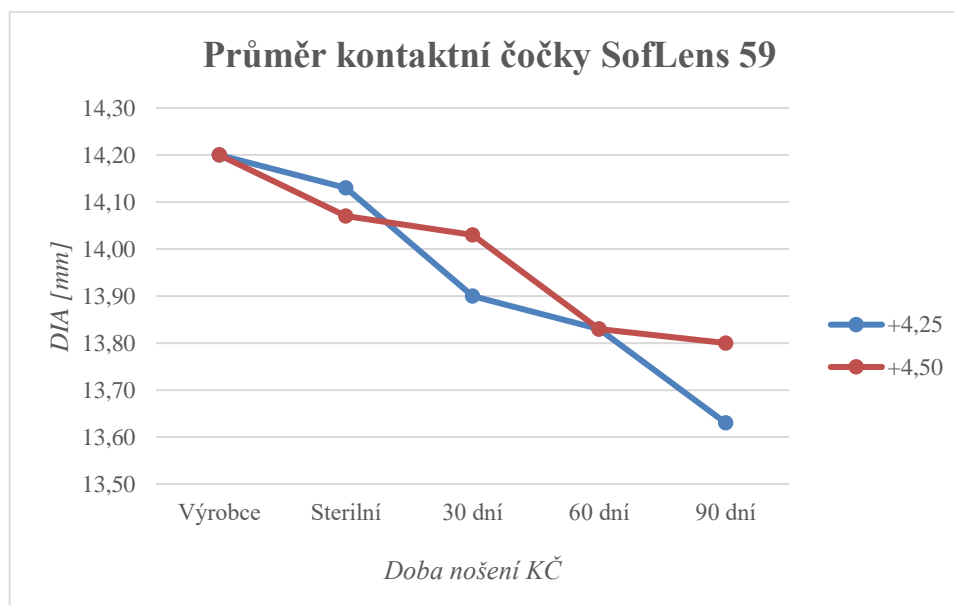
Pravidelněji se u hydrogelových čoček mění i průměr, ale vzhledem k rozdílným počátečním naměřeným hodnotám sterilních čoček, lišících se od parametrů udaných výrobcem, nelze jednoznačně detekovat změnu průměru čočky v závislosti na opotřebení materiálu.

V následujícím grafu jsou zobrazeny hodnoty jednodenních silikonhydrogelových čoček My Day. U čočky s optickou mohutností +3,50 dpt, která byla navíc nošena 10ti násobně déle, než je doporučeno, můžeme sledovat změnu zakřivení až na hodnotu $7,93 \pm 0,02$ mm. Z původní hodnoty naměřené na sterilní čočce $8,37 \pm 0,02$ mm.

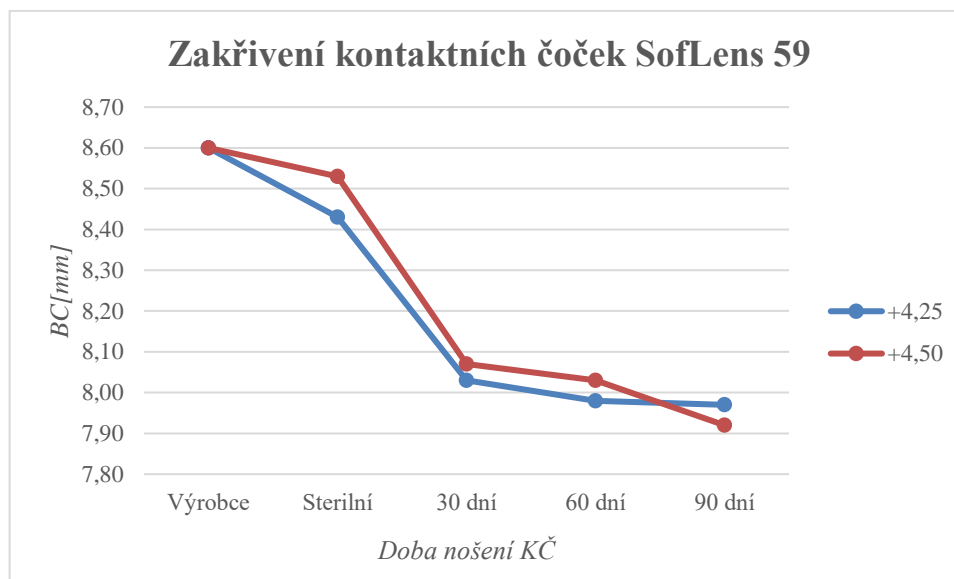


Obr. 5.6: Graf č.2: změny zakřivení kontaktních čoček My Day

Dalším vzorkem byly hydrogelové kontaktní čočky SofLens 59. Naměřila jsem u nich nejvýraznější změnu průměru (*graf č. 3*) i změnu zakřivení (*graf č. 4*). Navíc bylo možné proměřit čočky oproti ostatním sériím (sterilní, nošené 30 dní, 60 dní) dokonce 90denní nošené.

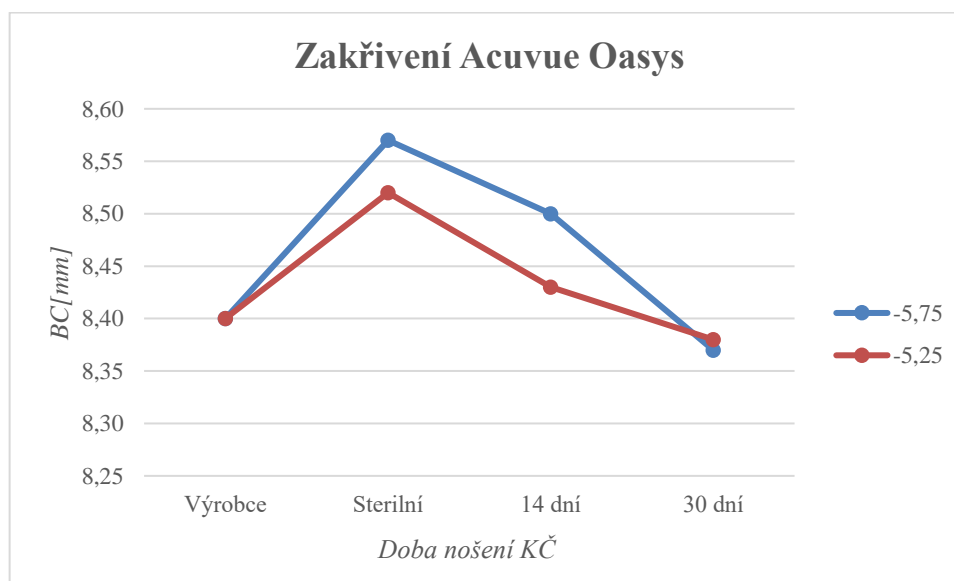


Obr. 5.7: Graf č. 3: změny průměru hydrogelových čoček



Obr. 5.8: Graf č. 4: Změny zakřivení hydrogelových čoček

Čtrnáctidenní čočky nošené obvyklých 14 dní a 30 dní. V grafu vynesené i s hodnotami které udává výrobce a naměřenou sterilní čočkou.



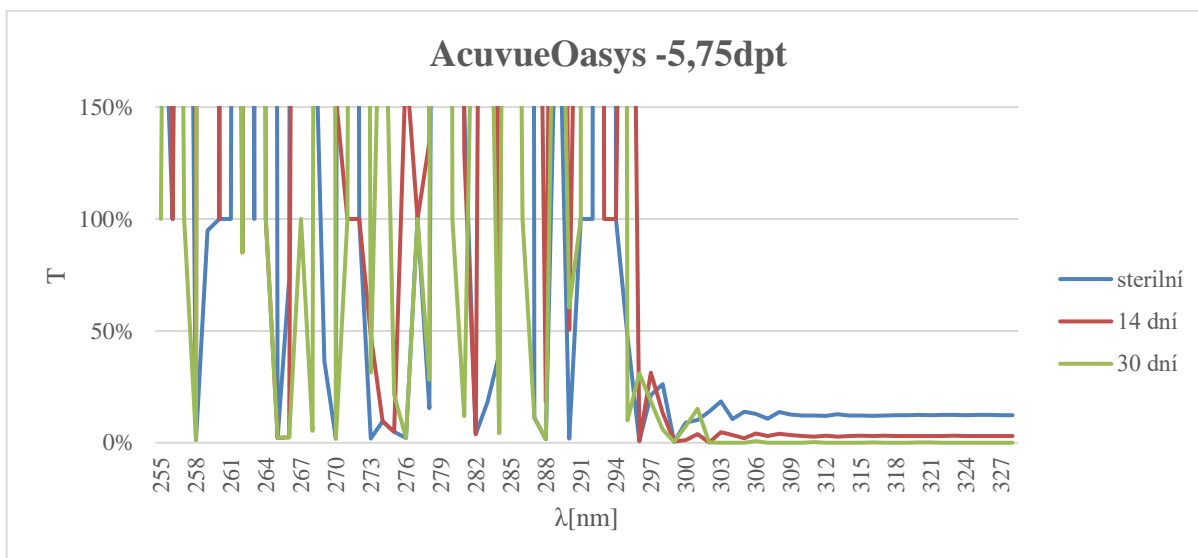
Obr. 5.9: Graf č. 5: čtrnáctidenní čočky J&J

Naměřené hodnoty zakřivení i průměru u sterilních kontaktních čoček firmy Johnson&Johnson byly vždy větší, než udával výrobce. U ostatních firem byly hodnoty nižší nebo stejné oproti hodnotám udaným na blistru.

Ostatní naměřené hodnoty jednodenních a měsíčních kontaktních čoček jsou zaznamenané v grafech, viz příloha B.

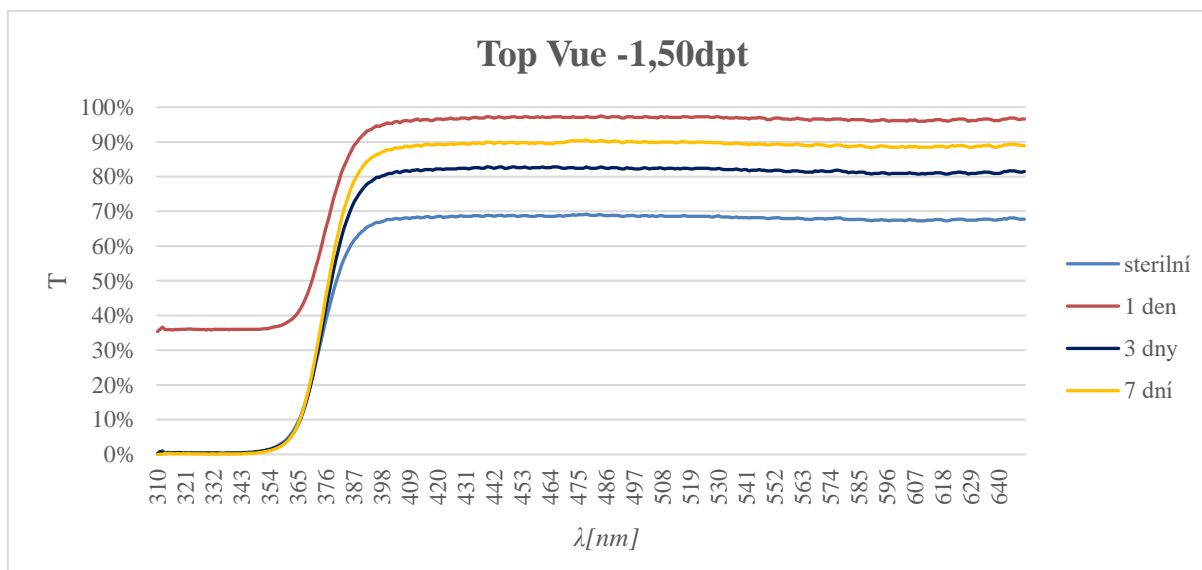
5.4.2 Transmittance

Nastavení měřicího paprsku bylo 290nm, měření však probíhalo již od 250nm, proto se naměřená data v oblasti 250 - 310nm lišila i o několik řádů a v grafu se projevila oscilační křivkou, proti výsledkům měření ve vlnových délkách 310 - 650nm (*graf č.6*)



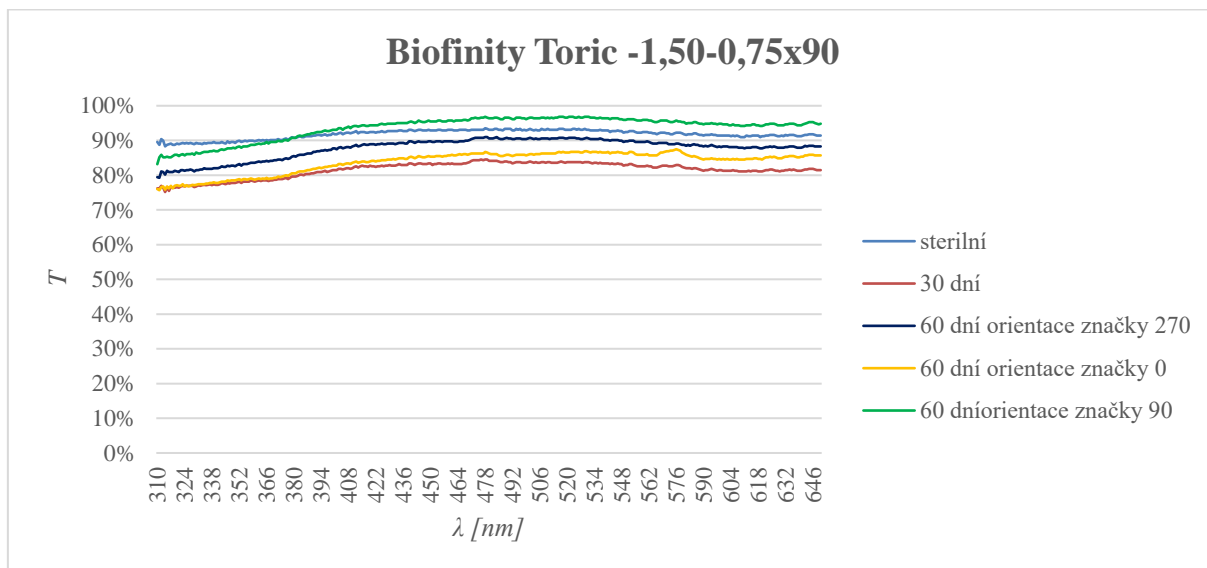
Obr. 5.10: Graf č.6: Zkreslené hodnoty měření ve vlnových délkách 290 - 310nm

Domnívala jsem se, že propustnost pro světlo použitých kontaktních čoček se bude snižovat v závislosti na době nošení, případně tloušťce čočky v důsledku opotřebení. Závislost na délce nošení se neprokázala.



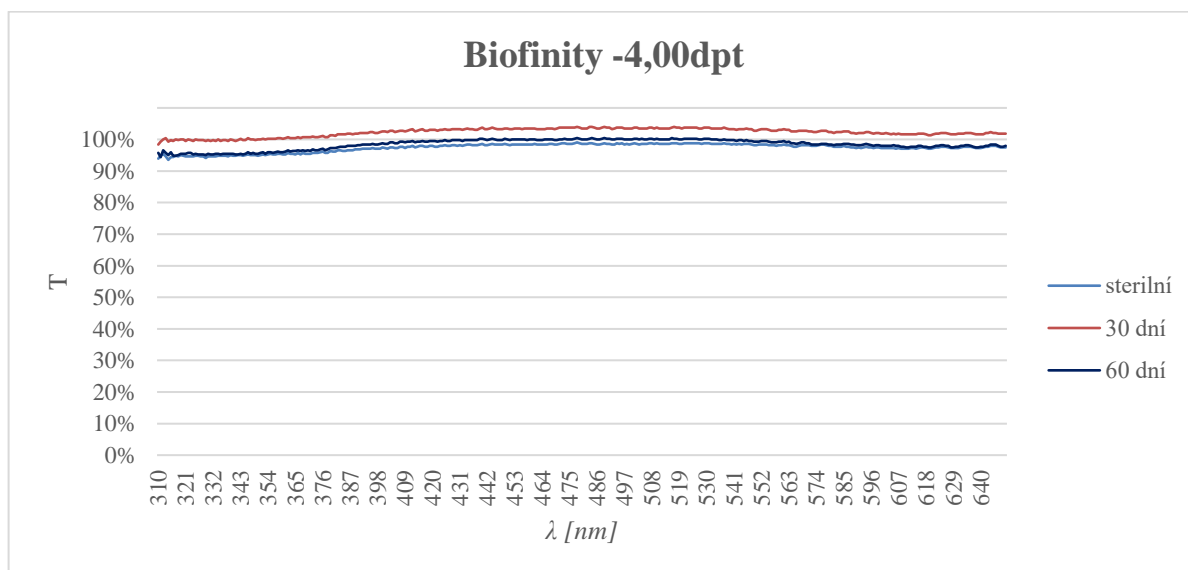
Obr. 5.11: Graf č.7: Propustnost kontaktní čočky Top Vue

V grafu měsíční torické kontaktní čočky Biofinity je zřejmé, že vliv na propustnost má změna orientace. Všechny torické čočky byly měřeny orientací značky v 260°. Poslední čočka 60 dní nošená byla změřena i pootočená o 90 a 180°.



Obr. 5.12: Graf č. 8: Propustnost Biofinity Toric

Hrubá chyba měření způsobená bublinkovým fenoménem (30 dní nošená čočka), znázorněno na *grafu č.9*. Naměřené hodnoty absorpance byly záporné. Vzniklá křivka ukazuje propustnost vyšší než 100 %. Stejně tak tomu bylo u některých vzorků čoček (Acuvue Moist, BioTrue, Dailies, SofLens, TruEye).



Obr. 5.13: Graf č.9: Měsíční čočka Biofinity

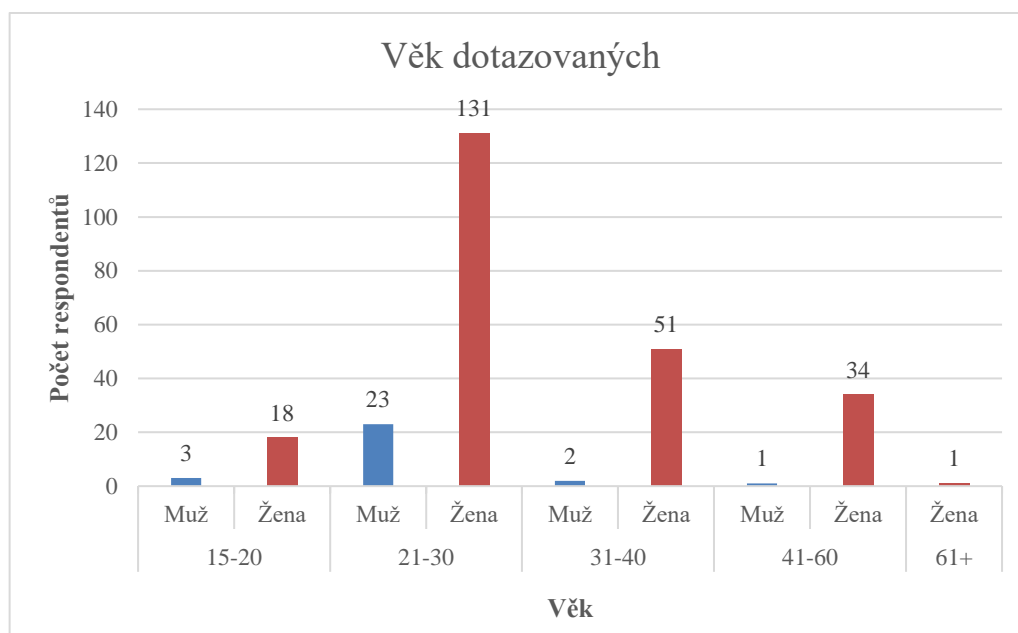
5.5 Dotazníkové šetření

K ucelení informací jsem výzkum doplnila o dotazníkové šetření, zaměřené na subjektivní vnímání komfortu v průběhu nošení kontaktní čočky. Vyplňování probíhalo anonymně online, pomocí *Formuláře Google*, od 15.3. do 28.3.2018.

Celkově dotazník zodpovědělo 264 respondentů. Z toho 235 žen a 29 mužů od 15-ti let. Otázky se týkaly frekvence výměny kontaktních čoček a jejího dodržování. Důvody, které respondenty k prodloužení tohoto intervalu vedli. Zajímaly mě subjektivní pocity vnímání komfortu nošení a snižování zrakové ostrosti v průběhu nošení. Vzor dotazníku viz příloha č.3.

5.5.1 Výsledky dotazníku

Rozdělení respondentů dle věku a pohlaví je znázorněno v *grafu č.10*. Převážná většina odpovědí (49,6 %) byla od žen ve věku 21-30 let. Celkově dotazník zodpovědělo 235 žen a 29 mužů.

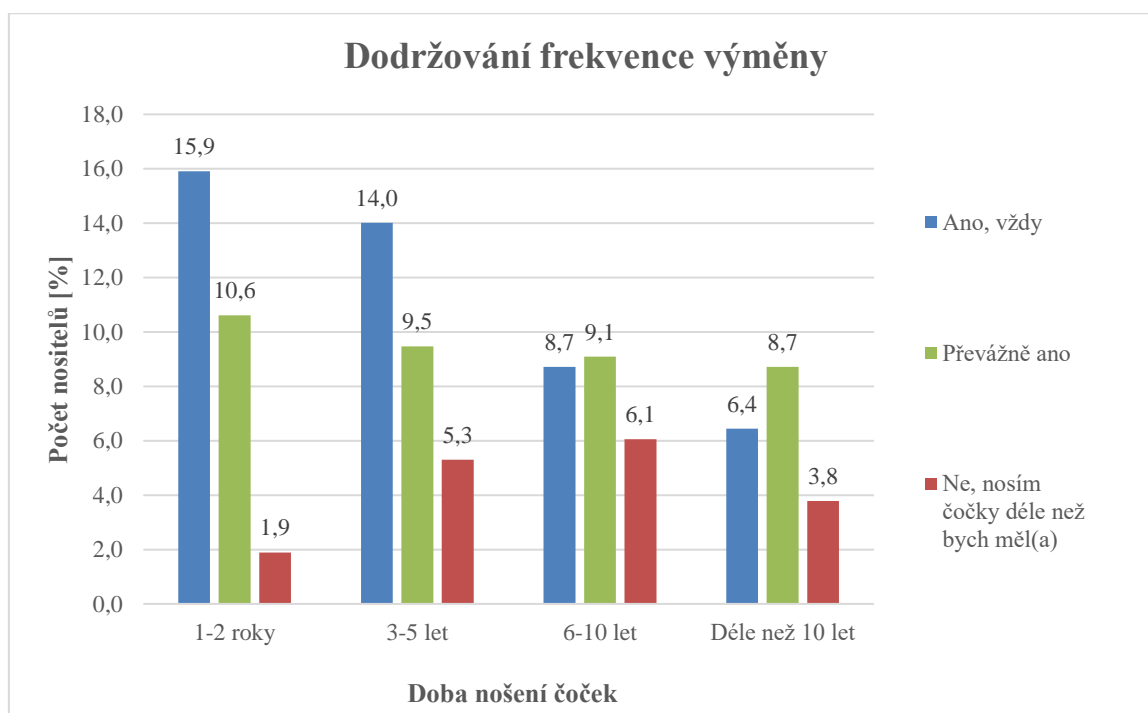


Obr. 5.14: Graf č.10: Věk a pohlaví respondentů

U otázky dodržování frekvence výměny respondenti uvedli, že 45 % vždy dodržuje frekvenci výměny, 17 % ji nedodržuje a 38 % se ji snaží dodržovat. Z průzkumu je patrné, že dodržování frekvence výměny je závislé na celkové době nošení kontaktních čoček.

Ze 17 % jsou to téměř 2 % prvonositelů. Středně zkušené uživatele (3-5 a 6-10 let) přenášejí čočky z 11 % což je více než pětinašobek. Dlouhodobí nositelé (10 let +) přenášeni opět ale eliminují, a to na necelé 4 %. Uvádí přitom, že si začínají uvědomovat celkový vliv čočky na

fyziologii oka. Křivka tedy exponenciálně klesá u nositelů vždy dodržujících frekvenci výměny v závislosti na době nošení. Mírněji klesá i u nositelů, kteří uvedli, že převážně frekvenci výměny dodržují. U nositelů, kteří frekvenci výměny nedodržují je rozložení spíše se stoupavou tendencí v závislosti na zkušenostech nositelů. Jinými slovy s prodlužující se dobou užívání kontaktních čoček roste i nedodržování frekvence výměny. Znázorněno na grafu č.11.



Obr. 5.15: Graf č.11: Dodržování frekvence výměny v závislosti na době nošení

Největší procento porušování frekvence výměny, dle očekávání je u čoček měsíčních (36 %), dále pak u čoček čtrnáctidenních (12 %), ovšem 6 % uživatelů přenáší i jednorázové (jednodenní) kontaktní čočky.

Uvedené důvody, které k porušování frekvence výměny uživatele vedou:

- Nepamatují si přesně, kdy čočku poprvé nasadili (53 %)
- Chtějí ušetřit (20 %)
- Používají čočky, dokud se jim nezhorší vidění (17 %)
- Kombinace alespoň 2 výše uvedených odpovědí (2 %)
- Pro potřeby výzkumu k této práci (1,4 %)
- Nepochopili otázku (1 %)

Subjektivní pocit pohodlí uvedlo při nošení čoček 40,5 % respondentů. V 54,5 % případů bylo lehké nepohodlí a jen 4,9 % uvedlo silné nepohodlí v průběhu nošení kontaktní čočky. Neprokázala se však žádná závislost na přenášení čoček.

Sníženou ostrost vidění zaznamenalo 32,2 % nositelů, 51,5 % nositelů uvedlo, že se nesnížila ostrost vidění a 16,3 % nedovedlo posoudit.

5.6 Statistika měření

Celkově jsem v práci změřila na analyzátoru 92 kontaktních čoček v různých stádiích nošení. Na spektrometru jsem měřila vybrané druhy ze získaných vzorků měsíčních, jednodenních a čtrnáctidenních čoček.

5.6.1 Měření zakřivení a průměru

Jednu měsíční, čtrnáctidenní i jednodenní čočku ve sterilní formě jsem změřila navíc 7x, k standardnímu trojímu měření, pro zajištění reprodukovatelnosti a chyby měření. Z těchto měření jsem vypočítala data v tabulce č.

Tab. 5.6: Statistika měření zakřivení a průměru

Typ čočky	Střední hodnota DIA[mm]	Směrodatná odchylka DIA [mm]	Střední hodnota BC[mm]	Směrodatná odchylka BC[mm]
Acuvue Moist 1day -1,75dpt	14,43	±0,05	8,56	±0,03
Pure Vision - 0,75dpt	14,07	±0,05	8,48	±0,02
Acuvue Oasys -5,25dpt	14,02	±0,04	8,51	±0,02

5.6.2 Měření transmitance

Měsíční čočku SofLens 59 +4,50dpt jsem proměřila 3x, poté ji vyjmula, hydratovala a znovu změřila hodnoty 3x abych zjistila reprodukovatelnost měření a případnou přístrojovou chybu.

Stanovila jsem střední hodnotu, medián, rozptyl a směrodatnou odchylku u dat použitých v grafech s vlnovou délkou 310-650nm.

Tab. 5.7: Statistika měření transmittance

Rozsah λ [nm]	Střední hodnota	Medián	Rozptyl	Směrodatná odchylka
310-650	1,008	1,009	0,001	$\pm 0,026$

Střední hodnota a medián ve druhém řádku přesahující hodnotu 1,000 vypovídají, že došlo k chybě měření způsobené odečtením prázdného skla s roztokem od preparátu s čočkou. Preparát obsahoval rozdílné množství roztoku, navíc s vlivem vyšší středové tloušťky materiálu i možné částice vzduchu, nebo jejich kombinaci. Rozptyl je zanedbatelný, směrodatná odchylka je o něco vyšší, než jsem čekala. Vzhledem k povaze dat, ale odpovídající.

6. Diskuze

Sledovala jsem změny zakřivení a průměru u přenášených kontaktních čoček a následně změřila i absorbanční a stanovila hodnoty transmitance.

Počítala jsem s vlastními naměřenými hodnotami průměru i zakřivení sterilních kontaktních čoček, jako s výchozími, jelikož se ve většině případů lišily od parametrů udaných výrobcem. Nebylo možné proměřit každou čočku před nošením, v řádné době ji nosit, znovu proměřit a „přenášet“ delší dobu a proměřit nakonec. Kontrola změny parametrů po tomto postupu by byla přesná. Avšak došlo by ke kontaminaci čočky pracovním roztokem, nečistotami v přístrojích. Zároveň by mohlo dojít k mechanickému poškození při samotné manipulaci s čočkou.

Průměr se zmenšoval u hydrogelových čoček konstantně v řádu setin milimetrů. Měsíční čočky SofLens 59 zmenšily svůj průměr o $0,5 \pm 0,05$ mm v průběhu 90ti denního intervalu. U silikonhydrogelových materiálů a Hypergelu se tento posun neukázal. Domnívám se tedy, že největší vliv na změnu průměru hydrogelových čoček má dehydratace, silikonhydrogely obsahem vody tolik ovlivněny nejsou, materiál Hypergel je pak opatřen povrchovou vrstvou zabraňující odpařování vody.

Progres všech typů čoček bez ohledu na režim nošení nebo materiál jsem zaznamenala u měření hodnot zakřivení. Výše zmíněné SofLens59 zvětšily zakřivení zadní plochy o $0,5 \pm 0,03$ mm. Změna nastává již u standardně nošených čoček dle doporučení a násobí se s prodlužující se dobou přenášení.

Dle dotazníkového šetření subjektivní pocit snížení komfortu zaznamenali hlavně zodpovědní nositelé dodržující frekvenci výměny. Nesvědomití klienti žádné potíže neuvedli, čekala bych, že nastane alespoň lehké nepohodlí. Otázkou zůstává, zda neuvedení potíží není součástí jejich nespolehlivosti. Tedy, že v rámci ospravedlnění vědomého přenášení mírné nepohodlí svému okolí (možná ani sami sobě) nepřiznávají.

Přenášení čoček je způsobené převážně zapomnětlivostí nositelů a snahou ušetřit. Jedna odpověď ale vyčnívala. Dotyčný respondent uvedl, že ho k nedodržování frekvence výměny, přivedlo doporučení jeho oftalmologa. Vzhledem k tomu, že lékař nemůže kontrolovat každodenní postupy hygieny a péče o KČ a pouzdro, je pravidelná frekvence výměny i prevencí vzniku patologií. Eliminují se množící se mikroorganismy, negativní vliv materiálu na oko aj. V opačném případě rizika jen narůstají.

Každá měřená série čoček měla vlastní uspořádání hodnot transmitance. Konkrétních hodnot čočky jsem dosáhla odečtem použitého skla s roztokem od naměřených hodnot a následným

přepočtením naměřené absorbance. Rozdílné hodnoty v grafech ukazují, že u čoček přenášných hraje velkou roli právě samotná tloušťka. Ta je závislá na usazování depozit, frekvenci a intenzitě mnutí čočky, výměně roztoku při každodenní péči apod. Podrobný výzkum, který by mohl postihnout i tyto vlivy, by přesáhl časové možnosti bakalářské práce.

Zvolená metoda nebyla vhodná k detekci změn způsobených prodlouženým nošením čočky. Vyplýval vliv mnoha neznámých faktorů, které nebylo možné přesně detekovat, eliminovat, ani sjednotit a zahrnout do výsledků. Vznikly tak chyby měření, způsobené nestejným množstvím roztoku v preparátu, bublinkovým fenoménem po „zplanarizování“ čočky na podložním skle. Dále je zde faktor péče o konkrétní čočku z hlediska pravidelnosti nošení, mnutí a čištění. Například jednodenní čočky nejsou uzpůsobené k pozdějšímu uchování v roztoku apod.

Mechanicky porušené čočky v rámci měření neovlivňovaly zakřivení ani průměr, čočka si držela svůj původní tvar. Na měření transmitance vliv měly, docházelo k regresi trhliny a nebylo možné poškozené čočky proměřit.

Celkově byl výzkum zaměřen převážně na jednodenní a měsíční čočky. Čtrnáctidenní čočky jsem změřila v exempláři alespoň jednoho páru, pro kompletní soubor vzorků, nebylo totiž snadné sehnat dostatek spolupracujících nositelů tohoto typu čoček.

Osobně jsem vyzkoušela přenášání celé jedné série jednodenních silikonhydrogelových čoček *My Day* +3,50 dpt, od firmy Cooper Vision. Pro doplnění subjektivního vnímání a srovnání k získaným vzorkům. Pohodlná doba nošení byla jeden den. Překvapilo mě ale, že i po 3 dnech nošení bylo vidění a pocit komfortu stejný jako poprvé. Další den jsem nasadila novou čočku, tři dny probíhaly jako u předchozího vzorku až do čtvrtého dne. K nepříjemnému pocitu řezání po 11h nasazené čočky na oku, jsem zaznamenala změnu na pohled a dotyk. Čočka začala působit tenčeji než na začátku nošení. Vznikla i silnější adheze k rohovce než u nové čočky. Stupňovalo se to až do 7 dne nošení, při každodenní frekvenci nasazené čočky na cca 10h.

Novou sterilní čočku jsem následně vyzkoušela nosit co nejdelší dobu to bude možné. Prvních 7 dní probíhalo obdobně jako předchozí pokus. 8 a 9 den se začala doba snesitelného nošení snižovat na maximálně 8h/den. Poslední 10 den byla čočka pohodlná už jen 6h. Delší doba byla výrazně nepříjemná, až bolestivá. Čočky jsem každodenně mechanicky čistila, ukládala do čistého roztoku i pouzdra. Vizualně se čočka na konci desetidenního pokusu změnila na tenkou „šlupičku“. Hodnoty v grafech opodstatňují snížený komfort při delším nošení změnou zakřivení zadní plochy čočky.

Zkušenost se čtrnáctidenními čočkami mám přibližně 6 let starou, nosila jsem čočky vždy 21-25 dní a nepozorovala jsem žádnou změnu vidění ani nepohodlí při nošení. Důvod výměny čočky byla obava z následných patologií.

Před 10ti lety jsem nosila i měsíční kontaktní čočky, Acuvue firmy J&J. Prodlužovala jsem nošení přibližně o týden nebo dva oproti standardu. Průměrně 45 dní nošení měsíční čočky, přičemž ani u tohoto typu jsem nevnímala žádné snižování komfortu nebo ostrosti vidění.

7. Závěr

Ve své práci jsem popsala stručný historický vývoj kontaktních čoček, rozdělení materiálů měkkých a tvrdých kontaktních čoček. Režimy nošení a frekvenci jejich výměny. Charakterizovala jsem vybrané tvarové parametry, které jsou závislé na míře opotřebení materiálu. Ovlivňují nejen oko pacienta, ale i optické vlastnosti dané čočky. Díky tvarovým parametrům, vhodnému materiálu, frekvenci výměny a režimu nošení, lze vybrat nejvhodnější čočky pro konkrétního nositele a eliminovat rizika spojená s jejich užíváním. Vždy je na odborníkovi, jakou variantu doporučí, tak aby nejlépe vyhovovala potřebám klienta.

Rizikové faktory ovlivňuje chování nositelů. S tím jsou spojeny akutní komplikace, které mohou vyústit v chronické potíže. Vývoj technologií kontaktních čoček a klinické praxe v posledních třech desetiletích byl pozoruhodný, s výrazným zlepšením v biokompatibilitě materiálů, optimalizovaným designem čoček, rozšířenou nabídkou řešení korekčních vad, účinnějšími systémy péče a flexibilnějšími a pohodlnějšími způsoby nošení. Používání kontaktních čoček se pro nositele stalo bezpečnějším, pohodlnějším a zároveň co nejjednodušším. Bohužel se však nezměnil jejich přístup k samotnému nošení čoček a následné péči o ně.

Cílem této práce bylo nastínit přetrvávající problém a získat podklady pro reedukaci méně svědomitých klientů. Zároveň jsem chtěla prokázat, že při nedodržování frekvence výměny čoček dochází k měřitelné změně jejich parametrů. Ukázalo se, že například změny v tvarových parametrech čoček jsou významné a nalezené trendy jednoznačné. Vybrané grafy mohou dobře posloužit k názornému poučení klientů o nebezpečnosti tzv. „přenášení“ čoček. Kromě měření změny tvarových parametrů jsem se snažila podchytit změny v průchodu světla materiálem déle používaných čoček ve srovnání s čočkami novými, avšak získané výsledky nebyly průkazné. Zpracování problému jsem rozšířila o dotazníkové šetření a vlastní subjektivní pozorování. Z dotazníkového šetření vyplývá, že ve zkoumaném vzorku nositelů dodržuje doporučení k výměně čoček pouze 45 % respondentů. Nešvar „přenášení“ čoček se nejvíce projevuje u těch nositelů, kteří kontaktní čočky používají 3–10 let.

Lze konstatovat, že cíle práce byly splněny. Naměřené změny zakřivení zkoumaných čoček potvrzují, jak negativní dopad má délka nošení na jeho komfort. Zvýšením informovanosti klientů, by bylo možné dosáhnout nižšího výskytu očních komplikací.

Zdroje

- [1] N. EFRON: *Contact lens practice*. Ed. 2, Elsevier Health Sciences, 2010, 502 s., ISBN: 9780702047633.
- [2] I.A. MACKIE: *Medical contact lens practice: a systematic approach*. Ed. 1, Butterworth-Heinemann, 1993, 222 s., ISBN: 0 7506 0939 7.
- [3] P. KUCHYŇKA, a kol.: *Oční lékařství*. Vyd. 1, Grada Publishing, Praha, 2007, 812 s., ISBN: 978-80-247-1163-8.
- [4] ČESKÁ KONTAKTOLOGICKÁ SPOLEČNOST: *Základní kurz školení kontaktologů*. Vyd. 1., Praha: Česká kontaktologická společnost, 2004, 72 s.
- [5] S. SYNEK, Š. SKORKOVSKÁ: *Kontaktní čočky*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003, 91 s., ISBN: 80-7013-387-2.
- [6] S. PETROVÁ, Z. MAŠKOVÁ, T. JUREČKA: *Základy aplikace kontaktních čoček*. Vyd. 2., přeprac. a dopl., Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2008, 219 s., ISBN: 978-80-7013-470-2.
- [7] I. AHMAD, I. KEFI, M.A. SHERAZ, et al.: Solvent Effect on Photoinitiator Reactivity in the Polymerization of 2-Hydroxyethyl Methacrylate. *Advances in Physical Chemistry* [online]. Hindawi Publishing Corporation, 2013, vol. 2013, ss. 1-7 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/apc/2013/838402/fig1/>
- [8] K. KRYSZTOFIK, A. SZYCZEWSKI: Study of dehydration and water states in new and worn soft contact lens materials. *OPTICA APPLICATA*, 2014, vol. 44, no. 2, ss. 237-250. ISSN: 0078-5466.
- [9] M.R. LATTIMORE: An apparent pH-induced effect on extended wear hydrogel lens water content [online]. *Optometry and Vision Science*, 1996, vol. 73, iss. 11, ss. 689-694 [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=F3Y5MswglEmXvAoDsY6&page=2&doc=13&cacheurlFromRightClick=no
- [10] THE VISION CARE INSTITUTE. *Základy kontaktologické praxe: Spaní v kontaktních čočkách* [online]. Johnson & Johnson, s.r.o., 2012, s. 1-17 [cit. 2017-12-25].

- Dostupné z: http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/Spani_v_KC.pdf
- [11] A. CHANG, V. COMPAÑ, B. WEISSMAN: Evolution of the critical oxygen tension [online]. *Contact Lens Spectrum*, 2018, vol. 33, ss. 36-39 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.clspectrum.com/issues/2018/march-2018/evolution-of-the-critical-oxygen-tension>
- [12] M.J. MANNIS, K. ZADNIK, C. CORAL-GHANEM: *Contact Lenses in Ophthalmic Practice*. New York: Springer Science & Business Media, 2004, ss. 243-266. ISBN: 0-378-40400-7.
- [13] R. BAŠTOVÁ: Vliv kontaktních čoček pro kontinuální nošení na fyziologii rohovky a slzného filmu [online]. *Česká oční optika*, 2005, roč. 46, č.1, s. 70-71. Dostupné z: http://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2004_04.pdf
- [14] T.J. LIESEGANG: Physiologic Changes of the Cornea with Contact Lens Wear [online]. *The CLAO Journal*, 2002, vol. 28, iss. 1, ss. 12-26 [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: http://journals.lww.com/claojournal/Abstract/2002/01000/Physiologic_Changes_of_the_Cornea_with_Contact.5.aspx
- [15] N. EFRON: *Contact Lens Complications*. Ed. 2, Butterworth Heinemann, 2004, 256 s. ISBN: 0750655348.
- [16] J. CENDELÍN: Slzný film. Česká kontaktologická společnost: *Nadstavbový kurz školení kontaktologů*. Vyd. 1. Praha: Česká kontaktologická společnost, 2004, s. 2-8.
- [17] THE VISION CARE INSTITUTE. Vzdělávací momenty: *Jak pečovat o pacienty s limbálním zarudnutím* [online]. Johnson & Johnson, s.r.o., 2015, s. 1-3 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/TVCI_Edu_moment_limbalni_zarudnuti_CZ.pdf
- [18] J.P. SHOVLIN: Acanthamoeba update [online]. *Review of optometry*, 2009, vol. 146, no. 07. [cit. 2017-12-25] Dostupné z: <https://www.reviewofoptometry.com/article/acanthamoeba-update>
- [19] J. STUDNÍČKA, H. LANGROVÁ: Akutní stavy v oftalmologii [online]. *Medicína pro praxi*, 2013, roč. 10, č. 5, s. 207-210 [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-201305-0009_Akutni_stavy_v_oftalmologii.php

- [20] J. HRONOVÁ: *Oční propedeutika*. Vyd. 1, Grada Publishing, Praha, 2011, s. 47-49. ISBN: 978-80-247-4087-4.
- [21] P. ROZSÍVAL: *Oční lékařství*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2006, s. 95-105. ISBN: 80-7262-404-0.
- [22] JOHNSON & JOHNSON VISION: *Další vlastnosti čoček* [online]. Praha: Johnson & Johnson s.r.o., Vision Care Companies 2012, revize 2017 [cit. 2017-12-13]. Dostupné z: <https://www.jnjvisioncare.cz/vzdelani/vyvazene-vlastnosti/dalsi-vlastnosti-cocek>
- [23] S. LIVI, F. ZERI, R. BARONI: Health beliefs affect the correct replacement of daily disposable contact lenses: Predicting compliance with the Health Belief Model and the Theory of Planned Behaviour [online]. *Contact Lens & Anterior Eye*, 2017, vol. 40, ss. 25-32 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367048416301023>
- [24] R. GYAWALI, F.N. MOHAMED, J. BIST, et al.: Compliance and hygiene behaviour among soft contact lens wearers in the Maldives [online]. *Clinical and Experimental Optometry*, 2014, vol. 97, ss. 43-47 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cxo.12069/full>
- [25] S. HICKSON-CURRAN, R.L. CHALMERS, C. RILEY: Patient attitudes and behavior regarding hygiene and replacement of soft contact lenses and storage case. *Contact Lens and Anterior Eye*, 2011, vol. 34, ss. 207-215. ISSN: 1367-0484.
- [26] D. ROBERTSON, M. CAVANAGH, H. DWIGHT: Non-Compliance with Contact Lens Wear and Care Practices: A Comparative Analysis [online]. *OPTOMETRY AND VISION SCIENCE*, 2011, vol. 88, no.11, ss. 1402-1408 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3223553/pdf/nihms312267.pdf>
- [27] A. LÁZNÍČKOVÁ, V. KUBÍČEK: *Základy fyzikální chemie: Vybrané kapitoly pro posluchače farmaceutické fakulty*. Vyd. 3. Praha: Karolinum, 2014, s. 67. ISBN: 978-80-246-2691-5.
- [28] BAUSCH + LOMB, A Company of Valeant Pharmaceuticals International, Inc.: *Kontaktní čočky* [online]. Bausch + Lomb Incorporated, 2018 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <http://www.bausch.cz/produkty/kontaktni-cocky/>
- [29] COOPER VISION, Live Brightly: *Kontaktní čočky* [online]. Cooper Companies, 2018 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://coopervision.cz/ocni-specialiste/kontaktni-cocky>

- [30] TOP VUE: *Produkty* [online]. Top Vue Lenses, 2015 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://topvue.eu/cs/produkty/topvue-daily/>
- [31] JOHNSON&JOHNSON, Vision: *Kontaktní čočky* [online]. Johnson & Johnson, 2018 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://www.jnjvisioncare.cz/kontaktni-cocky/vsechny-acuvue-kontaktni-cocky>
- [32] ALCON, A Novartis Division: *Kontaktní čočky* [online]. Novartis AG, 2018 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://www.cz.alcon.com/produkty/kontaktni-cocky>
- [33] Ústav makromolekulární chemie Akademie věd České republiky v.v.i. [online]. Praha, 2008 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <http://www.imc.cas.cz/cz/umch/>

Seznam symbolů a zkratk

Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam
r	mm	Rádus kontaktní čočky
s	mm	Sagitta udává poloměr křivosti sférické plochy
d	mm	Průměr kontaktní čočky
T		Množství světla určité vlnové délky, které prošlo vzorkem
I	lx	Intenzita prošlá vzorkem
I_0	lx	Intenzita světla vstupující do vzorku
A		Kolik světla bylo pohlceno vzorkem
Dk	barrer	Permeabilita, propustnost pro kyslík
Dk/t	barrer	Transmisibilita, propustnost pro konkrétní čočku o tloušťce t
λ	nm	Vlnová délka světla
DIA	mm	Diameter (průměr kontaktní čočky)
BC	mm	Base Curvature (zakřivení kontaktní čočky)

Seznam zkratk

Zkratka	Význam
ACLM	Americká asociace výrobců kontaktních čoček
CLPC	Kontaktní čočkou způsobená konjunktivitida
FDA	Food and Drug Administration
FILCON	Měkké materiály pro kontaktní čočky dle ACLM
FOCON	Tvrde materiály pro kontaktní čočky dle ACLM
GPC	Gigantopapilární konjunktivitida
HEMA	2-hydroxyethylmethakrylát
KČ	Kontaktní čočka
PE	Polyethylen
PHEMA	Polyhydroxyethylmethakrylát
PMMA	Poymethylmethakrylát
PVA	Polyvinylalkohol
RGP	Tvrde plyn propustné čočky

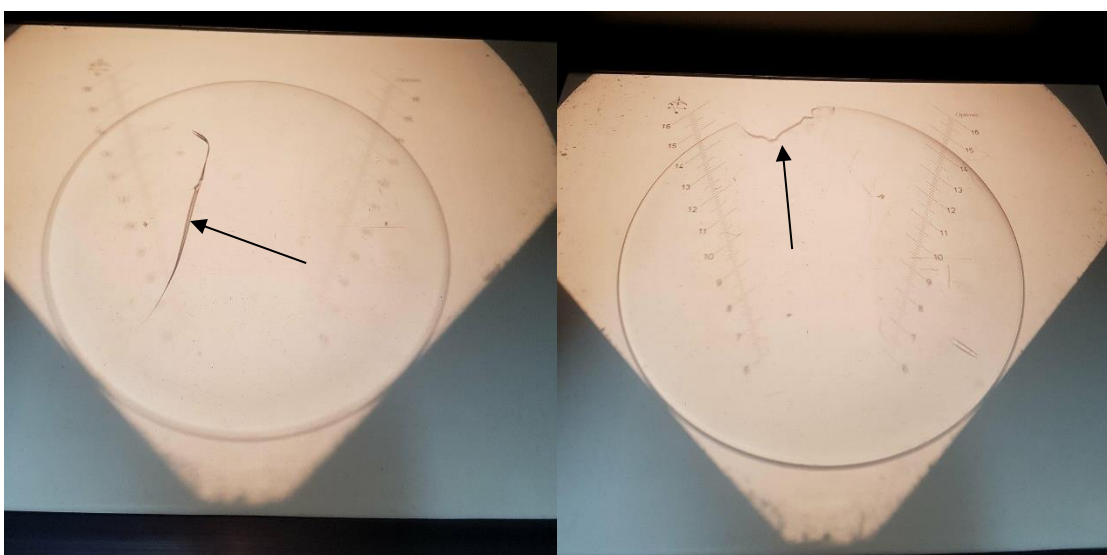
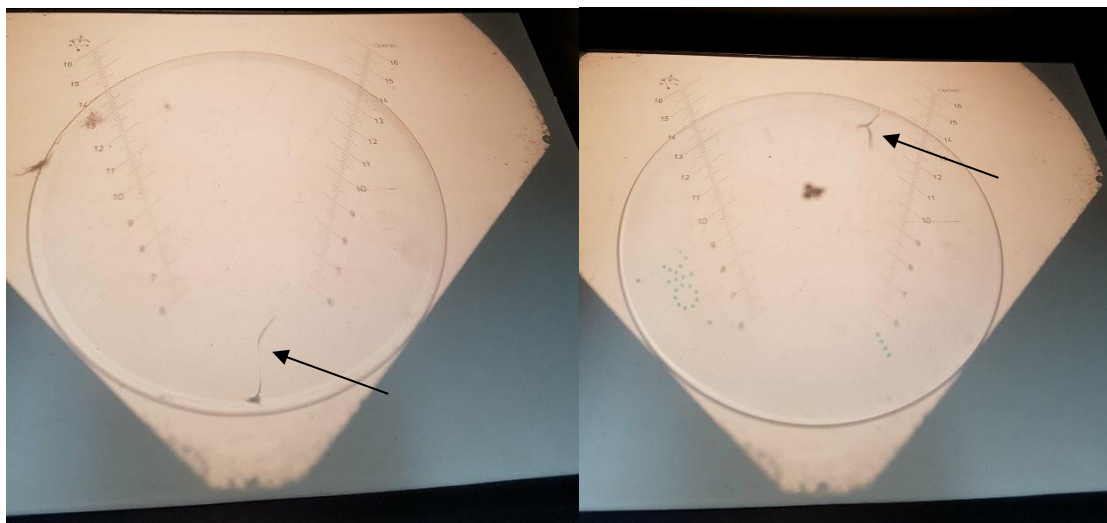
Seznam obrázků

Obr. 2.1: 2-hydroxyethylmethakrylát [7]	5
Obr. 2.2: TRIS monomer. Me = CH ₃ [1]	6
Obr. 2.3: Schéma obecných tvarových parametrů plusové a minusové čočky [4].....	7
Obr. 2.4: GPC při everzi horního víčka [15]	14
Obr. 2.5: Horní limbální keratitida [17]	15
Obr. 2.6: Acanthamoebová keratitida [18]	15
Obr. 2.7: Rohovkový vřed [19]	16
Obr. 5.1: Optimec měřící průměr čočky. [vlastní fotoarchiv]	23
Obr. 5.2: Měření zakřivení kontaktní čočky [vlastní fotoarchiv]	24
Obr. 5.3: Spektrofotometr Shimadzu UV-3600 [vlastní fotoarchiv].....	25
Obr. 5.4: Spektrofotometr se vzorkem v upraveném držáku [vlastní fotoarchiv].....	26
Obr. 5.5: Graf č.1: změny zakřivení hydrogelových kontaktních čoček Acuvue Moist 1day .	27
Obr. 5.6: Graf č.2: změny zakřivení kontaktních čoček My Day.....	28
Obr. 5.7: Graf č. 3: změny průměru hydrogelových čoček	28
Obr. 5.8: Graf č. 4: Změny zakřivení hydrogelových čoček	29
Obr. 5.9: Graf č. 5: čtrnáctidenní čočky J&J	29
Obr. 5.10: Graf č.6: Zkreslené hodnoty měření ve vlnových délkách 290 - 310nm	30
Obr. 5.11: Graf č.7: Propustnost kontaktní čočky Top Vue	30
Obr. 5.12: Graf č. 8: Propustnost Biofinity Toric.....	31
Obr. 5.13: Graf č.9: Měsíční čočka Biofinity	31
Obr. 5.14: Graf č.10: Věk a pohlaví respondentů.....	32
Obr. 5.15: Graf č.11: Dodržování frekvence výměny v závislosti na době nošení	33

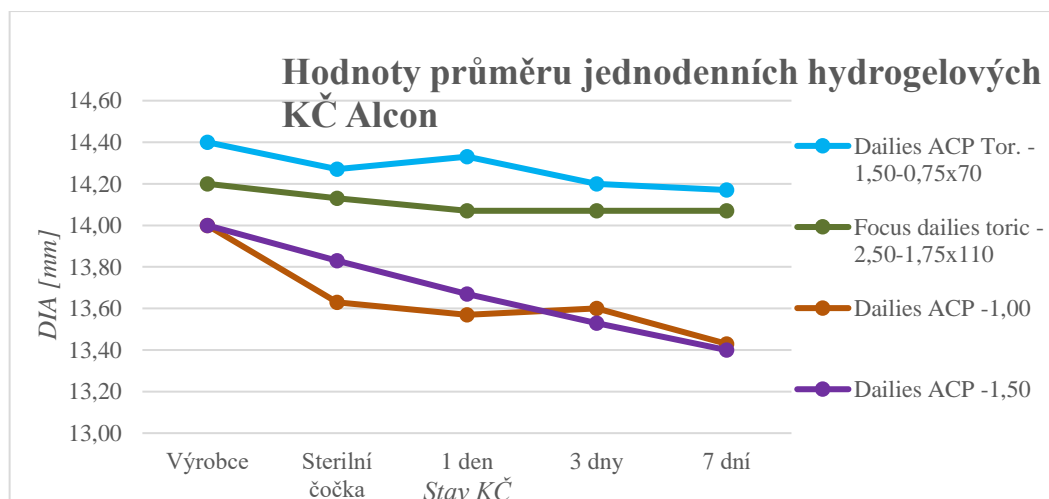
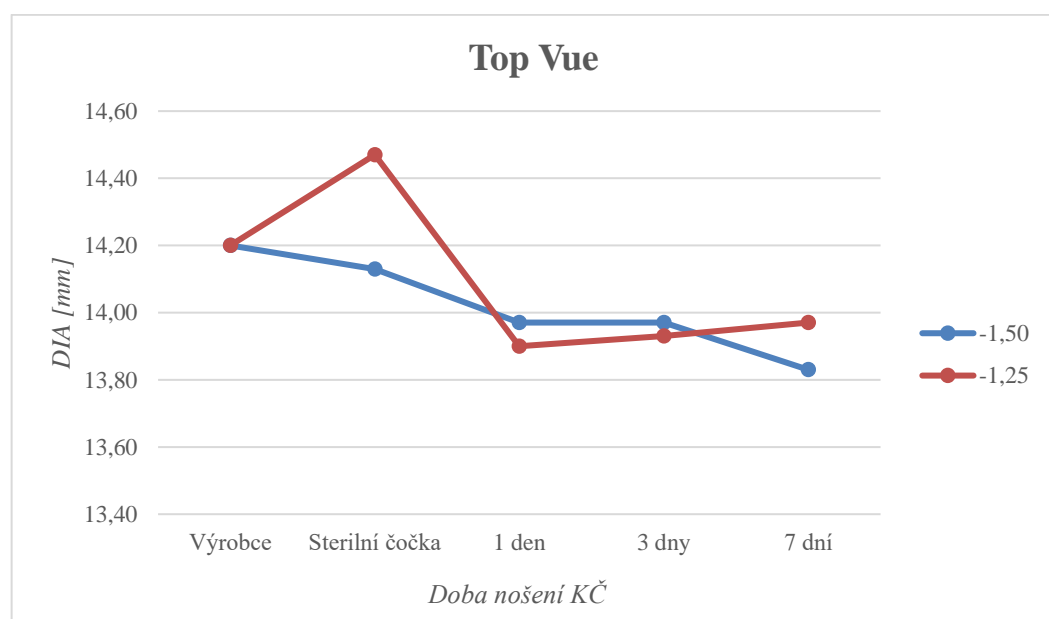
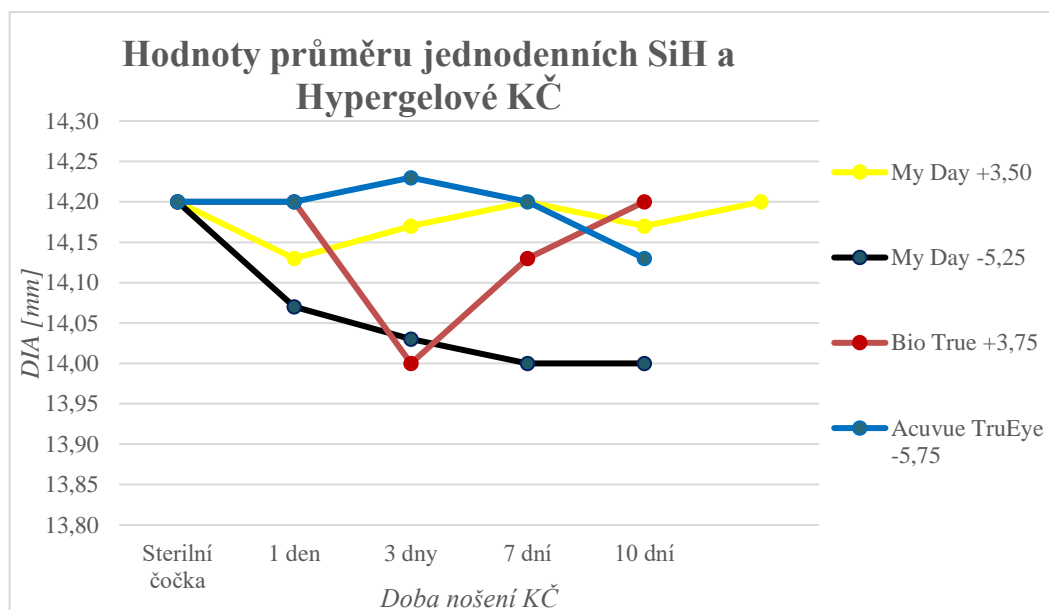
Seznam tabulek

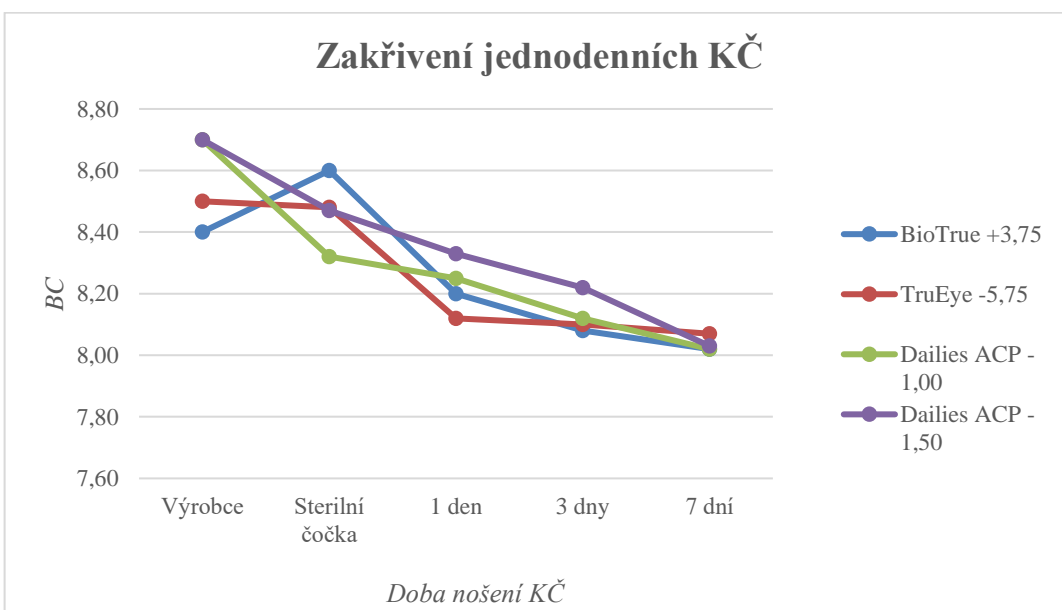
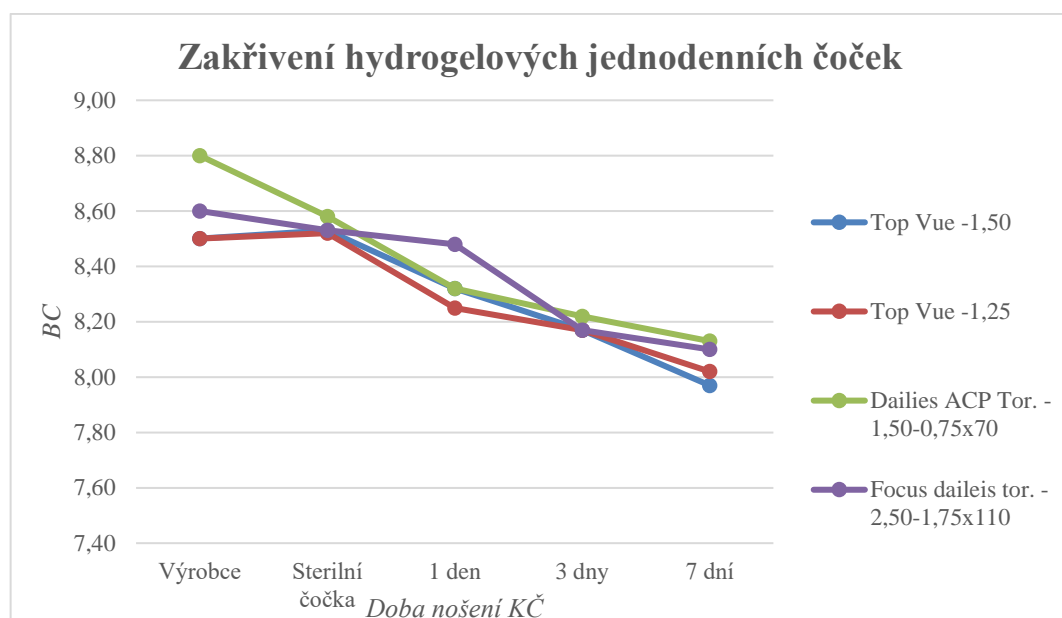
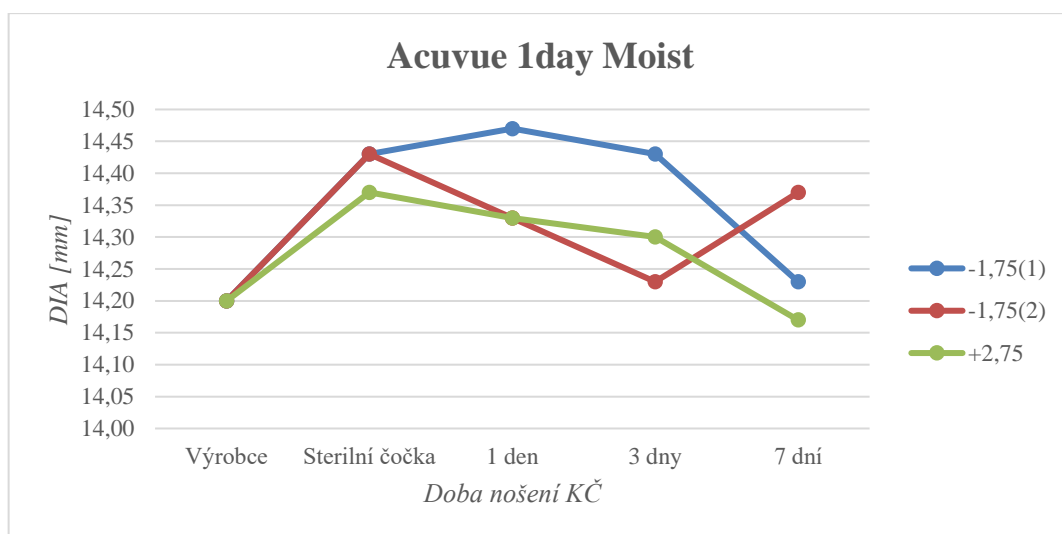
Tab. 2.1: Klasifikace dle FDA [3]	3
Tab. 5.1: Měsíční hydrogelové čočky [28]	21
Tab. 5.2: Měsíční silikonhydrogelové kontaktní čočky [29; 28]	21
Tab. 5.3: Jednodenní hydrogelové kontaktní čočky [30; 31; 32]	22
Tab. 5.4: Jednodenní silikonhydrogelové čočky [29; 28; 31]	22
Tab. 5.5: Čtrnáctidenní silikonhydrogelové čočky [31]	22
Tab. 5.6: Statistika měření zakřivení a průměru	34
Tab. 5.7: Statistika měření transmitance	35

Příloha A: Ukázka defektních čoček



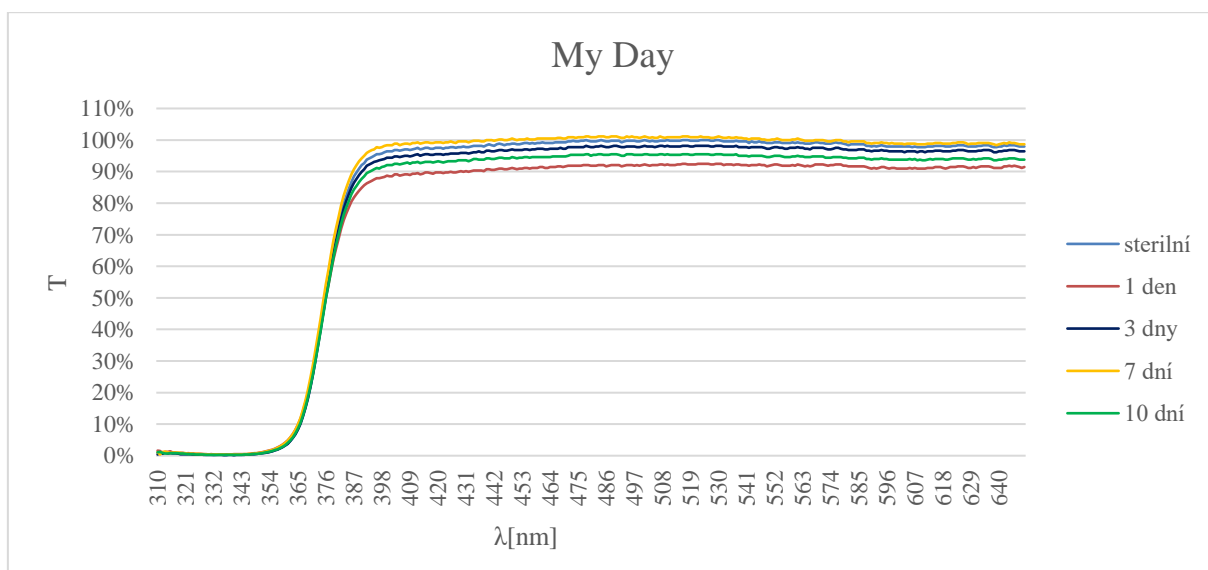
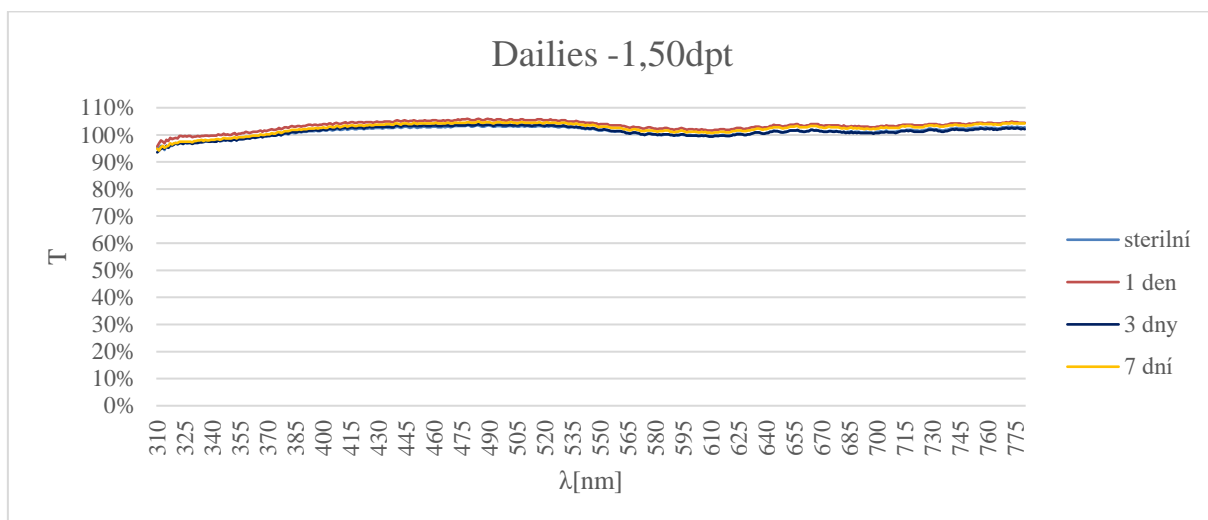
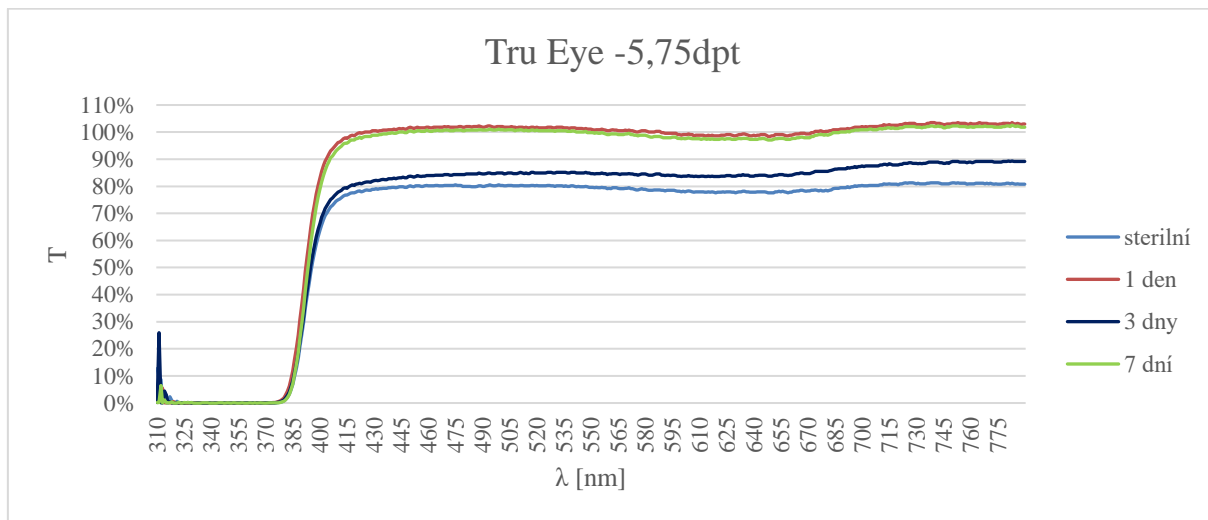
Příloha B: Grafy zakřivení a průměru

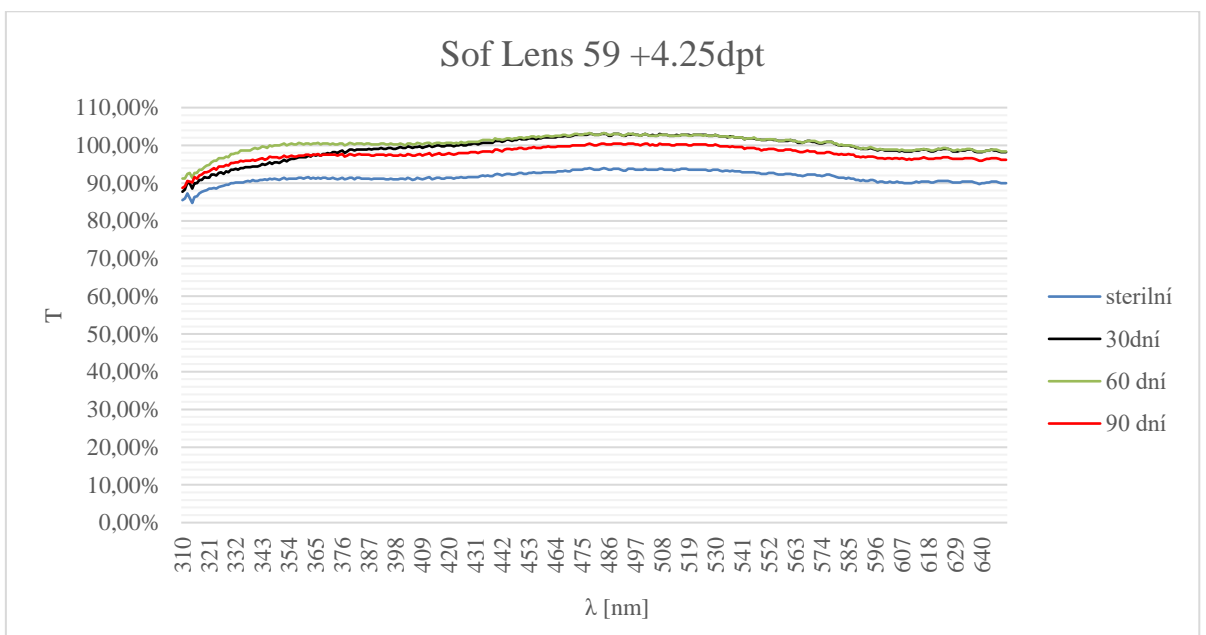
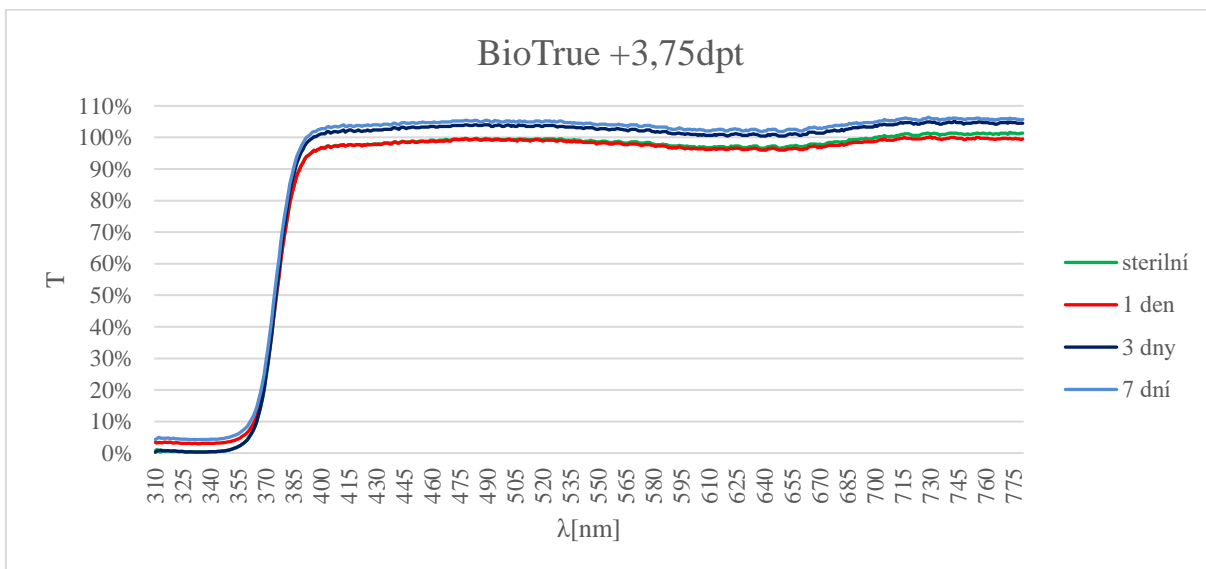
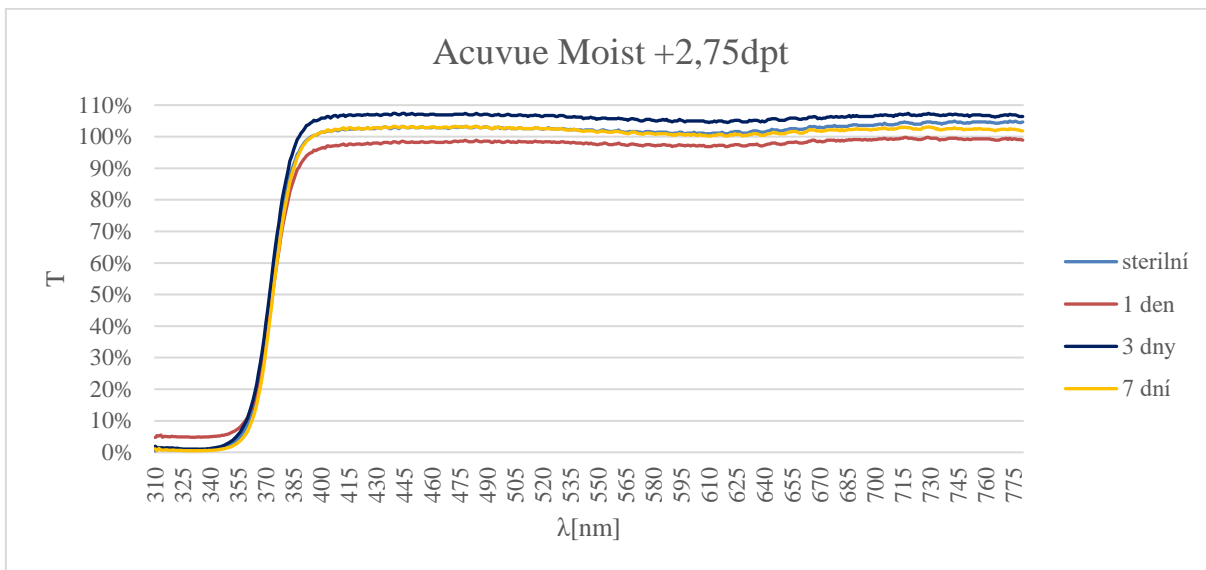




Příloha C: Grafy transmittance

Pozn.: Osa y v grafech dosahuje hodnot 110 %. Maximální hodnota transmittance může dosáhnout jen 100%, avšak z ilustračních důvodů byla ponechána.





Příloha D: Dotazník

Část 1/3

Nošení kontaktních čoček

Dobrý den, jsem studentka oboru Optika a optometrie a chtěla bych Vás požádat o vyplnění krátkého dotazníku, který se zabývá problematikou nošení kontaktních čoček.

Dotazníkové šetření je zcela anonymní a informace slouží pouze k vypracování bakalářské práce. Prosím o pravdivé zodpovězení otázek. Děkuji Vám za spolupráci a Váš čas!

*Povinné pole

Pohlaví *

- Žena
 Muž

Kolik je Vám let? *

- 15-20
 21-30
 31-40
 41-60
 61+

Jak dlouho nosíte kontaktní čočky? *

- 1-2 roky
 3-5 let
 6-10
 Déle než 10 let

Jaká je frekvence výměny kontaktních čoček, které nosíte? *

- Jednodenní
 Čtrnácti denní
 Měsíční

Dodržujete frekvenci výměny čoček? *

- Ano, vždy
 Převážně ano
 Ne, nosím čočky déle než bych měl(a)

DALŠÍ

Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla.

Část 2/3

Z jakého důvodu přenášíte kontaktní čočky *

Chci ušetřit

Nepamatuji si přesně, kdy jsem si čočky nasadil(a)

Pro potřeby výzkumu k této bakalářské práci

Používám je, dokud v nich vidím

Jiné: _____

Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla.

Část 3/3

Nošení kontaktních čoček

*Povinné pole

Pocítujete v průběhu nošení čoček snižování komfortu? *

Nepocítuji žádné změny

Lehké nepohodlí

Silné nepohodlí

Snižuje se s dobou nošení kontaktních čoček i ostrost Vašeho vidění? *

Ano

Ne

Nevím

Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla.