

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2019

**KATEŘINA
MALÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra přírodovědných oborů

**Srovnání interakce čočka-rohovka na vybraném vzorku kontaktních čoček
při objektivním i subjektivním hodnocení**

**Comparison of interaction lens- cornea on the selected sample of contact
lenses using both, objective and subjective evaluation**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Kateřina Malá

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jirí Michálek CSc



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Malá** Jméno: **Kateřina** Osobní číslo: **465433**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Optika a optometrie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Srovnání interakce čočka - rohovka na vybraném vzorku kontaktních čoček při objektivním i subjektivním hodnocení

Název bakalářské práce anglicky:

Comparison of interaction lens - cornea on the selected sample of contact lenses using both, objective and subjective evaluation

Pokyny pro vypracování:

Zajistěte dostupné informace o kontaktních čočkách distribuovaných na našem trhu. Použijte nabídku hlavních distribučních firem (Alcon, Bausch&Lomb, CooperVision, Vistakon-Johnson&Johnson). Zároveň projděte nabídku e-shopů, malých českých firem a privátních značek. Dále proveďte rešerši v oblasti materiálů pro kontaktní čočky, přitom se zaměřte na jejich složení, deklarované vlastnosti a tvarové a optické parametry. Na základě zjištěných skutečností postulujte cíle pro praktickou část bakalářské práce. Proveďte objektivní měření na vybraném vzorku nositelů. Porovnejte jeho výsledky s průzkumem subjektivního hodnocení.

Seznam doporučené literatury:

- [1] EFRON, N., Contact lens practice, ed. 2, St. Louis, Mo.: Butterworth Heineman, 2010, 510 s., ISBN 978-070-2047-633
- [2] EFRON, N., The International Contact Lens Year Book, ed. 1st, Butterworth Heinemann (Saunders, London), 1993, ISBN 0702017132
- [3] SWEENEY, D., Silicone hydrogels: the rebirth of continuous wear contact lenses, ed. 1, Boston: Butterworth Heinemann, 2000, ISBN 978-0750644624

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jiří Michálek, CSc.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **19.02.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2020**

doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

Název bakalářské práce: Srovnání interakce čočka-rohovka na vybraném vzorku kontaktních čoček při objektivním i subjektivním hodnocení

Abstrakt:

Práce se zabývá porovnáním subjektivních pocitů během aplikace kontaktních čoček, po jejich objektivním zhodnocení. Ke zpracování tohoto tématu mě, vedly i mé osobní zkušenosti, jako nositelky kontaktních čoček. Teoretická část se zabývá materiály na výrobu kontaktních čoček, jejich rozdělením do hlavních kategorií (měkké a tvrdé) a jejich vlastnostmi, které jsou pro kontaktní čočky specifické. Věnuje se tvarovým parametrům kontaktních čoček a komfortu jejich nošení. Cílem práce bylo porovnat subjektivní vnímání kontaktních čoček u jednotlivých vybraných materiálů.

V experimentální části práce se zabývám porovnáním interakce oka s různými typy dostupných kontaktních čoček, a to jak z hlediska subjektivního pozorování, na vlastních očích, tak objektivních výsledků zjištěných na statistickém vzorku nositelů. Bylo zjištěno, že vnímání komfortu kontaktních čoček je individuální a každý jedinec vnímá jednotlivé čočky jinak. Přitom komfort kontaktních čoček se v průběhu dne snižuje, nezávisle na tom, zda se jedná o prvositele či pravidelného nositele kontaktních čoček.

Klíčová slova:

Kontaktní čočky, materiály kontaktních čoček, tvarové parametry, subjektivní pocit, objektivní vyhodnocení

Bachelor's Thesis title: Comparison of interaction lens- cornea on the selected sample of contact lenses using both, objective and subjective evaluation

Abstract:

This thesis focuses on comparing subjective perception of wearing contact lenses after their objective evaluation. I was led to this subject by my own experience with wearing contact lenses. The theoretical part deals with materials contact lenses are being made from, how they are divided into soft and hard, and their contact lenses' specific features. It also focuses on their shape parameters and the comfort of wearing them. The aim of this thesis was comparing the subjective experience of wearing contact lenses made from different materials.

In the experimental part of this thesis I am focusing on comparing the interaction between the eye and the different available contact lenses, based on subjective observation while wearing them and also objective results given by the focus group of wearers. It was found that the wearing comfort of contact lenses is individual and every person feels differently about each contact lenses. All the while the comfort declines during the day, both for the first time wearer and the experienced one.

Key words:

Contact lenses, contact lenses materials, shape parameters, subjective experience, objective evaluation

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě, bych ráda poděkovala **Ing. Jiřímu Michálkovi, CSc.**, za vedení mé práce, vstřícnost, odborné a cenné rady, a poskytnuté zdroje. Poděkování patří také mé rodině a přátelům, kteří mi byli oporou během mého celého studia.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Srovnání interakce čočka-rohovka na vybraném vzorku kontaktních čoček při objektivním i subjektivním hodnocení*“ 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	Kontaktní čočky z hlediska jejich materiálů	2
2.1.1	Tvrdé kontaktní čočky	5
2.1.2	Měkké kontaktní čočky	7
2.2	Kontaktní čočky z hlediska jejich tvarových parametrů	15
2.3	Kontaktní čočky a komfort nošení	17
2.4	Kontaktní čočky na českém trhu	19
2.4.1	CooperVision	20
2.4.2	Johnson and Johnson	20
2.4.3	Bausch and Lomb	21
2.4.4	Alcon	22
2.5	Nabídka individuálních měkkých kontaktních čoček	23
3	Cíle práce	24
4	Použité metody a zařízení	25
4.1	Objektivní refrakce	25
4.2	Subjektivní refrakce	25
4.3	Štěrbinová lampa	27
5	Vlastní hodnocení kontaktních čoček z pohledu nositele	28
5.1	První zkušenost s kontaktními čočkami	28
5.2	Subjektivní hodnocení kontaktních čoček v současném experimentu	29
6	Výsledky	30
6.1	Statistika probandů	30
6.2	Aplikace kontaktních čoček	31
6.3	Hodnocení subjektivního vnímání kontaktních čoček	34
6.3.1	Johnson and Johnson	35
6.3.2	Bausch and Lomb	39
6.3.3	CooperVision	43
4.	Diskuse	48
5.	Závěr	55
	Seznam použité literatury	56

Seznam symbolů a zkratk.....	59
Seznam obrázků.....	60
Seznam tabulek.....	61
Příloha A: Dotazník na subjektivní vnímání	62

1 Úvod

Práce se zabývá problematikou individuálního vnímání interakce mezi kontaktní čočkou a předním segmentem oka, na souboru vhodných kontaktních čoček, a to na základě objektivního (ve skupině vybraných subjektů) i subjektivního hodnocení.

Kontaktní čočka je malý optický systém umístěný přímo na rohovku. Čočky se dnes používají jako refrakční, kosmetické a terapeutické. I v současnosti jsou kontaktní čočky stále moderní variantou korekce refrakčních vad, a to nejen myopie nebo hypermetropie, ale i astigmatismu a v poslední době i presbyopie. Měkké kontaktní čočky se masově vyrábějí v určitých optimalizovaných parametrech a v určitém omezeném intervalu optické mohutnosti. Naproti tomu tvrdé kontaktní čočky představují přísně individuální výrobu. V zemích, kde je individuální výroba kontaktních čoček rozšířenější, lze individuální parametry objednat i v segmentu měkkých kontaktních čoček. Právě otázka individualizace parametrů nabývá významu v souvislosti se zvyšujícími se nároky klientů na komfort nošení a dosažení optimálního visu.

Přestože záznamy o prvních skutečných kontaktních čočkách se datují do konce 19. století, jejich vývoj stále pokračuje. Dnes jsou to dokonalé produkty, které musí splňovat přísná kritéria a normy. Přesto však nejsou univerzálně použitelné a vhodný typ, jak z hlediska materiálu, tak i tvarových parametrů, je třeba pro každého nositele pečlivě vybrat. To je úkolem odborníků, kontaktologů, a proto, aby klient mohl dosáhnout opravdového komfortu nošení, je jejich úloha nezastupitelná.

Ke zpracování daného tématu mě, mimo jiné, vedly i mé osobní zkušenosti, jako nositelky kontaktních čoček. Přes širokou nabídku a vysokou kvalitu kontaktních čoček na našem trhu nebyly mé zkušenosti s kontaktními čočkami od samého začátku dobré. Zkusila jsem více druhů kontaktních čoček od různých výrobců, ale dosud jsem s žádnými nebyla zcela spokojena. Některé mi subjektivně vadily v oku a dráždily mě, i když, dle objektivního posouzení, seděly na oku správně. Zato některé čočky, které objektivně nebyly vyhovující pro mé oko, mi subjektivně v oku vadily méně. Proto jsem se zaměřila na téma, které kombinuje objektivní kontrolu, zda je čočka pro dané oko vhodná (včetně potřebné optické mohutnosti), se subjektivním vnímáním konkrétního klienta, při testování na vybraném vzorku kontaktních čoček.

2 Teoretická část

2.1 Kontaktní čočky z hlediska jejich materiálů

Materiály pro kontaktní čočky se postupem času vyvíjely a zlepšovaly ve svých výsledných vlastnostech. Přírozenými podněty pro tento vývoj byly zkušenosti nositelů, požadavky vyššího komfortu při nošení, výsledky odborných studií, které spolu s novými technologiemi přispěly k prohlubování informací o předním segmentu oka. Kontaktní čočka kromě svého původního určení zároveň představuje bariéru rohovkového metabolismu. Na materiály kontaktních čoček jsou v průběhu času kladeny zhruba tytéž požadavky, jako jsou dobrá snášenlivost, vysoká propustnost pro kyslík, minimální dispozice k ukládání depozit, dostatečná a především rovnoměrná smáčivost, vhodná úroveň mechanických a dalších fyzikálně chemických vlastností. Nicméně v současnosti se klade velký důraz na jejich optimalizaci a vysokou přesnost a reprodukovatelnost v jejich dosažení. [1]

Dle materiálu, lze čočky rozdělit na:

- Tvrdé
 - Nепropustné (sklo, PMMA)
 - Plynopropustné (RGP materiály)
- Měkké
 - Hydrofobní- měkké silikonové
 - Hydrofilní (hydrogelové)
 - Hydrogelové standartní (PHEMA)
 - Hydrogelové výšeboťnavé
 - Hybridní (silikonhydrogelové)

V dnešní době, vzhledem k zastoupení na světových trzích, lze počet kategorií redukovat na:

- RGP
- Hydrogely
- Silikonhydrogely

Jednotlivé typy se mezi sebou liší mechanickými vlastnostmi, obsahem vody, propustností pro kyslík a propustností pro jiné nízkomolekulární látky. [1;2;3]

Přehled, který usnadní orientaci v materiálech pro kontaktní čočky z hlediska struktury jejich řetězců, vychází z mezinárodní klasifikace Asociace výrobců kontaktních čoček (ACLM).

Klasifikace zahrnuje téměř všechny materiály na trhu dostupných čoček (s výjimkou silikonhydrogelů a polyvinylalkoholu) a dělí je do dvou základních skupin:

1. Tvrdé- FOCON
2. Měkké- FILCON

Materiály pro tvrdé kontaktní čočky: FOCON

Skupina 1a

- Prakticky čistý polymethylmethakrylát (PMMA)

Skupina 1b

- Kopolymery PMMA s maximálně 10 % jiných monomerů, které mohou měnit tvrdost, botnavost a stabilitu původního materiálu

Skupina 2a

- Prakticky čistý acetobutyrát celulózy (CAB)

Skupina 2b

- Kopolymery nebo směsi homopolymerů (CAB) a jiných onomerů

Skupina 3

- Kopolymery jednoho nebo více alkylmethakrylátů s jedním nebo více siloxanylmethakryláty, plus jiné monomery (smáčivé) a síťovadlo

Skupina 4

- Materiály pro tvrdé kontaktní čočky tvořené polysiloxany

Skupina 5

- Kopolymery jednoho nebo více alkylmethakrylátů a/ nebo siloxanylmethakrylátů, plus jiné monomery (smáčivé), síťovadlo a minimálně 5 hmotnostních procent fluoalkylmethakrylátu nebo jiných fluor obsahujících monomerů

[1;4;5]

Materiály pro měkké kontaktní čočky: FILCON

Skupina 1a

- Prakticky čistý poly(2-hydroxyethylmethakrylát) (polyHEMA), obsahující méně než 0.2 hmotnostních % ionizovatelných složek (tj. kyseliny methakrylové).

Skupina 1b

- Prakticky čistý polyHEMA, obsahující více než 0.2 hmotnostních % ionizovatelných složek

Skupina 2a

- Kopolymer HEMA a/nebo jiných hydroxyalkylmethakrylátů, dihydroxyalkylmethakrylátů a alkylmethakrylátů, obsahující méně než 0.2 hmotnostních % ionizovatelných složek.

Skupina 2b

- Totéž jako skupina 2a, ale obsahující více než 0.2 hmotnostních % ionizovatelných složek.

Skupina 3a

- Kopolymer HEMA s N-vinylaktamem a/nebo alkylakrylamidem, obsahující méně než 0.2 hmot.% ionizovatelných složek.

Skupina 3b

- Totéž jako skupina 3a, ale obsahující více než 0.2 hmot.% ionizovatelných složek

Skupina 4a

- Kopolymer alkylmethakrylátu a N-vinylaktamu a/nebo alkylakrylamidu, obsahující méně než 0.2 hmot.% ionizovatelných složek.

Skupina 4b

- Totéž jako skupina 4a, ale obsahující více než 0.2 hmot.% ionizovatelných složek

Skupina 5

- Materiály pro měkké kontaktní čočky tvořené polysiloxany.

Pro praxi je důležité, že materiály filcon b vykazují botnací závislost na pH. Tedy je nutné používat pouze pufované prostředky pro čištění, dezinfekci a konzervaci těchto kontaktních čoček (prostředky doporučené výrobcem). [1;4;5]

Jednodušeji lze kontaktní čočky rozdělit do čtyř skupin dle klasifikace FDA, a to podle toho, zda jsou ionogenní, či ne, a podle botnavosti (s hranicí 50%) [3;4;6]

Tabulka 2.1 klasifikace kontaktních čoček dle FDA

Skupina I.	Neionogenní s botnavostí do 50 %
Skupina II.	Neionogenní s botnavostí nad 50 %
Skupina III.	Ionogenní s botnavostí do 50 %
Skupina IV.	Ionogenní s botnavostí nad 50 %

Kontaktní čočky, podobné těm současným, jsou známy už od druhé poloviny 19. století. Jejich materiálem bylo sklo. V dnešní době jsou materiály pro kontaktní čočky, zejména hydrogely, jedním z příkladů, materiálů pro biomedicínální použití. Kromě čoček kontaktních

jsou používány i v nitroočních čočkách, v řadě implantátů, zejména pro plastickou, dentální i obecnou chirurgii, otorinolaryngologii, gynekologii, urologii a neurologii. Dále jako nosiče pro kultivaci buněk v léčbě rozsáhlých kožních poranění, popálenin, dekubitů, nosiče léčiv pro cílené, respektive řízené uvolňování. Jsou používány i pro výrobu léčivých mastí a gelových přípravků, tkáňových expandérů, syntetických embolů a v tkáňovém inženýrství. [7]

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že všechny tyto materiály musí mít vlastnosti nastavitelné v relativně širokém rozmezí, ale přitom přesně a specificky, podle konkrétní aplikace. Jedno však mají materiály pro biomedicínální použití společné. Pokud mají být úspěšné, musí být ve své aplikaci kompatibilní s okolní tkání (biokompatibilní). Materiál nesmí být toxický a škodlivý pro biologické systémy, respektive okolní tkáň, v našem případě pro lidské oko. [8]

Všechny materiály pro kontaktní čočky mohou být od čtyřicátých let 20. století klasifikovány jako polymery. Polymery jsou pevné materiály, které jsou tvořeny dlouhými řetězci s vysokou molekulovou hmotností. Tyto řetězce tvoří malé opakující se jednotky, které se nazývají monomery. Slovo polymer je tedy termín, který zahrnuje plasty, například polymethylmethakrylát (PMMA), vlákna jako jsou polyamidy (nylon), polyestery, elastomery jako jsou kaučuky a hydrogely. [9]

Hydrogely pro kontaktní čočky představují trojrozměrné řídké síťované struktury, které jsou ve vodě nerozpustné, ale do struktury svých řetězců jsou schopné přijímat vodu, botnají v ní. [10]

2.1.1 Tvrdé kontaktní čočky

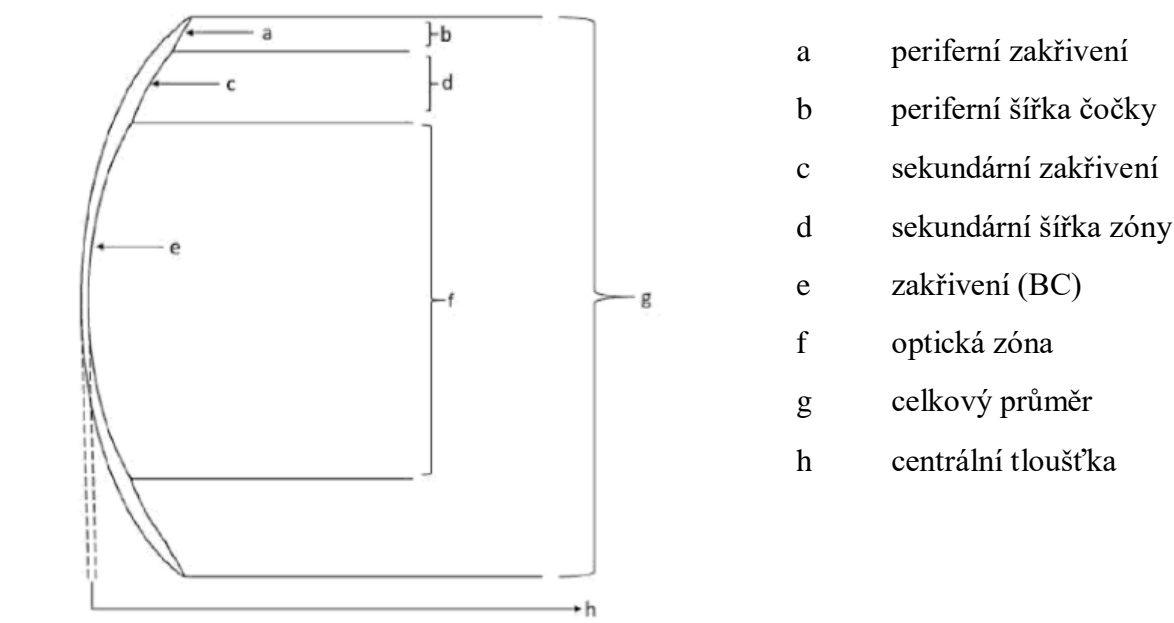
Tvrdé kontaktní čočky jsou používány ke korekci keratokonu, nepravidelného astigmatismu a jiných očních vad nebo onemocnění, na které měkké kontaktní čočky nejsou vhodné. Jsou ovšem používány i jako běžné korekční pomůcky, ale u nás maximálně do 4 % aplikací, nicméně v některých zemích světa ve významně vyšším procentu, zpravidla však do 30 % aplikací. [11]

První uměle vyrobenou hmotou použitou v širším měřítku pro výrobu kontaktních čoček byl PMMA u nás známý jako plexisklo, jehož index lomu je v rozmezí 1,49 – 1,50. Byl v poválečném období jasně vedoucím materiálem pro kontaktní čočky. Jeho výborné optické vlastnosti, nízká hmotnost, dobrá zpracovatelnost a dlouhodobá materiálová i optická stabilita byly zárukou úspěchu. A jeho tvrdý nepolární povrch snižuje na minimum tvorbu usazenin.

Problém nepropustnosti materiálu, kdy hodnoty Dk jsou v rozmezí 0,1-0,3 byl do určité míry vyřešen korneální konstrukcí čočky a tím dosažené zvýšené schopnosti výměny slzného filmu pod čočkou. [2;6]

Skupina RGP (rigid gas-permeable) čoček má proti PMMA obrovskou výhodu ve zvýšeném (podle typu materiálu) průniku kyslíku. U většiny materiálů je vyšší než u hydrogelových čoček. RGP čočky ale nepropouštějí vodu a vodorozpustné nízkomolekulární látky, takže vážně odvod metabolických zplodin od rohovky. Tento problém byl opět částečně vyřešen korneální konstitucí čočky. Výhodou čoček z RGP materiálů je nejen velmi dobrá optická stabilita a vysoká trvanlivost, ale i nutnost individuálního přizpůsobení, tedy i možnost výroby čoček v okrajových dioptrických hodnotách. [1;2]

Kontaktní čočky první generace RGP byly vyrobeny z tvrdých polymerů, respektive kopolymerů tvrdých siloxanylakrylátů. Aby se zlepšila smáčivost a ještě zvýšil průchod kyslíku, začaly se používat fluorosiloxan-methakryláty (fluorosilikonové akryláty). Tyto polymery druhé generace tedy propojily silikonakrylátový materiál s fluorovanými, respektive perfluorovanými monomery. Kromě zlepšení smáčecích vlastností a zvýšeného průchodu kyslíku tato kombinace také pomohla snížit ukládání bílkovin. Materiál je však náchylnější k ukládání lipidů. Předností RGP čoček je, že na rozdíl od měkkých kontaktních čoček jsou čočky tvarově stabilní a během nošení se nedeformují. [12;13]



Obrázek 2.1 Schéma RGP čočky [12]

V dnešní době pro problémové případy existují nové typy hybridních RGP čoček, které mají tvrdý střed a měkké okraje a které tak spojují výhody tvrdých a měkkých kontaktních čoček. Hlavní nevýhodou těchto čoček je manipulace s nimi, a tedy i jejich aplikace, hlavně vyjmutí z oka. [13]

2.1.2 Měkké kontaktní čočky

Od zavedení kontaktních čoček počet jejich aplikací neustále stoupá, přičemž se převážně jedná o měkké kontaktní čočky. Nedávný průzkum ukázal, že měkké kontaktní čočky tvoří 90 % všech nových aplikací kontaktních čoček na světě. [8;14]

Měkké kontaktní čočky patří zpravidla mezi sklerokorneální, někdy až sklerální čočky. Jejich průměr je větší než průměr duhovky, a to až 20 mm (zpravidla 13-15 mm) a jejich okraj leží na bělimě. Původním materiálem pro měkké kontaktní čočky je řídce síťovaný 2-hydroxyethylmethakrylát (HEMA). Později byl během vývoje výšeboťnavých hydrogelových materiálů různými způsoby modifikován, nejčastěji kopolymerizací s jinými hydrofilními monomery. Dalšími materiály pro hydrogelové čočky byly kopolymer N-vinylpyrrolidonu (NVP) a polyvinylalkohol (PVA). Mezi měkké kontaktní čočky však také patří hydrofobní čočky vyrobené ze silikonových elastomerů.[8;15]

Všechny čočky z těchto materiálů vyrobené nazýváme měkkými, protože je tvoří síťované polymery, které jsou ohebné a pružné, flexibilní. Většina polymerů používaných k výrobě měkkých kontaktních čoček jsou syntetické materiály. [8;15]

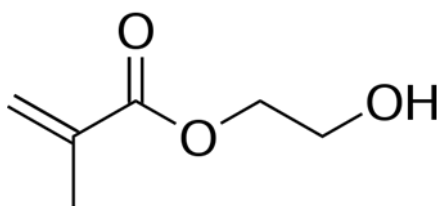
2.1.2.1 Hydrofobní čočky

Do této kategorie patří čočky silikonové a také polyethylenové (PE), ale jejich význam, vzhledem k malému rozšíření, je zanedbatelný. Výhodou těchto čoček je jejich měkká konzistence, pružnost a ohebnost. Z hlediska dýchání epitelu rohovky jsou silikonové elastomery vhodným materiálem pro kontaktní čočky. Silikonová pryž je vysoce propustná pro kyslík díky siloxanovým řetězcům, proto čočky podporují dýchací proces povrchu rohovky bez potřeby výměny slz pod čočkou. V čočkách se však mohou akumulovat lipofilní škodliviny, které silikonové čočky absorbují, a to může mít špatný vliv na oko pacienta. Pokud oko pacienta potřebuje dodávat lipofilní lék, dá se této vlastnosti využít. Kombinace měkkosti a hydrofobního povrchu těchto čoček však vedla k problémům při jejich snímání z oka s následkem poranění rohovky. To je již v rámci testování vyřadilo ze širšího uplatnění na trhu, takže dnes jsou tyto čočky používány spíše jako terapeutické. [1]

2.1.2.2 Hydrofilní materiály –Hydrogelové kontaktní čočky

Byly vyvinuty přibližně v polovině padesátých let 20. století jako výsledek výzkumného úsilí profesora Otto Wichterleho a Dr. Drahošlava Líma z Ústavu makromolekulární chemie v Praze, spadajícího pod tehdejší Československou akademii věd. Wichterle s Límem pracovali na syntéze nového materiálu, který by se mohl použít k implantaci do lidského těla jako náhrada měkkých tkání. Tímto materiálem se stal poly(2-hydroxyethylmethakrylát) neboli PHEMA (Wichterle and Lím, Nature 1960). Prof. Wichterle si brzy uvědomil, že materiál má potenciál k využití v oftalmologii, zejména k výrobě měkkých kontaktních čoček. První patenty na měkké hydrofilní kontaktní čočky byly uděleny již v roce 1956, nicméně Wichterle se spolupracovníky pokračoval přirozeně v jejich vývoji dále, až, během vánoc 1961, propojil nový materiál s technologií rotačního odlévání, kterou ověřil na prvním „čočkostroj“ („lens machine“) sestrojeném z dětské stavebnice Merkur, kterou si vypůjčil od svých synů. Ještě na konci roku 1961 pak podal zásadní přihlášku vynálezu na hydrofilní kontaktní čočku a způsob její výroby. Všeobecně je tento rok označován za vznik hydrogelových kontaktních čoček. [8;16;17]

PHEMA se vyrábí polymerizací 2-hydroxyethylmethakrylátu se síťovacím činidlem ethyldimethakrylátem (EDMA). Hydrofilní chování HEMA je dáno hydroxylovou skupinou (OH) ve struktuře monomeru. Díky vodíkovým můstkům, které se mohou tvořit mezi tímto hydroxylem a molekulami vody, obsahuje výsledná kontaktní čočka kolem 38 % vody v plně hydratovaném stavu. [8]



Obrázek 2.2 HEMA [7]

Brzy se však ukázalo, že tato hydratace je nedostatečná, vzhledem k odpovídajícím hodnotám transportních vlastností (nepříliš vysoká propustnost pro kyslík). Rozvoj materiálů s vyšším rovnovážným obsahem vody (equilibrium water content – EWC) vedl ke zlepšení permeability kyslíku.

2.1.2.3 Výšeboťnavé hydrogelové čočky

Jedna z prvních úspěšných kopolymerizací původního monomeru HEMA byla provedena s N-vinylpyrrolidonem (NVP). [1, 17]

Další často užívaný hydrofilní komonomer v hydrogelech pro kontaktní čočky je methakrylová kyselina (MA) v sodné formě (ve formě své sodné soli). [18]

Již její malé množství (2-3%) umožňuje čočce absorbovat více vody. Čím vyšší je obsah MA, tím vyšší je EWC výsledného polymeru. Zvýšení obsahu vody v polymeru pomocí MA má své nevýhody, jako jsou:

- Čočka je extrémně citlivá na změny v tonicitě
- Čočka je citlivá na pH, pokud hodnota pH roztoku, ve kterém je čočka ponořena se sníží, klesá EWC
- Tvorba bílkovinných usazenin jak na povrchu čočky, zejména při nižším obsahu MA, tak uvnitř materiálu. Pokud taková depozita vzniknou, mohou být navíc fixována elektrostatickými interakcemi mezi proteinovými řetězci a nábojem na karboxylu. Rozměrová nestabilita při tepelné dezinfekci čoček.[8;19]

Glycerolmetakrylát (GMA) je více hydrofilní než HEMA, vzhledem k tomu, že monomer obsahuje dvě hydroxylové skupiny. Tento monomer byl kopolymerizován buď v kombinaci s methylnmethakrylátem (MMA), nebo s HEMA. Prvním postupem se vyrábějí materiály s obsahem vody v rozsahu 30 - 42 %. Tyto materiály jsou považovány za tvrdší a pevnější než hydrogely PHEMA, ale jejich propustnost pro kyslík není dostatečná. Druhým způsobem jsou připravovány různé kopolymery HEMA-*co*-GMA s cílem výroby neionogenních kontaktních čoček s vysokým obsahem vody v materiálu (až 70 %). Tyto čočky mají dobrou biokompatibilitu a předpokládá se, že jsou relativně odolné vůči usazeninám a vůči změnám pH v rozsahu 6-10. Příkladem jsou čočky:

- Clearlab - jednodenní
- Proclear (CooperVision)

Na počátku sedmdesátých let anglický optometrista John de Carle, navrhl, že pokud by se EWC u hydrogelových čoček mohl dostatečně zvýšit, pak by tyto čočky mohly být úspěšně nošeny přes noc nebo nepřetržitě. Vyvinul první čočku s možností prodlouženého nošení, která byla distribuovaná ve Velké Británii pod názvem Permalens. [8;19]

S nárůstem poptávky po čočkách pro prodloužené nošení se zvýšil i nárůst komplikací. V roce 1989 byly publikovány studie, které ukázaly, že režim prodlouženého nošení zvýšil riziko mikrobiální keratitidy, a to 5 až 15 krát. Proto bylo prodloužené nošení omezeno z 30 dnů na 7 dnů a 6 po sobě jdoucích nocí. [8]

Významný vývoj hydrogelových čoček proběhl v posledních 20 letech 20. století. Byly vyvinuty různé kopolymery N-vinylpyrrolidonu, glycerolmethakrylátu, akrylamidů, bez nebo s přídavkem kyseliny methakrylové a kontaktní čočky z polyvinylalkoholu. [19]

Další práce směřovaly k rozvoji čoček s plánovanou výměnou až k jednorázovým kontaktním čočkám (1994).

Hydrofilní kontaktní čočky jsou díky lepší látkové výměně vodorozpustných nízkomolekulárních látek z hlediska materiálu příznivější než hydrofobní materiály, přestože mají zpravidla nižší hodnotu propustnosti pro kyslík, zejména ve srovnání se silikonovými, silikonhydrogelovými nebo RGP čočkami. Díky svým vlastnostem se nejvíce podobají živé tkáni, přičemž její mechanická iritace je minimální. Používají se i jako terapeutické. [1;8]

2.1.2.4 Silikonhydrogelové kontaktní čočky

Jedná se o homogenní materiály, které dosahují rovnovážné botnavosti mezi 20 až 50 hmotnostními %. Zařazují se do kategorie materiálů s nízkým obsahem vody. Silikonhydrogely, zejména starších generací, mají významně, vyšší hodnoty modulu elasticity, tj. jsou tužší. Tuhost materiálu může přispět k mechanickému podráždění čočkou třením na spojivce horního víčka. [1;2]

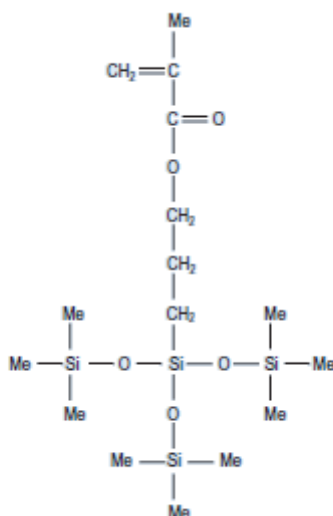
Základ jejich řetězců tvoří ohebné Si – O - Si vazby, které jsou zodpovědné za propustnost pro kyslík a jsou-li jejich řetězce dostatečně dlouhé, vytvářejí měkký materiál, jehož flexibilita roste s rostoucí délkou těchto polysiloxanových řetězců. V silikonhydrogelech jsou polysiloxanové hydrofobní řetězce vhodně kombinovány s hydrofilními tak, aby vytvořily homogenní kontinuální strukturu. Pokud jsou polysiloxanové řetězce příliš krátké a obklopené sféricky významnými substituenty (TRIS struktura), vznikající materiál je tužší (zejména I. generace silikonhydrogelů). Silikon je hydrofobní a je špatně mísitelný s hydrofilními monomery. Pro dosažení rovnoměrné smáčivosti musel být povrch starších silikonhydrogelových čoček upravován. Úprava se provádí chemicky, aby povrch obsahoval větší podíl hydrofilních skupin jako hydroxyl nebo karboxyl, navázaný na páteřní polysiloxan, který tvoří hlavní strukturu silikonhydrogelových materiálů. Další možností je plazmatické ošetření ve vakuu ionizovaným kyslíkem, dusíkem nebo vodní párou. [2;8;20]

Snahy o propojení vhodných vlastností hydrogelů a silikonů se datují již od sedmdesátých let 20. století. A přestože první patent na silikonhydrogelové materiály podal Tanaka [21] už v roce 1979, na světový trh byly první silikonhydrogely uvedeny (podle teritorií) až v letech 1998 – 1999.

Prvními silikonhydrogelovými čočkami byly PureVision (balafilcon A) a Night and Day (lotrafilcon A). U obou typů byla nutná povrchová úprava. Oba materiály byly určeny pro dobu 30 dní nepřetržitého nošení.

Balafilcon patří do skupiny III. FDA, jedná se tedy o ionogenní materiál s botnavostí do 50 %. Je založený na karbamátově substituovaném materiálu na bázi TRIS známém jako TPVC (TRIS-trimethyl siloxysilyl). Vzniká kopolymerizací TVPC s NVP. Povrchová úprava se prováděla pomocí plazmatické oxidace, která mění části silikonu na hydrofilní silikáty. Hodnoty Dk/t jsou 110 a obsah vody 36 %. [6]

Lotrafilcon patří do skupiny I. FDA, jedná se tedy o neionogenní materiál s botnavostí do 50 %. Je popsán jako „dvoufázový“. Popisuje čočku jako kopolymerizovaný makromonomer fluoretheru a TRIS s N,N- dimethylakrylamidem (DMA) v přítomnosti rozpouštědla. Jeho dvoufázová konstrukce bývá prezentována systémem oddělených kanálek pro kyslík a pro vodu. Povrch těchto čoček byl upraven plazmatickým povlékáním tenkou vrstvou hydrogelu (25 nm). Hodnoty Dk/t Lotrafilkonu jsou 175 barrer a obsah vody 24 %. [12]



Obrázek 2.3 TRIS monomer Me = CH₃. [8]

Na kompatibilitu kontaktní čočky s předním segmentem oka, mají kromě materiálu, vliv i konstrukce čočky a konstrukce jejího okraje. Design okraje čočky ve spojení s mechanickými vlastnostmi silikonhydrogelových čoček, může být zodpovědný za zvýšení zbarvení spojivek a epiteliární chlopně spojivky pozorované s těmito čočkami. [2;8]

Ve snaze zlepšit problémy první generace silikonhydrogelových čoček byly vyvinuty silikonhydrogely druhé generace (Air optix Night and Day (lotrafilcon B) a Acuvue Advance (galyfilcon A), a hlavně třetí generace, kontaktní čočky Acuvue TruEye, Avaira, Biofinity

a Clariti. Hlavní výhodou silikonhydrogelů třetí generace je zvýšený obsah vody, nižší hodnoty modulů a odstranění nutnosti povrchových úprav. [2;22]

2.1.2.5 Vlastnosti měkkých kontaktních čoček

Prostředí předního segmentu oka klade na vlastnosti materiálů pro kontaktní čočky vysoké nároky, musí být:

- schopny udržovat stabilní slzný film
- propustné pro kyslík
- propustné vůči iontům
- pohodlné a komfortní
- zajistit jasné a stabilní vidění

[8]

Hydrogely, které jsou používány pro kontaktní čočky, propustí 90 % viditelné části spektra. Důležité vlastnosti pro materiály kontaktních čoček jsou: optické, transportní, botnací a mechanické vlastnosti. [1;8]

Botnací vlastnosti popisuje rovnovážný obsah vody (Equilibrium water content - EWC), někdy také označovaný jako stupeň nabotnění (swelling degree - SD)

$$SD(EWC) = \frac{m_b - m_s}{m_b} * 100 \quad (2.1.1)$$

Kde m_b je hmotnost zbotnalého a m_s je hmotnost suchého.

EWC hydrogelu se může lišit v závislosti na pH, tonicitě a teplotě. Většina hydrogelů pro kontaktní čočky tedy může mít mírně odlišné EWC při změně roztoku s různým pH a osmolaritou, přičemž tyto změny budou významnější v čočkách z ionogenních materiálů. S EWC jsou úzce spojeny propustnost kyslíku a iontů. U hydrogelů platí, že čím vyšší je obsah vody v čočce, tím vyšších hodnot propustnost pro kyslík a další vodorozpustné nízkomolekulární látky, např. ionty, nabývá. [1;8]

Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti představují soubor vlastností, které popisují chování materiálů a jejich mechanické odezvy na nějaké silové působení. Zjednodušeně jde o vztah mezi napětím a deformací materiálu. Patří mezi ně pevnost, tažnost, modul pružnosti a strukturní pevnost. V hydratovaném stavu je většina hydrogelů měkká a pružná. Když se dehydratují, stávají se tvrdými a křehkými. Voda působí jako změkčovadlo. Hydrogely ji zachycují pomocí

vodíkových můstků díky svým hydrofilním skupinám. Jedněmi z hlavních problémů při charakterizaci mechanických vlastností kontaktních čoček je, že měření bývá zatíženo velkým rozptylem hodnot a zároveň čočky nelze měřit za týchž podmínek, za kterých jsou používány. Tradiční mechanické testování vlastností zahrnuje uplatnění deformující síly na vzorek a pozorování způsobu, jakým vzorek reaguje. [8;14;23]

Smáčivost

Povrchové vlastnosti hydrogelových čoček přímo ovlivňují její interakci se slzným filmem a následně její biokompatibilitu v očním prostředí. Smáčivost se používá k popisu tendence rozprostření kapaliny na pevném povrchu. U kontaktních čoček je používáno v kontextu schopnosti slzného filmu rozprostřít a udržet se na povrchu kontaktní čočky. Smáčivost je klíčovým ukazatelem klinické úspěšnosti čočky, protože ovlivňuje interakci čočka-oko a stabilitu slzné vrstvy na oku. Kvalita slzného filmu bude mít vliv na tření mezi víčkem a povrchem čočky. [8;14]

Propustnost pro kyslík

Patří mezi transportní vlastnosti a je nejdůležitějším faktorem ovlivňující toleranci kontaktních čoček na oku. Rozhodující je množství kyslíku, které se přes čočku dostane k rohovce (resp. do jaké míry je možnost zásobení omezena). Rohovka je kyslíkem zásobena z několika zdrojů: periferní oblast z perilimbální cévní pleteně, dále slznou pumpou, tedy výměnou slzného filmu pod čočkou a z atmosférického kyslíku, tedy kyslíku který difunduje materiálem čočky. Propustnost je vlastnost samotného materiálu, značíme ji D_k . Permeabilita D_k je odvozená od difuzivity (D), kterou lze charakterizovat jako schopnost pohybu rozpuštěné nízkomolekulární látky materiálem, a solubility (k), tedy rozpustnosti látky v materiálu. Transmisibilita D_k/t je průnik vrstvou materiálu o dané tloušťce, tedy konkrétní kontaktní čočkou, běžně se uvádí pro čočku -3,00 D. Hodnoty permeability a transmisibility jsou závislé na teplotě a udávají se při teplotě povrchu oka, která je 35°C. [2;8]

Propustnost pro kapaliny a ionty

Popisuje tzv. hydraulickou propustnost nebo vodní transport materiálu z kontaktních čoček. Voda se pohybuje hydrogelem snáze než sodíkové ionty, pro které je obtížnější procházet gelem. Propustnost pro sodíkové ionty je důležitá, protože jsou obsaženy v slzném filmu. Transport sodíkových iontů je významně omezen v gelu s obsahem vody méně než 20 %. [8;24]

Index lomu

Z optického hlediska by ideální materiál pro kontaktní čočky měl mít index lomu blízký indexu lomu rohovky, tedy téměř 1,37. Indexy lomu hydrogelů jsou v rozmezí 1,46-1,48 při 20 % obsahu vody a 1,37 – 1,38 při 75 % obsahu vody. Index lomu HEMA při obsahu vody 38 % je 1,436, v suchém stavu je 1,510. Index lomu s rostoucím obsahem vody klesá a postupně se blíží k indexu lomu vody 1,333. Vztah mezi indexem lomu a obsahem vody dobře platí u hydrogelových materiálů, přičemž příliš nezáleží, zda jsou na bázi methakrylátů, vinylpyrrolidonu nebo polyvinylalkoholu. Větší rozdíly byly pozorovány u silikonhydrogelových čoček, protože jsou založeny na více odlišných chemických látkách, navíc index lomu silikonů je jiný než jednotlivých hydrogelových složek. Protože však s klesajícím indexem lomu klesá i optická mohutnost výsledné čočky, respektive může být udržena za cenu dramatictějšího rozdílu mezi vnitřním a vnějším zakřivením a/nebo zvýšením hodnot tloušťky čočky, většina běžně dostupných čoček má index lomu 1,38 a vyšší. [6;8;25;26]

Faktor botnání a rozměrová stabilita

Rozměrová stabilita se vztahuje k schopnosti čočky zachovat si své původní rozměry při různých podmínkách. Faktor botnání (swelling factor – SF), také nazýván jako koeficient lineárního nabotnání, ovlivňuje teplota, pH a tonicita. Botnání je důležité při výrobě kontaktních čoček v suchém stavu, neboť po namočení bezvodé hydrogelové kontaktní čočky (tzv. xerogel) dochází postupně ke změně jejich rozměrů, a to až do dosažení rovnováhy. Faktor botnání je popsán vztahem:

$$SF = \text{zbotnaný rozměr} / \text{suchý rozměr}$$

Rozměrová stabilita souvisí do jisté míry i s modulem elasticity, který popisuje flexibilitu materiálu. [6]

Tření

Interakci mezi čočkou a okem lze popsat například třením. Tření popisuje síly, vznikající při pohybu jednoho tělesa po povrchu jiného. Jako tření označujeme vznik tečné síly ve styčné ploše mezi dvěma tělesy. Tečná třecí síla je reakcí na tečnou složku sil působících na těleso a působí vždy proti směru vzájemného pohybu (příp. proti změně klidového stavu u klidového tření). Tření se liší podle skupenství stýkajících se těles. Vznik sil ve styčné ploše mezi dvěma pevnými tělesy nazýváme smykovým třením (případně pouze třením, nehrozí-li záměna s jinými druhy). Tření povrchu pevných těles s kapalinami nebo plyny se označuje jako odpor

prostředí. Závisí na povrchových vlastnostech. V oboru kontaktních čoček hovoříme o tření vznikajícím v důsledku pohybu očního víčka po povrchu kontaktních čoček během mrknutí. Můžeme ho popsat pomocí tzv. koeficientu tření (frikčního koeficientu) CoF. Tření významně ovlivňují již zmíněné vlastnosti jako botnavost, smáčivost, do určité míry i mechanické vlastnosti, rozhodující jsou však povrchové vlastnosti (smáčivost) a lubrikace třených povrchů, tedy kvalita i kvantita slzného filmu. [27]

2.2 Kontaktní čočky z hlediska jejich tvarových parametrů

Důležitými faktory pro vhodnou aplikaci kontaktní čočky jsou její interakce s povrchem oka a s tarzální spojivkou a skutečnost, jak se kontaktní čočka na předním segmentu oka pohybuje. Rohovka a spojivka mohou být traumatizovány tlaky přenášenými na přední segment oka v místech, kde je zadní plocha čočky v přímém kontaktu. [2]

V konstrukci kontaktních čoček rozlišujeme přední plochu, která obvykle odpovídá za snášenlivost, komfort nošení a v kombinaci se zadní plochou za výslednou optickou mohutnost, a zadní plochu, rovněž opticky aktivní, která spolu s okrajem odpovídá za to, jak čočka sedí na oku. Každý jednotlivý parametr může mít vliv na výslednou interakci mezi kontaktní čočkou a rohovkou. [2;26]

V designu měkkých kontaktních čoček hraje roli materiál čočky, jehož hydratace se pohybuje mezi 38-78%. Při konstrukci čočky je tedy třeba brát v úvahu hydrataci materiálu a modul elasticity i propustnost pro kyslík a transport tekutin. Materiál ovlivňuje v první řadě minimální potřebnou tloušťku čočky, která je zároveň limitujícím faktorem transmisibility. Příliš tenká čočka je hůře manipulovatelná a její pohyblivost na předním segmentu oka může být výrazně omezena. Vždy je proto nutné optimalizovat nejen středovou tloušťku čočky, ale i její okrajovou tloušťku a celý tloušťkový profil pro daný materiál a konstrukci. Vzhledem k tomu, že hydrogelová čočka pokrývá celou rohovku a část bělimy, měla by čočka mít průměr větší než průměr rohovky o nejméně 0,5 mm, ale protože se čočka musí na oku do jisté míry pohybovat, bývá nejmenší průměr 13,5 mm, běžně se používají čočky o průměru 14 – 14,5 mm. [2;28]

Zakřivení

Pohyb čočky závisí na schopnosti víček pohybovat čočkou proti podtlaku pod čočkou, tento pohyb závisí na modulu elasticity materiálu, tloušťce čočky a zakřivení zadní optické plochy. Hodnoty tohoto rádiu (basic curve - BC, back central optic radius - BCOR) bývají mezi 7,8 -

9,3 mm, nejčastěji mezi 8,4 a 8,8 mm, aby byla zajištěna dobrá aplikace a dostatečný pohyb. Čočka je vybírána tak, aby BC odpovídal rohovce. [2;26]

Podle BC hydrofilních čoček je můžeme řadit mezi strmé (8,0 – 8,3 mm), střední (8,4-8,8 mm) nebo ploché (8,9 – 9,1 mm). Vždy však záleží na kombinaci zadního zakřivení a celkového průměru čočky. [26]

Navzdory relativně širokému rozsahu průměru rohovky v populaci, je většina sférických měkkých kontaktních čoček vyráběna v úzkém rozsahu průměrů: 14,0 – 14,5 mm.

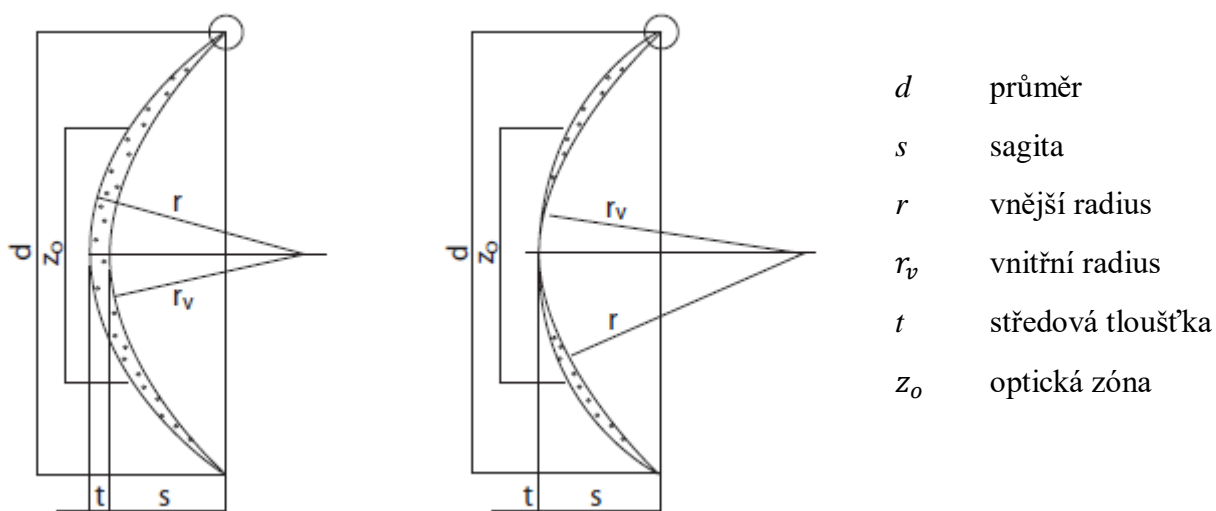
Středová a okrajová tloušťka

Tloušťka středu čočky je důležitá pro její manipulaci a hlavně pro výslednou transmisibilitu. Pro obsah vody v čočce 50-59 % jsou obvykle hydrofilní čočky vyráběny se středovou tloušťkou 0,06-0,10 mm, zatímco čočky s obsahem vody přes 60 % mají obvykle středové tloušťky v rozsahu 0,10 - 0,18 mm. Vzhledem k špatné reprodukovatelnosti měření měkkých čoček v okrajové tloušťce, není periferní tloušťka předmětem normy ISO a není při výrobě čoček vždy ověřována. [8;26]

Nicméně okrajová tloušťka může mít vliv na přizpůsobení čoček. Čočky s tlustou okrajovou tloušťkou často vykazují volnější usazení než tenčí čočky podobného desingu. [8;29]

Optická zóna

Optická zóna se navrhuje v hodnotách 9 -10 mm (u silných plusových čoček je možný průměr nižší), z důvodu optimalizace tloušťkového profilu kontaktní čočky. Kdyby optická zóna odpovídala průměru celé čočky, výsledné čočky by byly významně tlustší.



Obrázek 2.4 Schéma tvarových parametrů plusových a minusových kontaktních čoček [2]

Sagita

Nebo také svislá výška je vzdálenost od zadní plochy čočky, v místě jejího průniku s osou, ke spojnici okrajů. Čím vyšší je hodnota BC, při stejném průměru, tím nižší je hodnota sagity. Obecně platí, že strmé rohovky mají větší sagitální hloubku. [8;12;26]

Vztah mezi sagitou, průměrem a zakřivením lze popsat vztahem:

$$r^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 + (r - s)^2 \quad (2.2.1.)$$

Po úpravě získáme vzorec:

$$r^2 = \frac{d^2}{4} + r^2 - 2rs + s^2 \quad (2.2.2)$$

A po konečné úpravě nám vyjde:

$$2rs = \frac{d^2}{4} + s^2 \quad (2.2.3.)$$

[20]

2.3 Kontaktní čočky a komfort nošení

Kontaktní čočky se kategorizují nejen podle účelu, ale i z jiných pohledů

Dle režimu nošení:

- Denní
- Flexibilní
- Prodloužené
- Kontinuální

Dle intervalu výměn:

- Konvenční
- S plánovanou výměnou
- Jednorázové

Dle rozsahu zakrytí předního segmentu oka

- Sklerální
- Sklero-korneální
- Korneální

Dle strmosti

- Strmé
- Standardní (průměrné)
- Ploché

Dle středové tloušťky

- Silné
- Tenké
- Ultratenké

[22]

Nejvyšší bezpečí a komfort nošení by měly zajistit kontaktní čočky jednorázové, tedy ty, které ráno nasadíme na oka, večer je z oka vyjmeme a vyhodíme. Bezpečnost a komfort nošení se snižuje při delším režimu nošení a s prodlužujícím se intervalem výměn. Samozřejmě přitom záleží na péči, kterou nositel kontaktním čočkám poskytuje, zda se o čočky řádně a správně stará a dostatečně a pečlivě je čistí. Pokud ne, usazují se na čočkách nečistoty, které dráždí v oku a způsobují nejprve nepohodlí při nošení a později mohou vyústit v některou z komplikací s nošením čoček spojených. Rovněž záleží na tom, jak daná čočka „sedí“ na oku. Proto je velmi důležité vyšetření předního segmentu oka před samotnou aplikací kontaktních čoček. Tím lze předejít nevhodné aplikaci ze zdravotních důvodů a zajistit odborné vyšetření předního segmentu, správné provedení metrických úkonů na něm a výslednou volbu kontaktní čočky, optimální pro daného klienta.

Těsnější čočky jsou vnímány pohodlněji než čočky s nadměrnou mírou pohybu, ale je snížena obměna slzného filmu mezi čočkou a rohovkou.

Diskomfort na konci dne je v praxi jednou z nejčastějších námitek současných uživatelů k jejich stávajícím čočkám. Dokonce i spokojení uživatelé mohou po čase pocítit suchost v očích a omezit jejich nošení, případně je přestat užívat [30;31]. Diskomfort může být také způsoben vlivy okolního prostředí, ve kterém se daný člověk vyskytuje (např. klimatizované prostředí, prašné prostředí).

Mezi diskomfort kontaktních čoček patří: chronická suchost, podráždění, únava a nepohodlí související s měkkými KČ. Diskomfort je hlavní příčinou dočasného nebo trvalého ukončení nošení kontaktních čoček. Může být rozdělen na mechanické nepohodlí během adaptace na kontaktní čočku nebo pálení související s přípravky péče o kontaktní čočky. Bylo zjištěno, že

ženy a muži pociťují stejnou míru diskomfortu při nošení kontaktních čoček, ale muži z důvodu nepohodlí přestávají čočky nosit častěji. [32]

2.4 Kontaktní čočky na českém trhu

Na českém trhu lze nalézt obdobné produkty, jako na trhu světovém. Je to celá řada různých druhů, typů a designů kontaktních čoček. Nejedná se jen o refrakční čočky, jako jsou sférické, tórické a progresivní, ale i o čočky terapeutické a kosmetické. Terapeutické čočky jsou ty, které napomáhají při léčbě určitého očního onemocnění, např. jako nosič léčiv, nebo rohovkový kryt. Kosmetické kontaktní čočky jsou schopny změnit nebo upravit barvu očí z různých estetických důvodů, nebo jimi potřebujeme zakrýt určitý kosmetický nedostatek, může se jednat například o zakrytí jizev na rohovce anebo řešení problému s aniridií nebo vymezením zornice. Nejrozšířenějším typem jsou ovšem čočky refrakční.

Běžné měkké kontaktní čočky jsou v dnešní době k dispozici zpravidla v jednom zakřivení a jedné hodnotě průměru, u některých typů lze objednat ještě jednu variantu. To platí pro většinu distributorů. Pouze výjimečně je v nabídce širší portfolio tvarových parametrů nebo dioptrických hodnot. Objednat však lze různé velikosti balení. Od jedné po 180 ks v balení. Na českém trhu se tvarové parametry korekčních kontaktních čoček pohybují v rozmezí zakřivení 8,3 – 9 mm a v průměrech 14,0 – 14,5 mm. Nedioptrické „crazy“ čočky, jsou nabízeny v jednotném průměru 15 mm.

V nabídce jsou čočky

- Jednodenní
- Čtrnáctidenní
- Měsíční
- Tříměsíční
- Roční

Mezi poslední dvě kategorie (tedy tříměsíční a roční) zpravidla patří čočky barevné, které jsou dostupné i nedioptrické.

Mezi hlavní výrobce a distributory kontaktních čoček patří firmy: CooperVision, Johnson and Johnson, Bausch and Lomb a Alcon. Všechny firmy nabízejí čočky vyráběné jak z hydrogelů, tak silikonhydrogelů.

2.4.1 CooperVision

Výrobce CooperVision má hned několik řad kontaktních čoček, jejichž zakřivení se pohybuje v rozmezí 8,4-8,8 mm a průměr mezi 14,0 a 14,5 mm. Všechny čočky jsou bez UV filtru.

[33;34;35]

- Řada Avaira
- Řada Biofinity
- Řada MyDay
- Řada Proclear
- Clarity 1day

Tabulka 2.2 Přehled CooperVision měkkých kontaktních čoček

Řada	Název	Materiál	Obsah vody (%)	Dk/t	Průměr (mm)	Zakřivení (mm)
Proclear	Proclear 1Day	omafilcon A	60	28	14,2	8,7
	Proclear toric	omafilcon B	62	25	14,4	8,4 a 8,8
	Proclear multifokal	omafilcon B	62	42	14,4	8,7
	Proclear compatibles sphere	omafilcon B	62	42	14,2	8,6
	Proclear toric XR	omafilcon B	62	30	14,4	8,8
	Proclear multifokal XR	omafilcon B	59	42	14,4	8,7
Biofinity	Biofinity	comfilcon A	48	160	14,0	8,6
	Biofinity toric	comfilcon A	48	116	14,5	8,7
	Biofinity multifokal	comfilcon A	48	142	14,0	8,6
	Biofinity XR	comfilcon A	48	128	14,0	8,6
	Biofinity toric XR	comfilcon A	48	116	14,5	8,7
Avaira	Avaira	enfilcon A	46	125	14,2	8,4 a 8,5
	Avaira toric	enfilcon A	46	91	14,5	8,5
	Avaira vitality	fanfilcon A	55	110	14,2	8,4
	Avaira vitality toric	fanfilcon A	55	90	14,5	8,5
Clarity	Clarity 1Day	somofilcon A	56	86	14,1	8,6
	Clarity 1Day toric	somofilcon A	56	57	14,3	8,6
	Clarity 1Day multifokal	somofilcon A	56	86	14,1	8,6
MyDay	MyDay daily disposable	stefilcon A	54	100	14,2	8,4

2.4.2 Johnson and Johnson

Hlavní značkou čoček této firmy jsou čočky Acuvue, které byly prvními jednorázovými kontaktními čočkami na světě. [34;35;36]

Značka Acuvue je v současné době prezentována dvěma řadami.

- Acuvue
 - 1-Day Acuvue TruEye
 - 1-Day Acuvue Moist
 - 1-Day Acuvue Moist for Astigmatism
 - 1-Day Acuvue Moist Multifocal
- Acuvue OASYS
 - Acuvue OASYS with hydroclear plus
 - Acuvue OASYS for astigmatism

Všechny čočky značky Acuvue obsahují UV filtr 1. nebo 2. třídy.

Tabulka 2.3 Přehled Johnson and Johnson měkkých kontaktních čoček

Řada	Název	Materiál	Obsah vody (%)	Dk/t	Průměr (mm)	Zakřivení (mm)
Acuvue	1Day Acuvue Moist	etafilcon A	58	33	14,2	8,5 a 9,0
	1Day Acuvue Moist for astigmatism	etafilcon A	58	23,7	14,5	8,5
	1Day Acuvue Moist Multifokal	etafilcon A	58	25,5	14,3	8,4
	1Day Acuvue TruEye	narafilcon A	46	118	14,2	8,5 a 9,0
	Acuvue 2	etafilcon A	58	33	14,0	8,3 a 8,7
	Avucue Vita	sonofilcon C	41	147	14,0	8,4 a 8,8
Acuvue OASYS	Acuvue OASYS	senofilcon A	38	174	14,0	8,4 a 8,8
	Acuvue Oasys 1-Day with HydraLuxe	senofilcon A	38	121	14,3	8,5 a 9,0
	Acuvue Oasys 1-Day with HydraLuxe for Astigmatism	senofilcon A	38	121	14,3	8,5
	Acuvue OASYS for presbyopia	senofilcon A	38	147	14,3	8,4

2.4.3 Bausch and Lomb

Výrobce, který vyrábí čočky s průměrem 14,0; 14,2 a 14,5 mm. Uvedl na trh první měkké kontaktní čočky z PHEMA (1972), a první silikonhydrogelové čočky z materiálu Balafilcon A (1998), z něž se vyrábějí čočky dodnes. [34;35;37]

- PureVision
- SofLens
- BioTrue

Tabulka 2.4 Přehled Bausch and Lomb měkkých kontaktních čoček

Řada	Název	Materiál	Obsah vody (%)	Dk/t	Průměr (mm)	Zakřivení (mm)
PureVision	PureVision	balafilcon A	36	112	14,0	8,3 a 8,6
	PureVision toric	balafilcon A	36	112	14,0	8,7
	PureVision Multi-Fokal	balafilcon A	36	112	14,0	8,6
	PureVision 2	balafilcon A	36	130	14,0	8,6
	PureVision 2 for astigmatism	balafilcon A	36	91	14,5	8,9
	PureVision 2 for presbyopia	balafilcon A	36	130	14,0	8,6
SofLens	SofLens Daily Disposable	hilafilcon B	59	19	14,2	8,6
	SofLens Daily Disposable Toric	hilafilcon B	59		14,2	8,6
	SofLens Multi-Focal	Polymacon	38	24	14,5	8,5 a 8,8
	SofLens 59	hilafilcon B	59	22	14,2	8,6
	SofLens 38	Polymacon	38	24	14,0	8,4; 8,7 a 8,9
BioTrue	BioTrue ONEday	nesofilcon A	78	42	14,2	8,6
	Biotrue ONEday for Presbyopia	nesofilcon A	78	42	14,2	8,6

2.4.4 Alcon

Tato firma nabízí čočky se zakřivením 8,4-8,8 mm a průměrem v hodnotách 13,8 -14,5 mm. Je to jedna z mála firem, která má samotnou řadu jen na barevné kontaktní čočky. [34;35;38]

- Řada AIR OPTIX
- Řada Dailies
- Řada Fokus
- Řada AquaComfort
- Barevné kontaktní čočky

Tabulka 2.5 Přehled Alcon měkkých kontaktních čoček

Řada	Název	Materiál	Obsah vody (%)	Dk/t	Průměr (mm)	Zakřivení (mm)
Focus	Focus Dailies All Day Comfort	nelfilcon A	69	26	13,8	8,6
	Focus Dailies Toric	nelfilcon A	69	26	14,2	8,6
Dailies TOTAL	Dailies TOTAL1	delefilcon A	33	156	14,1	8,5
	Dailies TOTAL1 Multifocal	delefilcon A	33	156	14,1	8,5
AquaComfort	Dailies AquaComfort Plus	nelfilcon A	69	26	14,0	8,7
	Dailies AquaComfort Plus Toric	nelfilcon A	69	26	14,4	8,8
	Dailies AquaComfort Plus Multifocal	nelfilcon A	69	26	14,0	8,7
Air Optix	Air Optix Aqua	lotrafilcon B	33	138	14,2	8,6
	Air Optix plus HydraGlyde	lotrafilcon B	33	110	14,2	8,6
	Air Optix for Astigmatism	lotrafilcon B	33	108	14,5	8,7
	Air Optix Aqua Multifocal	lotrafilcon B	33	138	14,2	8,6
	Air Optix Night and Day Aqua	lotrafilcon A	24	175	13,8	8,4 a 8,6
	Air Optix EX	lotrafilcon A	24	175	13,8	8,4 a 8,6

2.5 Nabídka individuálních měkkých kontaktních čoček

Nabídka individuálních čoček je bohatá nejen v segmentu tvrdých čoček, ale i měkké čočky lze objednat jako individuálně zhotovené produkty, a to s velmi širokým záběrem parametrů s jejich jemným krováním. Tyto čočky u nás ovšem nejsou běžně dostupné. Většinou lze takové čočky dovézt z Velké Británie. Tyto čočky pak zůstávají jediným možným řešením pro nositele čoček mimo běžný rozsah dioptrií nebo tvarových parametrů rohovky.

Kontaktní čočky s individuálními parametry se vyrábí soustružením.

3 Cíle práce

V teoretické části své práci jsem se zabývala kontaktními čočkami na našem trhu, rozbořením materiálů, z nichž jsou vyráběny, a tvarovými parametry v jejich nabídce. Kromě tvarových parametrů jsem popsala i nejdůležitější materiálové vlastnosti kontaktních čoček, jejich vztah a důsledky pro komfort nošení. Zaměřila jsem se na hlavní výrobce a distributory kontaktních čoček (CooperVision, Bausch and Lomb, Alcon a Johnson and Johnson).

V experimentální části následující bakalářské práce se budu zabývat porovnáním interakce oka s různými typy dostupných kontaktních čoček, a to jak z hlediska subjektivního pozorování, na vlastních očích, tak objektivních výsledků zjištěných na statistickém vzorku nositelů.

4 Použité metody a zařízení

4.1 Objektivní refrakce

Objektivní refrakce byla měřena v laboratoři optometrie FBMI ČVUT, na autorefraktometru značky TOPCON TRK-1P. Jedná se o Auto-Kerato-Refracto-Tonometer, tedy o stroj, který pracuje v automatickém režimu a lze na něm, kromě stanovení objektivní refrakce, provádět i keratometrická měření a měření nitroočního tlaku.



Obrázek 4.1 Autorefraktometr Topcon TRK-1P

4.2 Subjektivní refrakce

V dnešní době je možné subjektivní refrakci měřit dvěma způsoby, buď foropterem nebo pomocí zkušební obruby s brýlovou skříní (sada zkušebních čoček). Každá z metod má své výhody i nevýhody. Pro svá měření, jsem se rozhodla použít brýlovou skříně dostupnou na fakultě (obr. 4.2.). Skříně představuje soubor optických skel v objímkách, na kterých je uvedena dioptrická hodnota dané čočky. Zkušební skříně, s kterou jsem pracovala, obsahuje následující čočky:

Sférické konkávní a konvexní čočky

- od 0,25 do 6,0 D v odstupňování po 0,25 D
- nad 6,0 do 10,0 D v odstupňování po 0,5 D
- nad 10,0 do 20,0 D v odstupňování po 1,0 D

Astigmatické (cylindrické) konkávní a konvexní čočky

- od 0,25 do 4,0 D v odstupňování po 0,25 D
- nad 4,0 do 6,0 D v odstupňování po 0,5 D

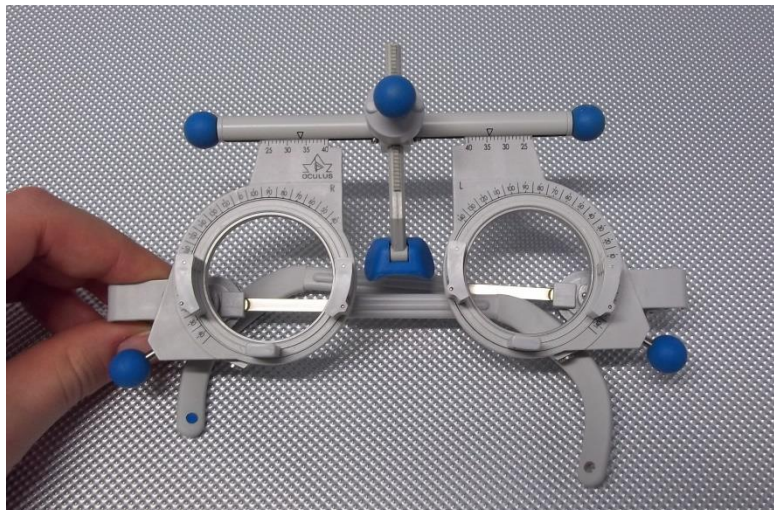
Prizmatické čočky

- 0,5 pD
- Po 1,0 pD od hodnot 1,0-10 pD



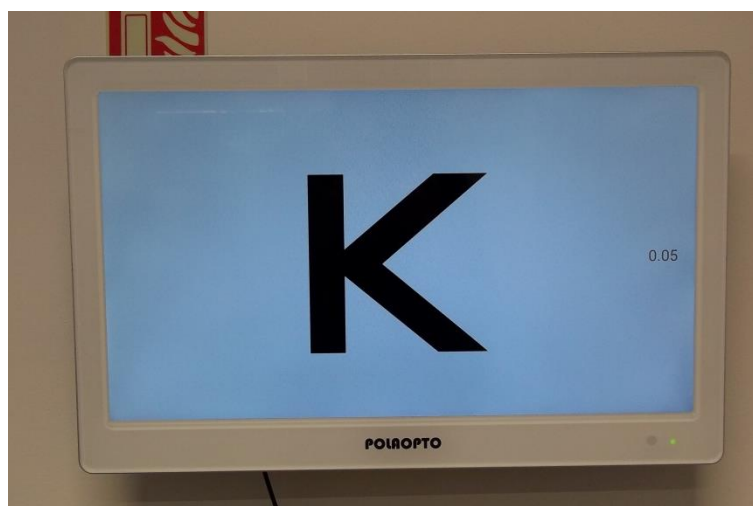
Obrázek 4.2 Brýlová skřín

K brýlové skříní jsem použila plastovou zkušební obrubou Oculus (obr.4.3.). Jedná se o univerzální nosič zkušebních čoček při zjišťování korekce. Plastová podoba je praktičtější, protože není na nos klienta zbytečně těžká. Použitá zkušební obruba má nastavitelnou délku straníc, které jsou zakončené adaptovatelným materiálem pro přizpůsobení každému klientovi, nastavitelnou výšku nosníku, a šířku očnice pro přesnou pupilární distanci pro daného klienta. Rovněž umožňuje individuální nastavení stranové inklinace, která se pro vyšetření má rovnat nule. Nabízí 5 zářezek pro možnost vložení zkušebních čoček. Na přední straně očnice je opatřena stupnicí pro správné nastavení osy u klienta s astigmatismem.



Obrázek 4.3 Plastová zkušební obruba Oculus

Jak ke zkušebním brýlím, tak k foropteru patří u subjektivního vyšetření optotyp. K určení subjektivní refrakce jsem používala LCD optotyp korejské značky Polaopto PO-1001P (obr. 4.4.), u kterého lze zjistit visus až do hodnoty 2,0.



Obrázek 4.4 Optotyp Polaopto

4.3 Štěrbínová lampa

Předaplikační kontrolu a objektivní zhodnocení kontaktní čočky jsem realizovala na štěrbinové lampě Shin-nippon SL-40 japonské provenience (obr.4.5.).



Obrázek 4.5 Štěrbinová lampa Shin-nippon

5 Vlastní hodnocení kontaktních čoček z pohledu nositele

5.1 První zkušenost s kontaktními čočkami

Má první zkušenost s kontaktními čočkami by mohla sloužit jako odstrašující případ pro nositele kontaktních čoček. Proběhla již na střední škole, kdy jsem ještě neměla prakticky žádný přehled a informace o kontaktních čočkách. Šla jsem na vyšetření k oftamologovi do jedné z poboček Eiffel optic. Vyšetření probíhalo normálně. Objektivní vyšetření, kontrola na štěrbinové lampě a kontrola očního pozadí a nakonec subjektivní refrakce. Když jsem zmínila, že bych se ráda stala nositelem kontaktních čoček, byly mi pouze sděleny parametry kontaktních čoček, které by pro mě byly údajně vhodné, žádné konkrétní čočky mi nebyly doporučeny, aplikovány, tedy ani objektivně zhodnoceny, jak mi na oku sedí. Bylo mi pouze řečeno, cituji: „Vyzkoušejte si, jaké Vám budou vyhovovat“.

Následně jsem tedy začala zkoušet různé kontaktní čočky (tabulka 5.2.), abych pro sebe našla ty nejvhodnější, ale bez potřebných znalostí jsem takové nenašla. Ze začátku jsem zkoušela převážně barevné dioptrické kontaktní čočky, protože jsem nebyla spokojená se svou hnědou barvou očí. Později jsem začala zkoušet nejen měsíční, ale i jednorázové kontaktní čočky. Ale všechny jsem v oku vnímala, žádné mi neposkytly potřebný nebo alespoň dostatečný komfort. Mezi nepohodlí s nasazenými kontaktními čočkami patřilo: dráždění, pálení, únava očí. Vždy

jsem cítila, že čočku v oku mám. Nastal i takový případ, že mi čočka po té, co jsem ji měla dvě hodiny nasazenou, vypadla z oka. Jednalo se o kontaktní čočku BioTrue.

Tabulka 5.1 Tvarové parametry rohovky a dioptrické hodnoty mých očí

	OP		OL	
	Zakřivení (mm)	HVID (mm)	Zakřivení (mm)	HVID (mm)
		7,48	12	7,44
Dioptrická korekce	-2,0		-2,0	

Hodnoty zakřivení a HVID byly naměřeny pro vypracování bakalářské práce.

Tabulka 5.2 Kontaktní čočky, které jsem tehdy postupně vyzkoušela

Název	Materiál	Zakřivení (mm)	Průměr (mm)	Obsah vody (%)	Dk/t	Hodnocení čoček
SofLens	polymacon	8,7	14	38,60	14	4
Magic eye	58% HEMA	8,6	14,2	42		3
colourVue	Hydrogel Terpolymer	8,6	14	45	22	3
BioTrue	Nesofilcon A	8,6	14,2	78	42	4/5
Biofinity	Comfilcon A	8,6	14	48	160	3
Visiobox	45% HEMA kopolymer	8,6	14,1	55		3
MyDay daily disposable	Stenfilcon A	8,4	14,2	54	100	3
Dailies Aqua Comfort plus	Nelfilcon A	8,7	14,0	69	26	4

Subjektivní hodnocení čoček vychází z pětistupňové škály, přičemž nejlepší známka je 1 – bez obtíží, 2 – mírné obtíže, 3 – čočky byly v oku cítit, po celodenním nošení mě večer oči pálily, 4 – čočky v oku řezaly, 5 – čočky nelze nosit (např. vypadly z oka).

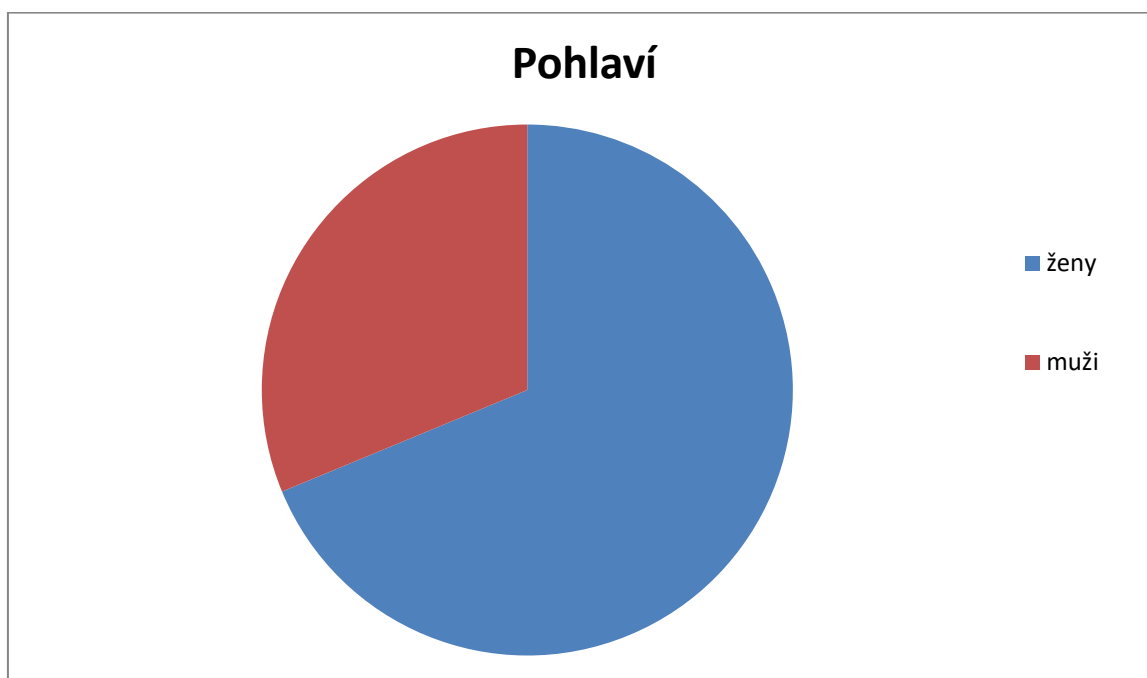
5.2 Subjektivní hodnocení kontaktních čoček v současném experimentu

Do současného experimentu jsem se rovněž zapojila, abych mohla porovnat výsledky zjištěné na skupině probandů s vlastním hodnocením testovaných čoček z pohledu nositele. Pro přehlednost porovnání jsou tyto výsledky zahrnuty v následujících statistikách, kde vystupují jako proband 16.

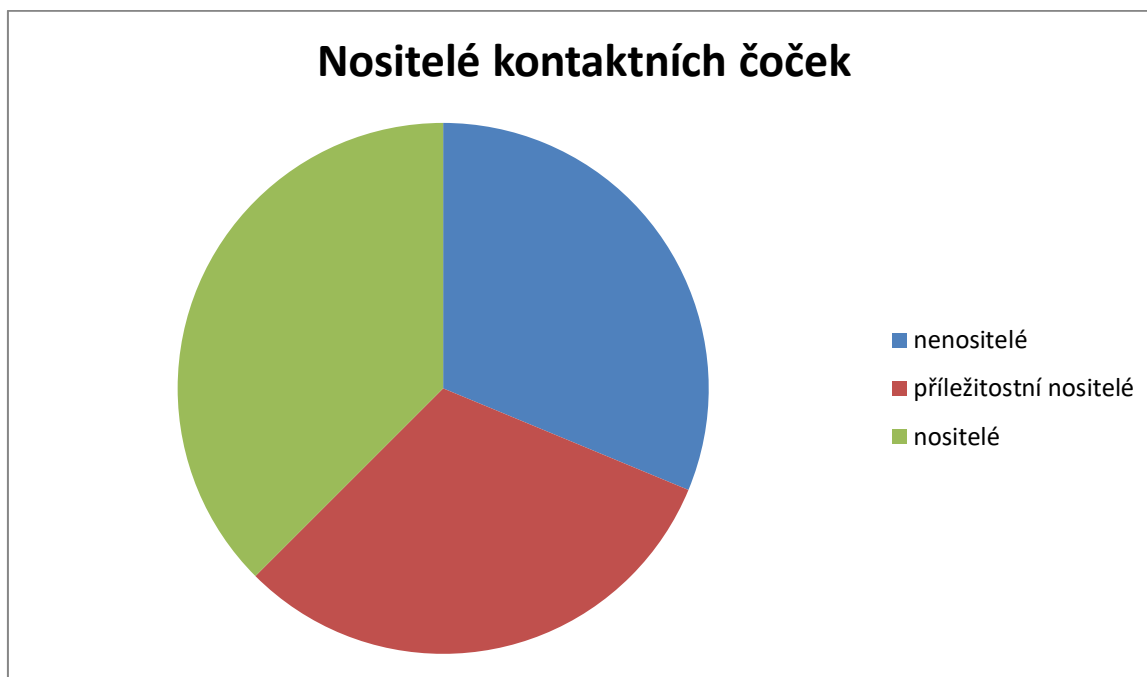
6 Výsledky

6.1 Statistika probandů

V experimentální části práce jsem shromáždila údaje 16 probandů. Jednalo se o 11 žen a 5 mužů. Všichni jedinci byli myopové. Věk probandů se pohyboval v rozmezí 22 až 42 let. Všichni tráví s nasazenými čočkami minimálně 2 hodiny u obrazovek osobních počítačů či jiných digitálních zařízení. Ve skupině probandů jsou zastoupeni jak prvnositelé, příležitostní nositelé, tak i pravidelní nositelé kontaktních čoček.



Obrázek 6.1-Graf č.1: Poměr pohlaví nositelů kontaktních čoček



Obrázek 6.2-Graf č.2: Poměr nositelů kontaktních čoček

6.2 Aplikace kontaktních čoček

Čočky, které jsem se rozhodla aplikovat, byly poskytnuty hlavními distributory kontaktních čoček u nás. Jednalo se o firmy Johnson and Johnson, Bausch and Lomb, CooperVision. Čočky přislíbené firmou Alcon se nedopatřením nepodařilo doručit natolik včas, abych je mohla zahrnout do testování. Od každé firmy jsem zvolila hydrogelový a silikonhydrogelový materiál. Původně jsem chtěla porovnávat měsíční a 14-ti denní kontaktní čočky. Protože však v potřebných parametrech nebyly vždy potřebné čočky včas k dispozici, byly do studie zahrnuty i některé jednodenní čočky. Každá čočka byla objektivně vyhodnocena na každém probandu. Čočky, které byly vyhodnoceny jako nevyhovující, nebyly probandům poskytnuty k subjektivnímu hodnocení.

Tabulka 6.1 Aplikované kontaktní čočky

Firma	Název čočky	Materiál	Obsah vody (%)	Dk/t	
Johnson and Johnson	Acuvue OASYS	Senofilcon A	38	174	SH
	1-day Acuvue Moist	Etafilcon A	58	33	H
Bausch and Lomb	PureVision 2	Balafilcon A	36	112	SH
	Biotrue	Nesofilcon A	78	42	H
CooperVision	Biofinity	Comfilcon A	48	160	SH
	Proclear	Omafilcon B	62	42	H

Každá čůčka byla objektivně vyhodnocena na každém probandu. Čůčky, které byly vyhodnoceny jako nevyhovující (červené), nebyly probandům poskytnuty k subjektivnímu hodnocení.

Tabulka 6.2 Parametry probandů, vhodnost a parametry aplikovaných čoček

Proband	OP		OL		Zakřivení Acuvue Oasys (mm)	Zakřivení Acuvue Moist (mm)	Zakřivení PureVision 2 (mm)	Zakřiveí BioTrue (mm)	Zakřiveí Biofinity (mm)	Zakřivní Proclear (mm)
	Zakřivení (mm)	HVID (mm)	Zakřivení (mm)	HVID (mm)						
1	7,72	12,4	7,71	12,5	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
2	7,52	12,2	7,41	12,1	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
3	7,61	12	7,67	11,8	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
4	7,67	12,7	7,7	12,5	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
5	7,35	11,3	7,44	11,5	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
6	7,29	11,5	7,33	12	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
7	7,54	12,4	7,55	12,5	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
8	7,6	11,5	7,53	11,6	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
9	7,53	12	7,59	11,9	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
10	8,07	12,9	8,08	12,75	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
11	7,81	12,5	7,81	12,5	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
12	7,37	12,2	7,3	12	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
13	7,86	12	7,9	12	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
14	7,66	12,1	7,71	11,9	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
15	7,78	11,3	7,81	11,5	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
16	7,48	12	7,44	11,9	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6
Průměr čoček					14,0	14,2	14,0	14,2	14,0	14,2

Čočky objektivně nevyhovovaly ze tří důvodů, byly silně decentrované (až k limbu), těsné nebo příliš volné.

6.3 Hodnocení subjektivního vnímání kontaktních čoček

Předmětem hodnocení byl subjektivní pocit probandů v určitých intervalech od nasazení čočky. Každý proband, pokud mu čočka byla vyhodnocena jako objektivně vyhovující, byl požádán o vyplnění dotazníku v určeném čase po aplikaci, a to první pocit po nasazení, po 20 minutách, po 1 hodině, před vyjmutím a po vyjmutí čočky. Hodnocení bylo rozděleno do pětistupňové škály, s následujícím významem číslic:

- 1- výborné
- 2- chvalitebné
- 3- dobré
- 4- dostatečné
- 5- nedostatečné

Dále každý proband vyplnil, jak dlouho měl čočku aplikovanou:

- Méně než hodinu- pokud mu čočka byla subjektivně nepříjemná natolik, že čočku v oku déle nesnesl
- 1-4 hodiny
- 4-6 hodin
- Více než 8 hodin

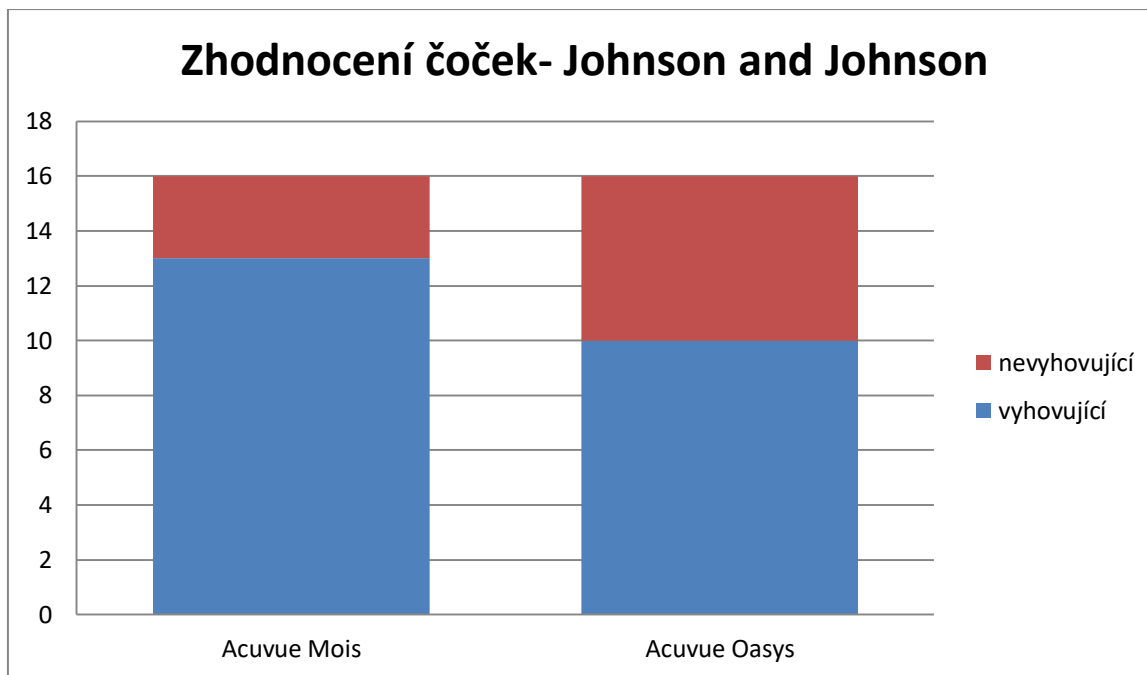
Další otázka v dotazníku se týkala dráždění čočky v oku, a pokud ano, při jaké příležitosti:

- Změna pohledu směru (pohyb očí)
- Při práci na PC
- Večer (unavené oči)
- Jiné- pokud ano, proband zapsal, při jaké jiné příležitosti

Nakonec měl každý kontaktní čočku celkově zhodnotit, jak mu subjektivně vyhovovala, přičemž se jednalo o obdobné hodnocení pomocí číslic od 1 do 5. Tedy čím nižší hodnocení, tím byla čočka subjektivně probandům příjemnější.

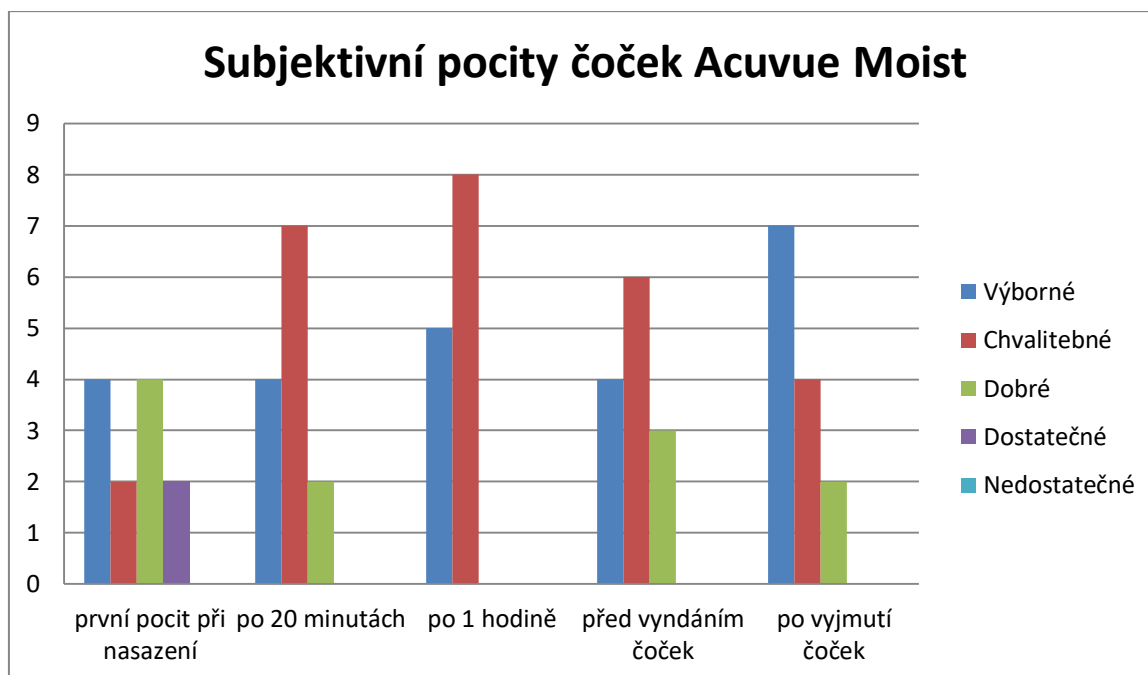
6.3.1 Johnson and Johnson

Prvním úkolem bylo objektivní zhodnocení, zda čočky probandům vyhovují. Dle následujícího grafu lze vidět, že čočky z materiálu Senofilcon A (Acuvue Oasys), byly ze 37,5 % objektivně nevyhovující, zatímco čočky Acuvue Mois byly nevyhovující jen z 18,75 %.



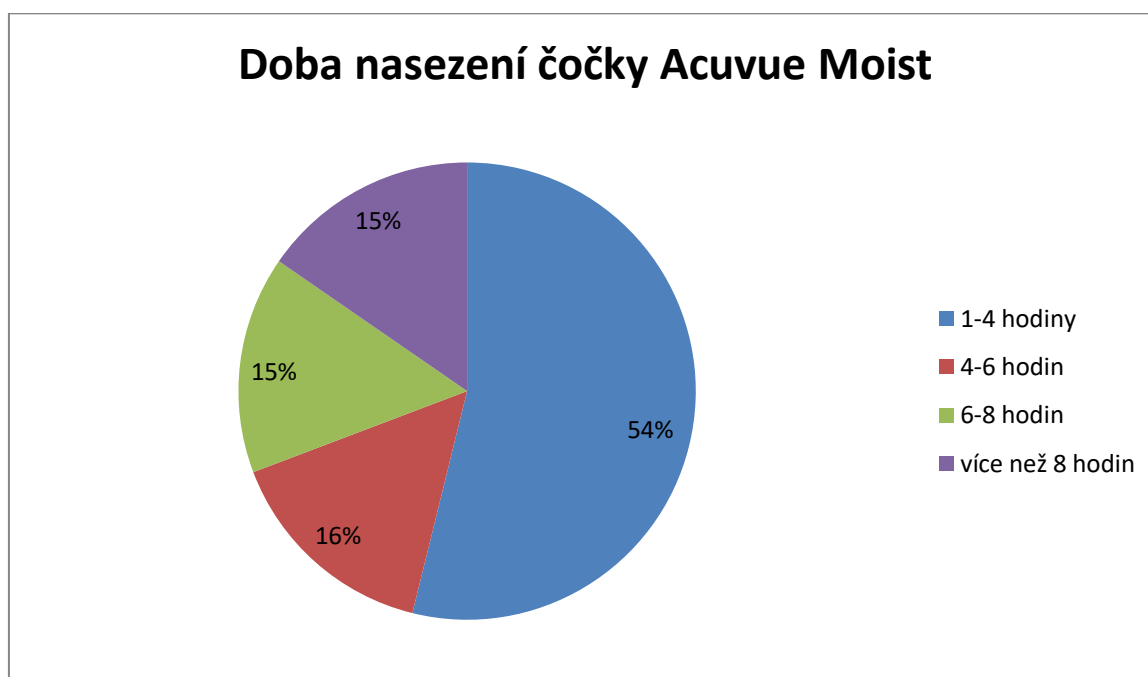
Obrázek 6.3-Graf č.3: Objektivní zhodnocení čoček firmy Johnson and Johnson

Acuvue Moist



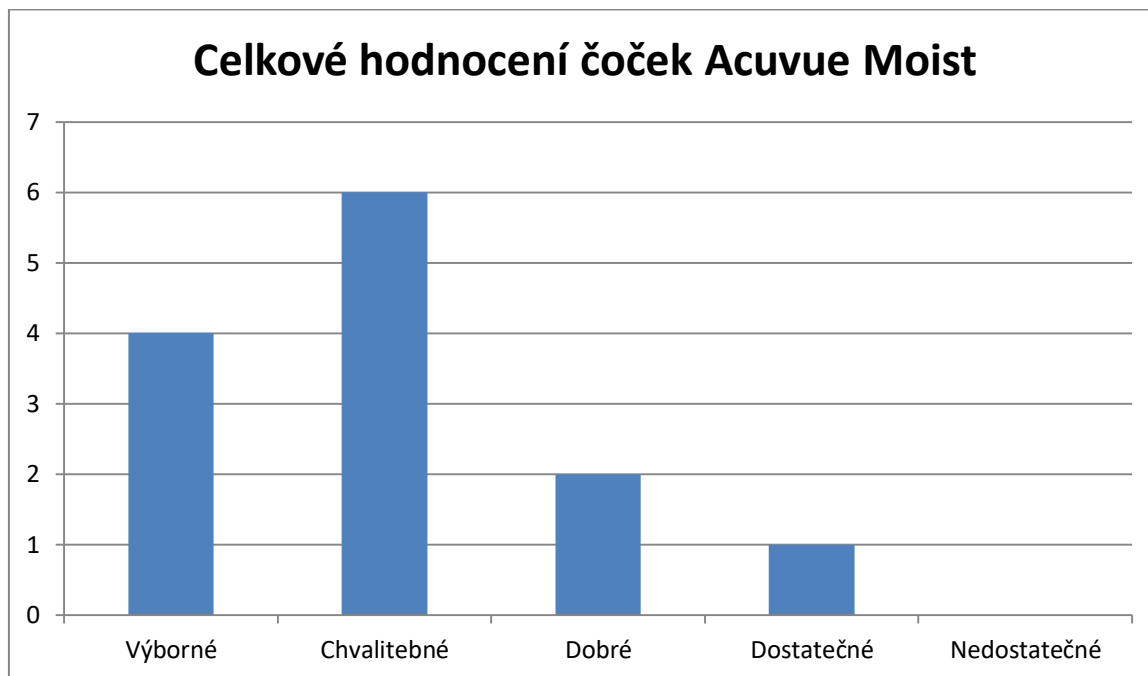
Obrázek 6.4-Graf č.4: Subjektivní pocit v čočkách Acuvue Moist

V průměrném hodnocení čoček Acuvue Moist „první pocit při nasazení“ bylo hodnocení 2,3. Subjektivní pocit po 20 minutách vychází v průměru 1,84. Po jedné hodině 1,61. Tedy čočky jsou v oku příjemnější s rostoucí dobou aplikace. Pokud jde o rozdíl mezi „před vyjmutím čočky“ kde je průměr 1,91 a „po vyjmutí čočky“ kdy je průměr 1,61. Bylo tedy zaznamenáno zlepšení po vyjmutí čoček z oka, probandi cítili úlevu.



Obrázek 6.5-Graf č.5: Celková doba nošení kontaktní čočky Acuvue Moist

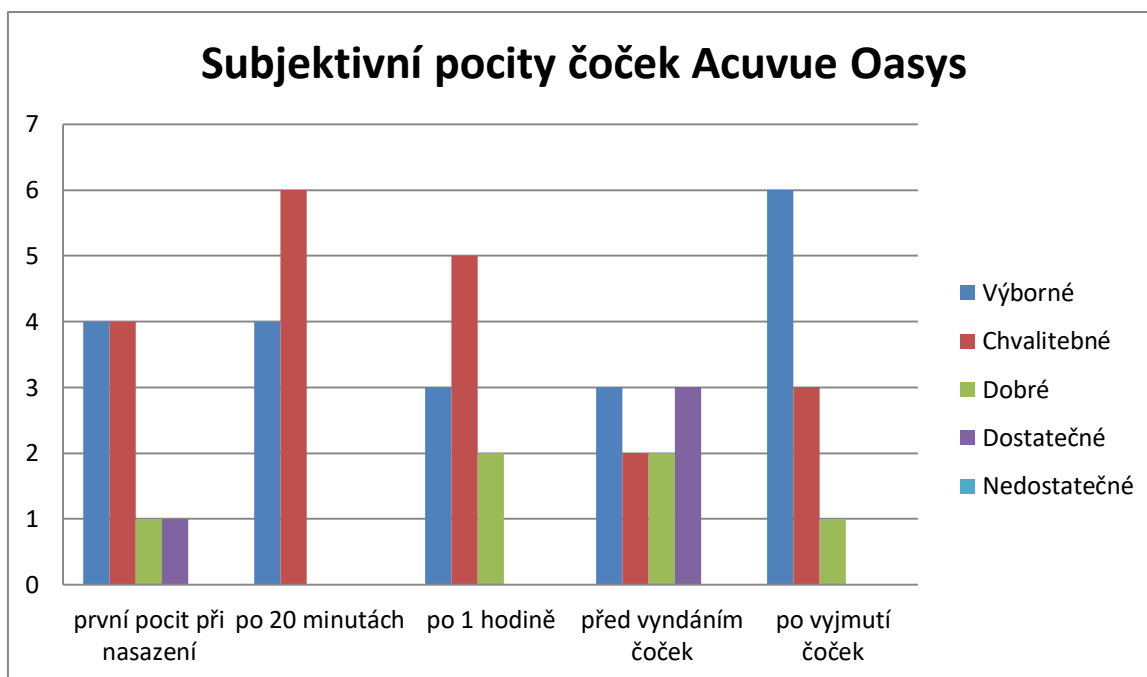
Na otázku, jestli čočka v oku dráždila, 53,85 % odpovědělo, že ne. Zbýlých 46,15 % odpovědělo následovně: při práci na počítači 15,38 %, večer, kdy probandi měli již oči unavené, 23,08 % a jiné důvody, že čočku v oku cítili 7,69 %.



Obrázek 6.6-Graf č.6: Celkové hodnocení kontaktní čočky Acuvue Moist

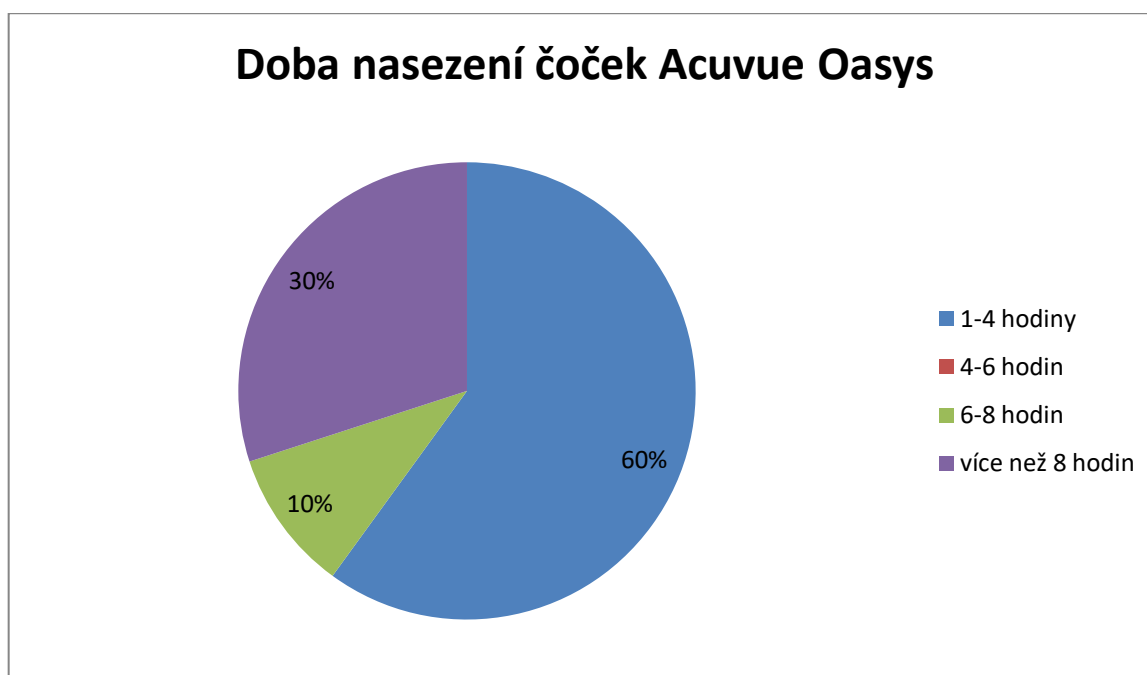
Celkové hodnocení čoček Acuvue Moist od všech probandů, kterým byla čočka aplikovaná, je tedy v průměru 2 (chvalitebné).

Acuvue OASYS



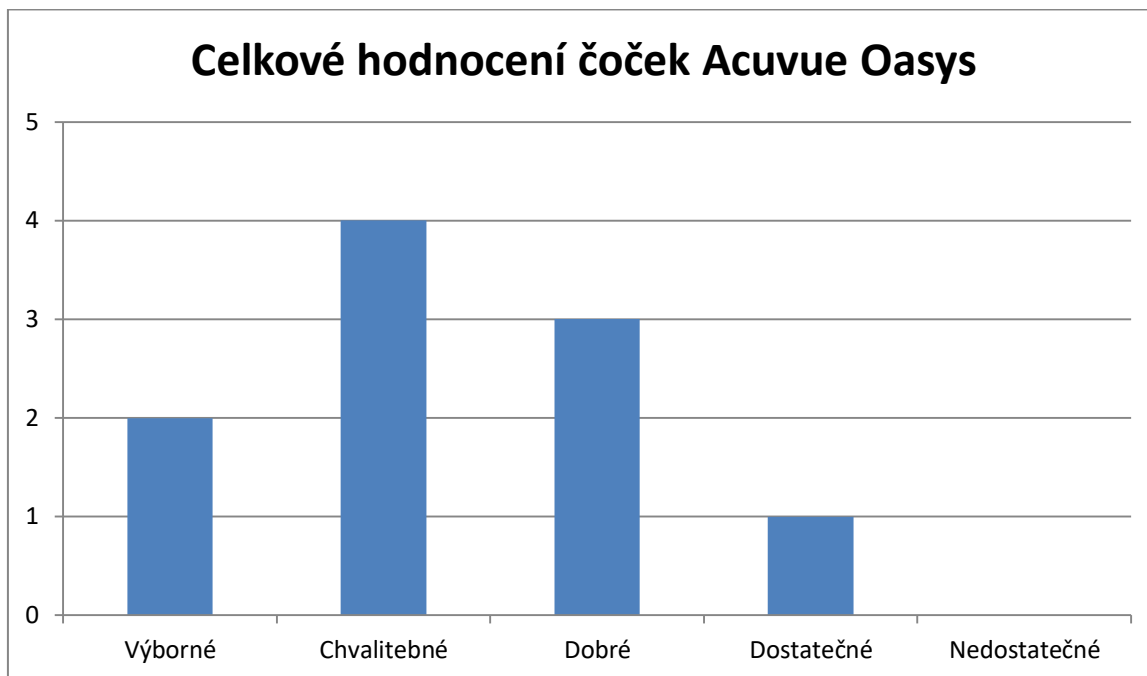
Obrázek 6.7-Graf č.7: Subjektivní pocit v čočkách Acuvue Oasys

Průměrné hodnocení materiálu Senofilcon A při otázce „první pocit při nasazení“ byl průměr 1,9. Při druhé otázce „pocit“ po 20 minutách průměr činil 1,6. Pocit po hodině od nasazení čoček byl průměr opět 1,9. Subjektivní pocit před vyjmutím čoček z oka dosáhl průměr až 2,5, ale po vyjmutí čoček z oka průměr činil 1,5. Byl tedy zaznamenán znatelný pocit úlevy po vyjmutí čoček.



Obrázek 6.8-Graf č.8: Celková doba nošení kontaktních čoček Acuvue Oasys

Na otázku, jestli čočka v oku dráždila, rovných 50 % odpovědělo, že ne. Zbýlých 50 % odpovědělo následovně: při práci na počítači 10 %, večer, kdy probandi měli již oči unavené, 20 % a jiné důvody- pocit suchých očí rovněž 20 %.

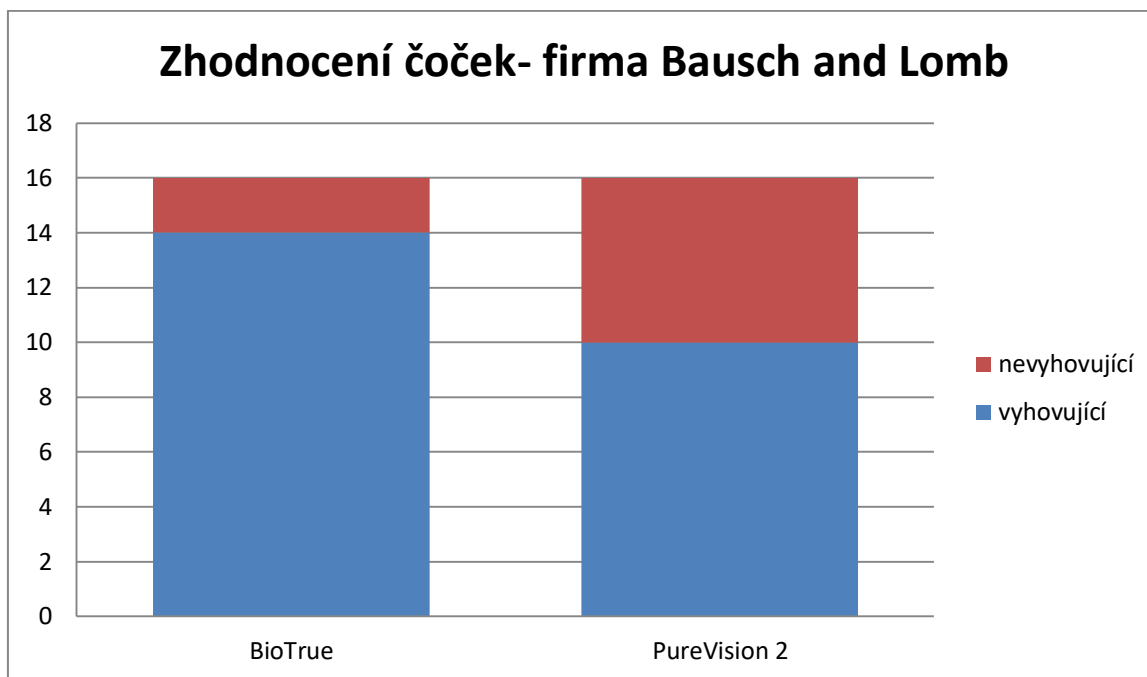


Obrázek 6.9-Graf č.9: Celkové hodnocení kontaktních čoček Acuvue Oasys

Celkové hodnocení čoček Acuvue Oasys od všech probandů, kterým byla čočka aplikovaná je tedy v průměru 2,3.

6.3.2 Bausch and Lomb

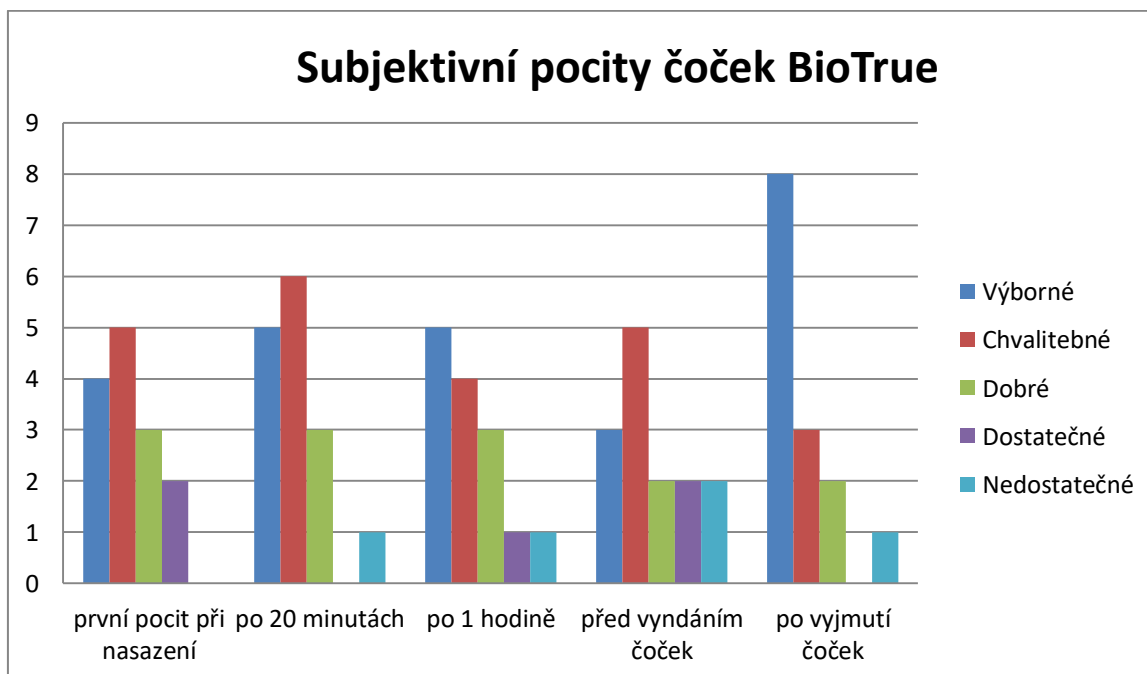
Další čočky, které jsem objektivně hodnotila, byly kontaktní čočky od firmy Bausch and Lomb. Jednalo se o čočky z materiálu Nefilcon A (BioTrue), tedy hydrogelový materiál, který objektivně vyhovoval 87,5 % probandů a kontaktní čočky PureVision 2, ze silikonhydrogelového materiálu. Čočky z tohoto materiálu vyhovovaly v 62,5 % probandů.



Obrázek 6.10-Graf č.10: Objektivní zhodnocení čoček firmy Bausch and Lomb

Objektivně nevyhovující čočky BioTrue činily pouhých 12,5 % na rozdíl od 37,5 % nevyhovujících čoček PureVision 2.

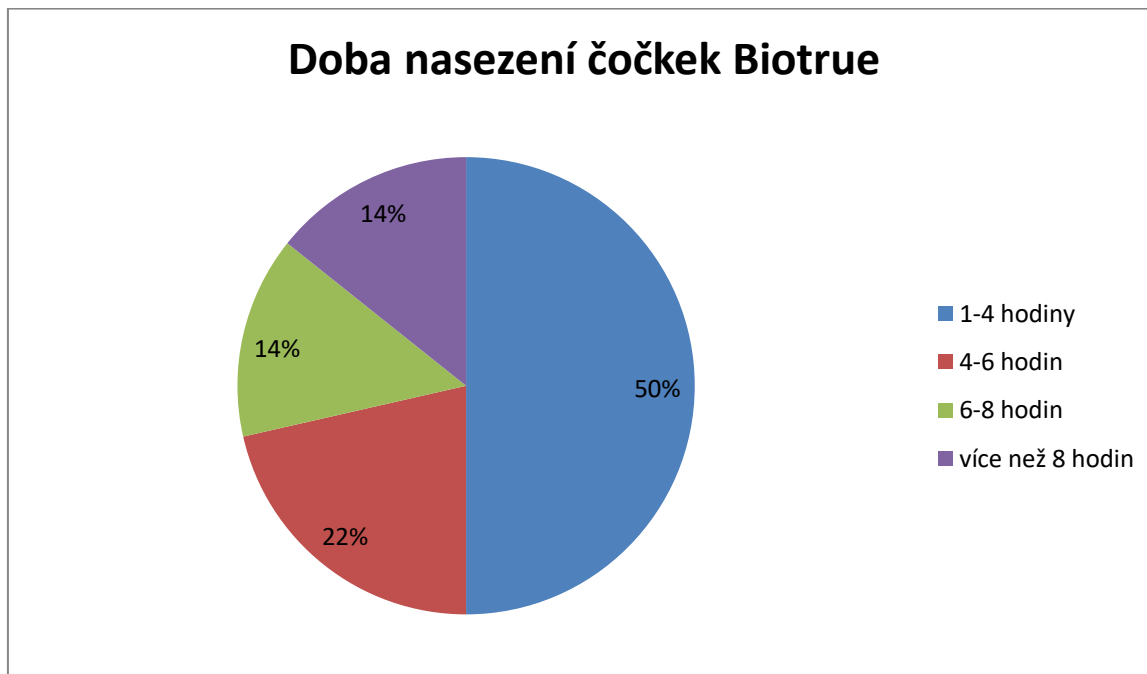
BioTrue



Obrázek 6.11-Graf č.11: Subjektivní pocit v čočkách BioTrue

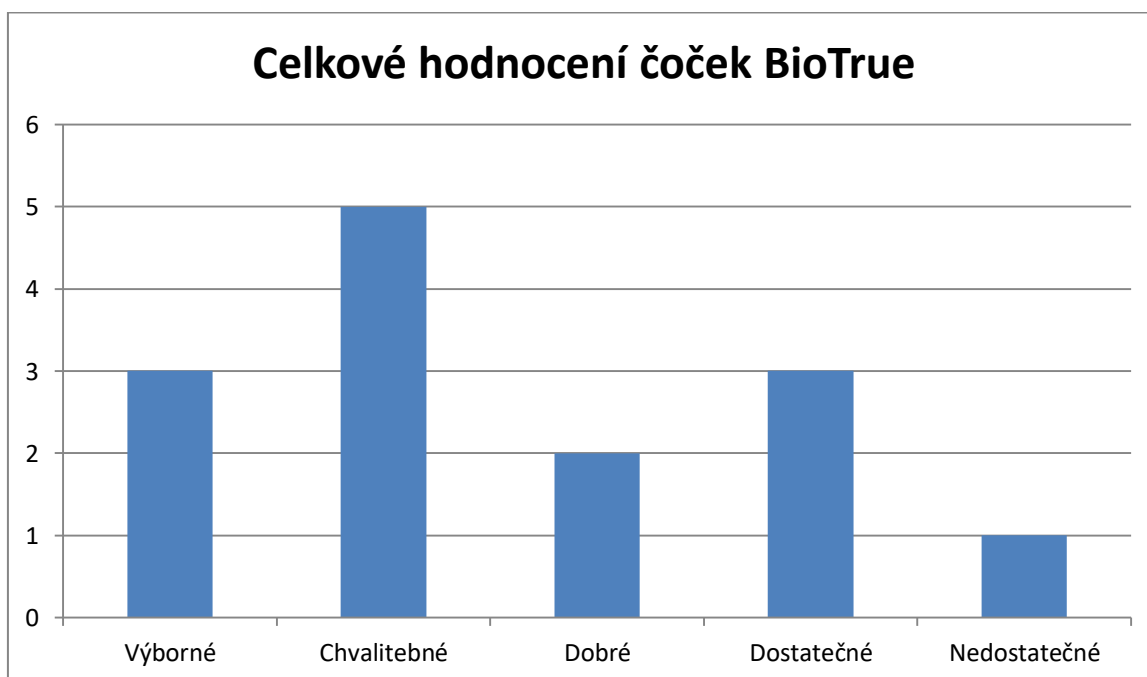
Při otázkách: první pocit při nasazení a pocit po 20 minutách byl průměr stejný, 2,2. Komfort po hodině od nasazení čoček byl průměr 2,64. Subjektivní pocit před vyjmutím čoček z oka

dosáhl průměr až 3, tedy nejhorší průměr všech čoček ale po vyjmutí čoček z oka průměr činil 1,78. Byl tedy zaznamenán znatelný pocit úlevy po vyjmutí čoček.



Obrázek 6.12-Graf č.12: Celková doba nošení kontaktních čoček BioTrue

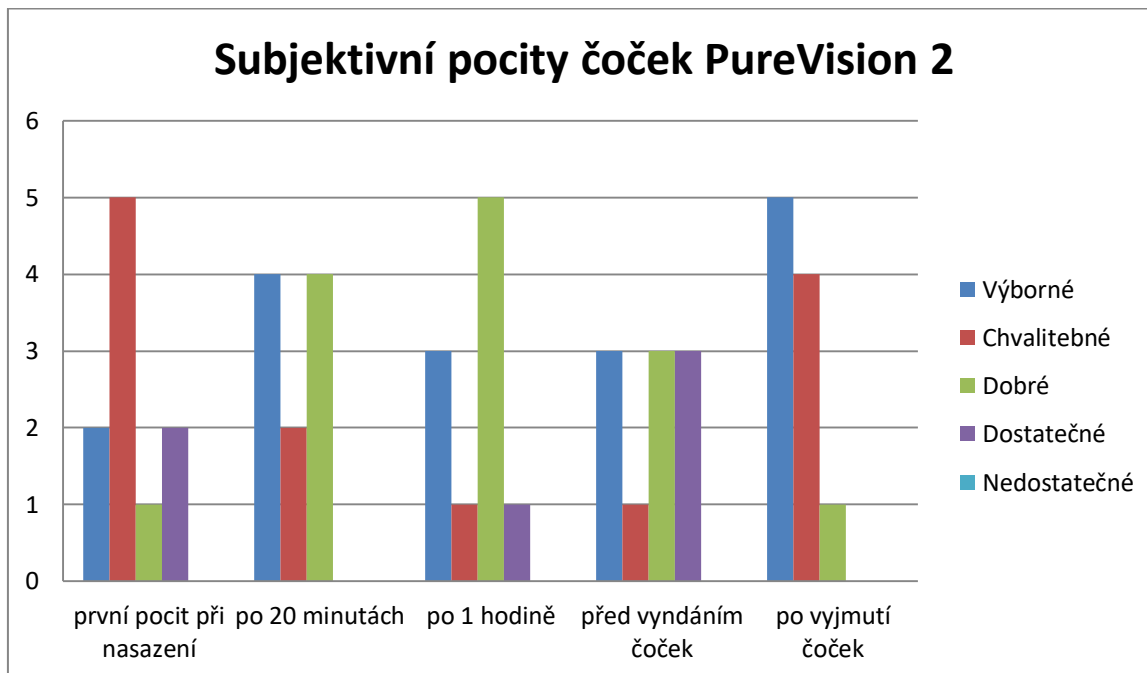
BioTrue čočky probandy nedráždily v 64,28 %. Při zbylých 21,42 % čočky v oku vadily při práci na počítači a posledních 14,3 % měli probandi při nasazené kontaktní čočce pocit suchých očí.



Obrázek 6.13-Graf č.13: Celkové hodnocení kontaktních čoček BioTrue

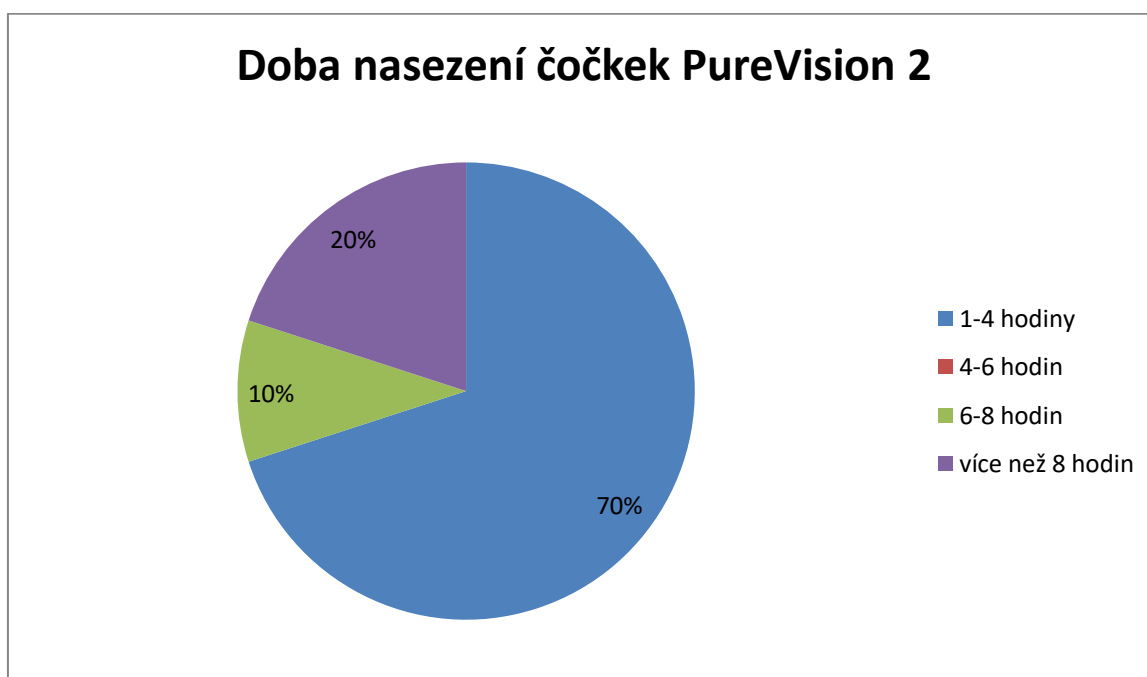
Celkové hodnocení v průměru činí 2,57.

PureVision 2



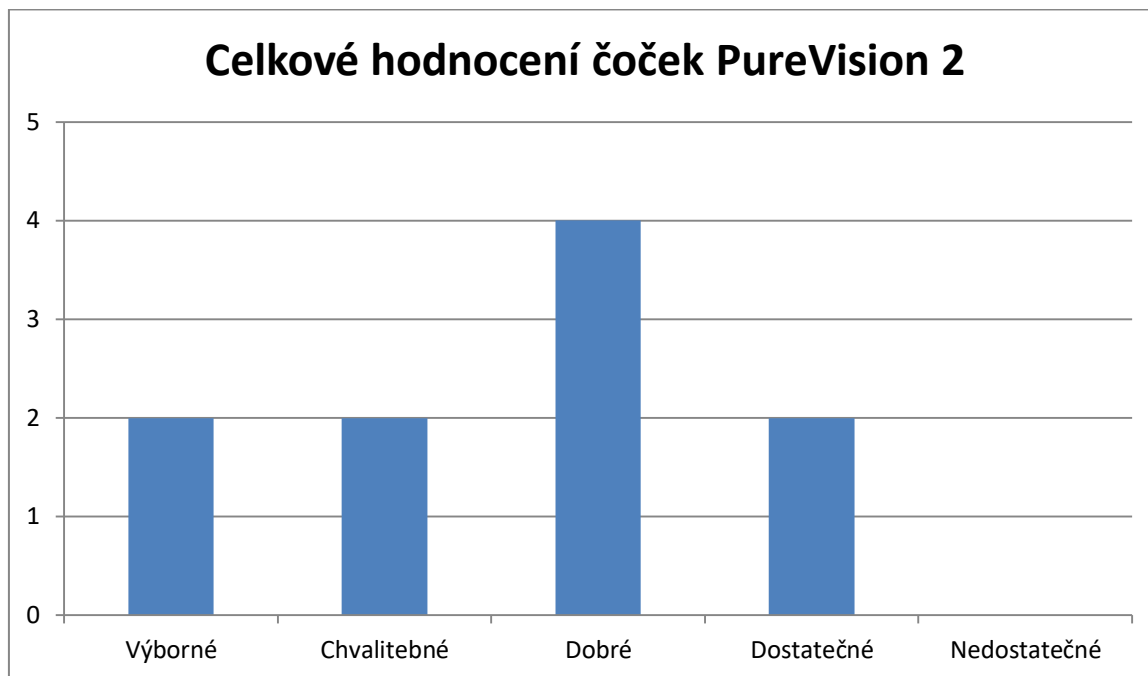
Obrázek 6.14-Graf č.14: Subjektivní pocit v čočkách PureVision 2

Průměrná hodnota „první pocit při nasazení“ činila 2,3. Po 20 minutách byl průměr právě 2. Po jedné hodině nasazených čoček průměr vycházel 2,4. Před vyjmutím byl průměr 2,64 a po vyjmutí klesl na 1,78.



Obrázek 6.15-Graf č.15: Celková doba nošení kontaktních čoček PureVision 2

Na otázku týkající se dráždění čočky v oku 50 % probandů odpovědělo, že tento problém s čočkou neměli. Zbýlých 50 % se rozdělilo mezi 10 % při změně pohledu směru, 20 % při práci na počítači a posledních 10 % mezi jiné: proband čočku v oku cítil a čočky v oku řezaly.

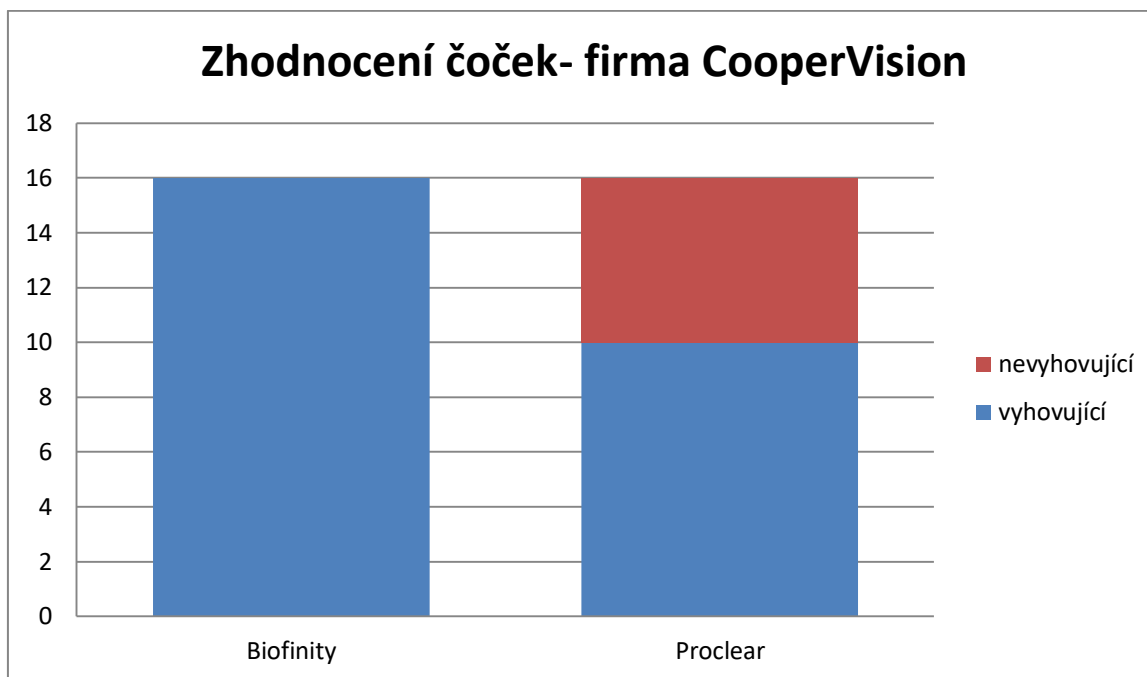


Obrázek 6.16-Graf č.16: Celkové hodnocení kontaktních čoček PureVision 2

Celkové průměrné hodnocení pro čočku z materiálu Balafilcon A je 2,6.

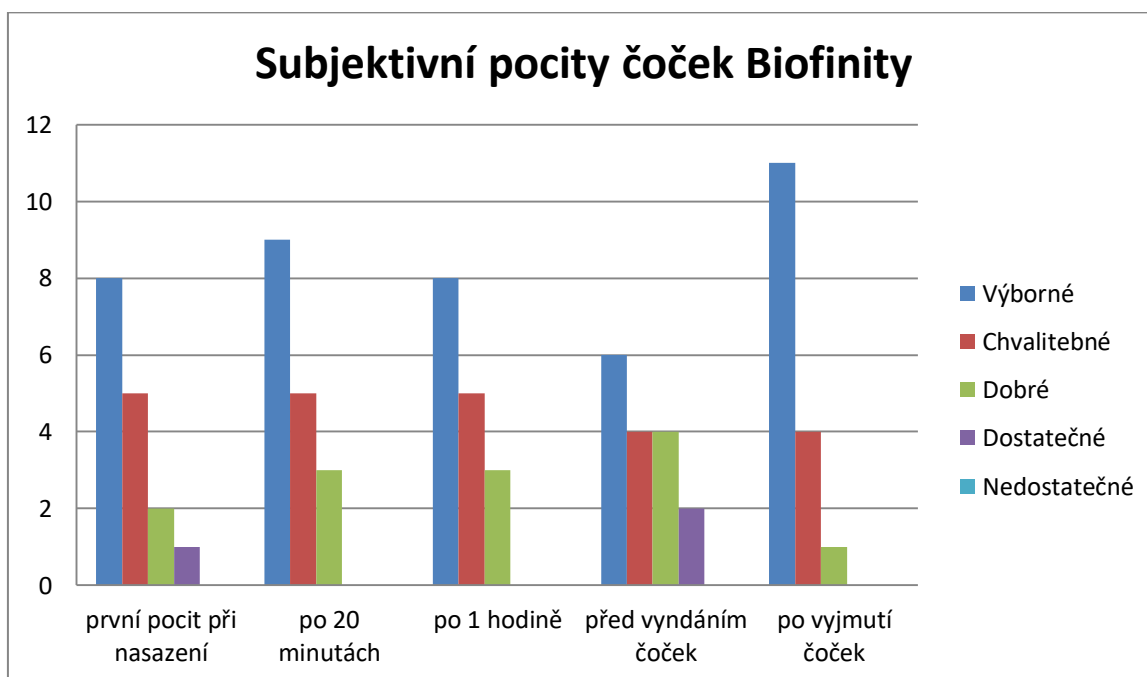
6.3.3 CooperVision

Posledními aplikovanými páry byly čočky od firmy CooperVision. Jednalo se o hydrogelový materiál Omafilcon B (čočky Proclear) a silikonhydrogelový materiál Comfilcon A (Biofinity). Čočky Proclear byly vyhovující u 62,5 % probandů, ale objevil se jiný problém, a to s manipulací s čočkami. Naopak, čočky Biofinity byly jako jediné ze všech aplikovaných čoček vyhovující v plných 100 % aplikací.



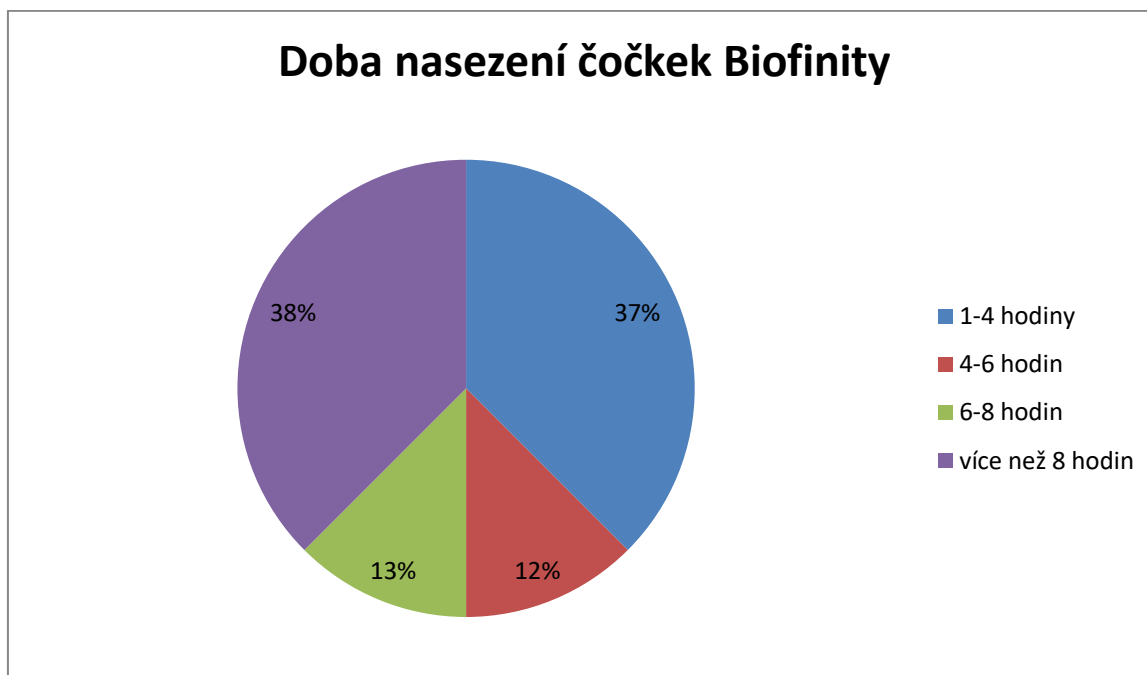
Obrázek 6.17-Graf č.17:Objektivní zhodnocení čoček firmy CooperVision

Biofinity



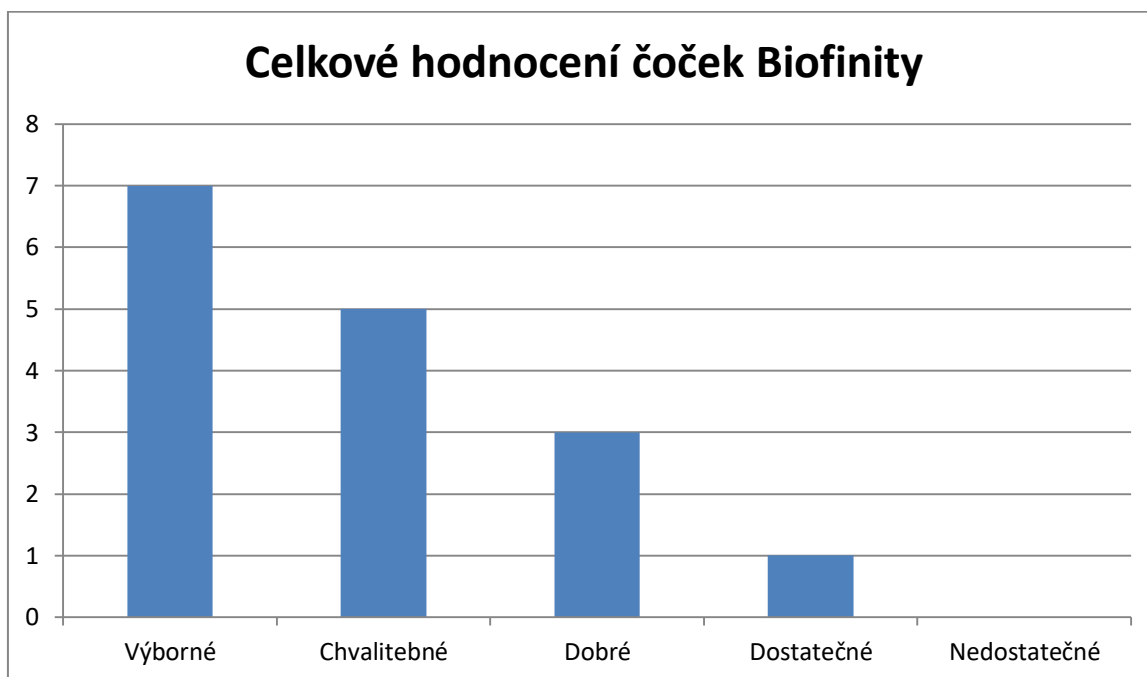
Obrázek 6.18-Graf č.18: Subjektivní pocit v čočkách Biofinity

Průměr vyhodnocení odpovědí pro první tři dotazy nepřesáhl 1,75. Pro „první pocit při nasazení“ byl průměr hodnocení právě 1,75. Po 20 minutách se průměr snížil až na 1,56. Po hodině se průměr lehce zvýšil na 1,68. Pocit před vyjmutím čoček byl 2,12. Je ovšem nutné podotknout, že probandi měli tyto čočky nasazené v průměru nejdéle. A po vyjmutí se průměr opět snížil na 1,37.



Obrázek 6.19-Graf č.19: Celková doba nošení kontaktních čoček Biofinity

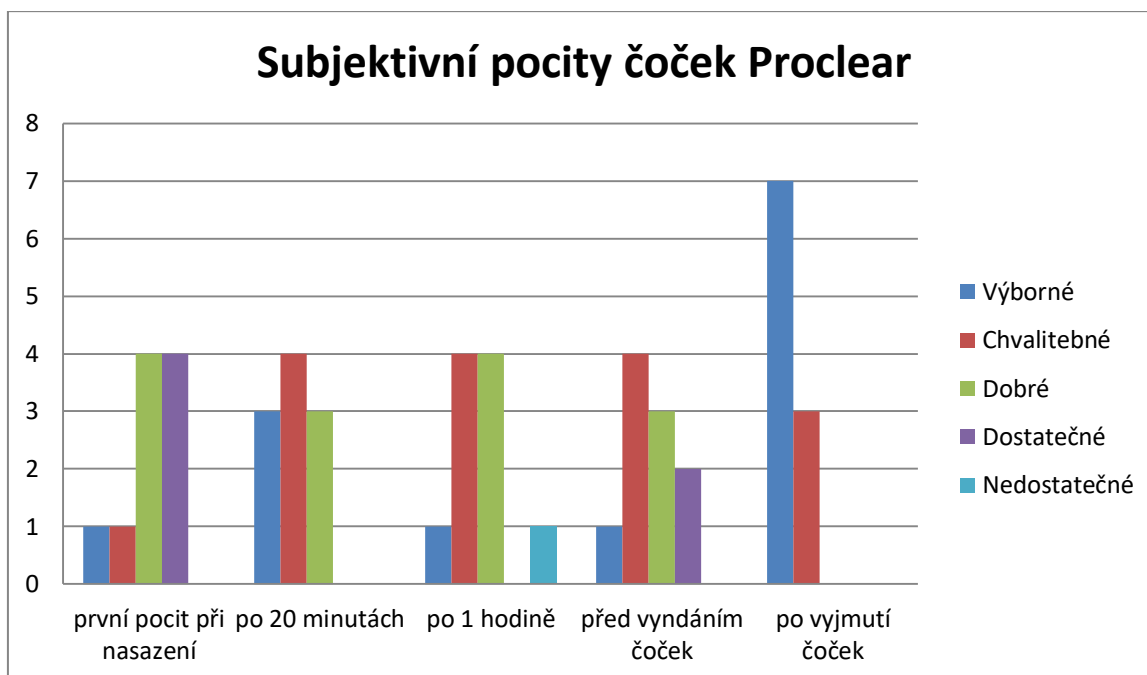
Z úhlu pohledu dráždění čoček v oku přesně polovině probandů čočka v oku vůbec nevadila. Druhých 50 % je opět rozděleno napůl, a to mezi 25 % respondentů, jimž čočky v oku vadily večer, kdy už oči měli unavené, a posledních 25 % hlásilo, že čočku v oku celý den cítili.



Obrázek 6.20-Graf č.20: Celkové hodnocení kontaktních čoček Biofinity

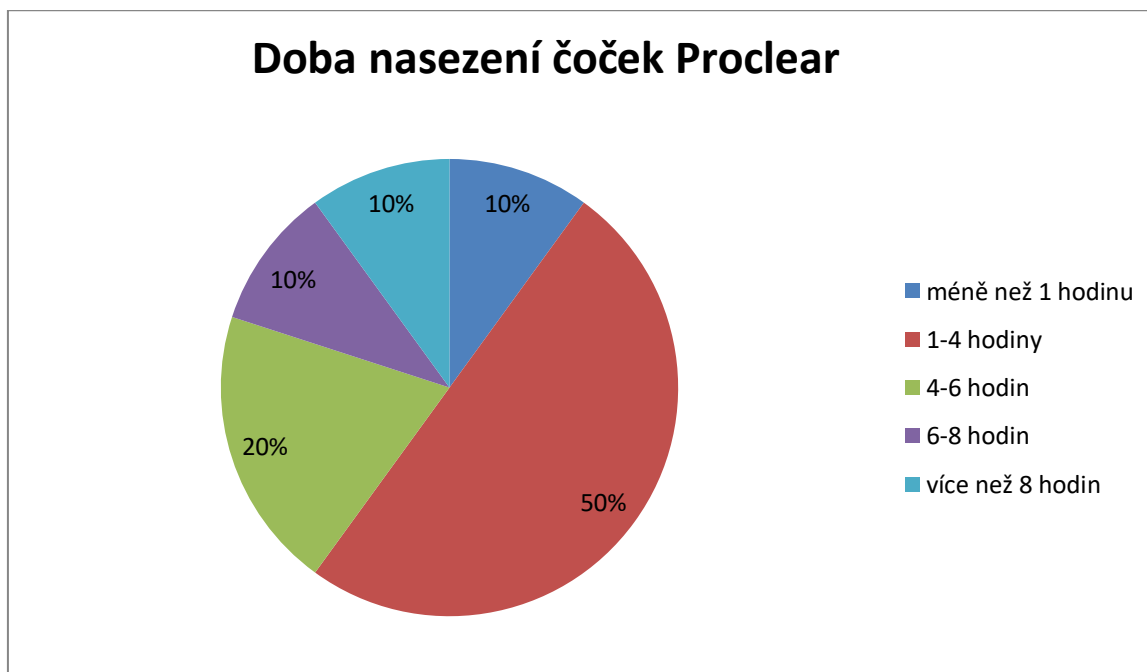
Čočky Biofinity dosáhly průměrné hodnocení 1,875, což je nejlepší celkový průměr všech aplikovaných kontaktních čoček.

Proclear



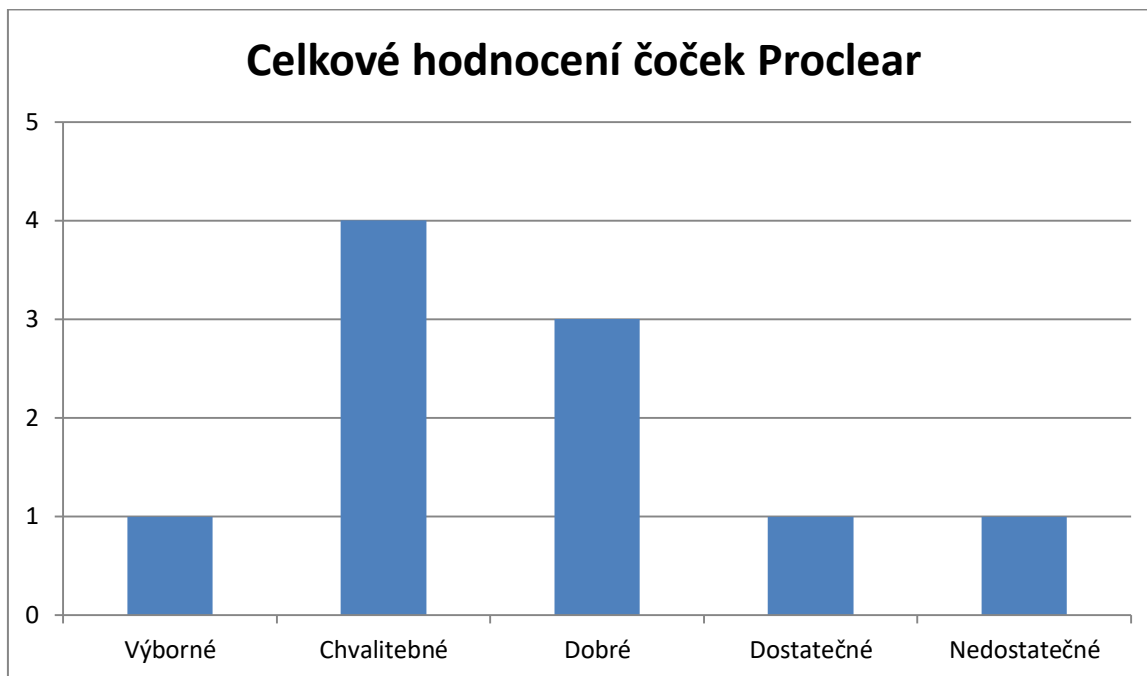
Obrázek 6.21-Graf č.21: Subjektivní pocit v čočkách Proclear

První pocit při nasazení byl u čoček Proclear nejhorší ze všech aplikovaných čoček a činil 3,1. Při druhé otázce, pocit po 20 minutách, se průměr zlepšil na 2,0. Pocit po hodině od nasazení čoček a pocit před vyjmutím čoček se zhoršil o desetinné číslo, z 2,6 vzrostl na 2,7. Po vyjmutí čoček se průměr snížil na 1,3.



Obrázek 6.22-Graf č.22: Celková doba nošení kontaktních čoček Proclear

Čočka v oku nedráždila jen ve 20 % případů. Nejvíce v oku dráždila při práci na počítači, a to ve 40% případů. Shodně, po 20 % případů bylo znamenáno večer, kdy měli probandi unavené oči, a při změně pohledu směru.



Obrázek 6.23-Graf č.23: Celkové hodnocení kontaktních čoček Proclear

Celkové průměrné hodnocení čoček Proclear je 2,7.

4. Diskuse

Proband č. 1

Čočka Acuvue Moist se po aplikaci na oku příliš pohybovala a Acuvue Oasys byla decentrována směrem vzhůru a temporálně, přičemž v dolním kvadrantu nepřesáhla přes okraj limbu. Proto byly v tomto případě obě tyto čočky vyhodnoceny jako nevyhovující. Čočka BioTrue probanda v oku nedráždila, a celkové hodnocení čočky bylo chvalitebné. S kontaktními čočkami PureVision 2, měl proband problém při práci na počítači, ale je známo, že při práci na počítači nebo při čtení se sníží frekvence mrkání a čočka osychá. Oba typy kontaktních čoček od firmy CooperVision byly vyhodnoceny jako objektivně vyhovující. Čočkám Biofinity dal proband hodnocení výborné a tyto čočky sám nosí. Pokud se jedná o čočky Proclear, u nich měl proband problém při změně pohledu směru, což by naznačovalo, že aplikace čočky na oku byla volnější a čočka se při změně pohledu nadměrně pohybovala. Proband je nositelem kontaktních čoček již 10 let.

Proband č. 2

Proband není nositel kontaktních čoček. Čočky Acuvue Moist vyhodnotil celkově jako chvalitebné, čočky ho v oku nedráždily. Acuvue Oasys byly vyhodnoceny jako objektivně nevyhovující, byly těsné, na oku bez pohybu. Čočky BioTrue byly tímto probandem vyhodnoceny stejně jako čočky Acuvue Moist, v oku nedráždily a celkové ohodnocení je chvalitebné. PureVision 2 byly z důvodu těsnosti a malého pohybu vyhodnoceny jako nevyhovující. Oba páry čoček Biofinity a Proclear byly objektivně vyhovující a pokud jde o jejich subjektivní vnímání, čočky Biofinity v oku probanda dráždily bez konkrétního důvodu. Mohlo to být, protože materiál čoček probandovi nevyhovoval, nebo proband mohl upřednostňovat větší průměr čoček, i když průměr čoček přesahoval průměr rohovky o 1,5 mm. Čočky Proclear se stejným zakřivením jako čočky předešlé, ale s větším průměrem v oku nedráždily a proband byl s čočkami spokojen.

Proband č. 3

Jedná se o nositele kontaktních čoček, který čočky používá již po dobu 6 let. Je zvyklý na Biofinity, a patrně proto od něj tyto čočky dostaly nejlepší hodnocení. Stejně však vyhodnotil i konkurenční BioTrue. U obou těchto typů čoček proband uvedl, že ho v oku nedráždí a celkové hodnocení dal výborné. Jako jediné dva páry ho tyto čočky nedráždily při změně směru pohledu. Pokud jde o čočky Acuvue Moist, uvedl, že kontaktní čočky v oku cítí a večer

měl oči unavené. Nejhůře u tohoto probanda dopadly čočky Acuvue Oasys, které mu vadily při více příležitostech. Při změně pohledu směru a při mrkání, což by ukazovalo na nadměrný pohyb čoček na oku, a večer z důvodu unavených očí. Na čočky PureVision 2, proband reagoval velmi podobně jako na předchozí uváděné čočky Acuvue Oasys: čočky dráždily při změně směru pohledu. Oběma párům čoček dal celkové hodnocení dostatečné. S kontaktními čočkami Proclear měl proband problém už při jejich nasazení. A jako u předchozích čoček, vnímal je při změně směru pohledu. Za snížené frekvence mrkání při práci na počítači cítil oči suché.

Proband č. 4

Tento proband je příležitostným nositelem, ale již 4 rokem. Čočky Acuvue Moist byly vyhodnoceny jako objektivně nevyhovující, protože byly příliš volné. Acuvue Oasys byly dle probanda chvalitebné a nijak v oku nedráždily. PureVision 2 byly rovněž nevyhovující, na oku se téměř vůbec nepohybovaly. Čočky BioTrue se stejným zakřivením, ale větším průměrem, byly vyhovující. Tyto čočky proband vyhodnotil jako výborné a byl s nimi spokojen. Čočky Biofinity i Proclear objektivně vyhovovaly. Čočky Proclear probandovi vyhovovaly, přestože udával, že při soustředění a delší době nemrkání cítí suchost. Poslední pár čoček Biofinity, proband vyhodnotil jako výborné a čočky ho v oku nedráždily, ani je necítil.

Proband č. 5

Jedná se o probanda, který čočky nosí pouze příležitostně a nepříliš často, přibližně desetkrát do roka. Čočky, které používá, jsou čočky DAILIES AquaComfort Plus, tedy hydrogelový materiál Nelfilcon A. Čočky Acuvue Oasys i Acuvue Moist byly vyhovující a proband je vyhodnotil jako výborné. V oku vůbec nedráždily. Čočky PureVision 2 byly nevyhovující, kdežto BioTrue vyhovovaly a probanda v oku nedráždily. U čoček Proclear měl proband problém čočky nasadit, čočky z oka lehce vymrkal, proto jsem je zařadila mezi čočky nevyhovující. U Biofinity proband uváděl, že čočky „lechtají“ při změně pohledu směru, a proto je vyhodnotil jako chvalitebné.

Proband č. 6

Proband není nositelem kontaktních čoček, a toto byla navíc jeho první zkušenost s kontaktními čočkami. Tomuto probandovi vyhovovaly pouze tři páry kontaktních čoček. Mezi nevyhovující patří Acuvue Oasys, čočka byla decentrována vzhůru a nepohybovala se, BioTrue také z důvodu decentrace vzhůru a čočky Proclear se na očích téměř nepohybovaly.

Acuvue Moist a PureVision 2 byly vyhodnoceny jako chvalitebné, přestože v oku čočky nedráždily. Proband udal, že první pocit při nasazení čoček byl dobrý, je tedy možné, že probandu nevyhovoval roztok, ve kterém byly čočky v blistru uloženy. Čočky Biofinity dostaly nejlepší hodnocení, tedy výborné.

Proband č. 7

Je nositelem kontaktních čoček již 24 let a nosí čočky Biofinity. Acuvue Oasys byly z důvodu decentrace (vzhůru a temporálně až k limbu) vyhodnoceny jako nevyhovující. Acuvue Moist v oku nedráždily, ani po více než 8 hodinách. PureVision 2 z důvodu nulového pohybu na oku, byly nevyhovující. BioTrue byly uvedeny jako výborné a v oku nedráždily. Proclear byly zhodnoceny jako dobré, proband měl v čočkách pocit suchých očí.

Proband č. 8

Příležitostný nositel kontaktních čoček. U čoček Acuvue Moist proband uvádí, že večer cítil unavené oči, jinak byly čočky v pořádku. Acuvue Oasys byly vyhodnoceny jako nevyhovující (pravé oko bylo decentrováno nasálně a čočky měly volný pohyb). PureVision 2 byly též decentrovány, tentokrát vzhůru, proto byly vyhodnoceny jako objektivně nevyhovující. Čočky BioTrue jsou čočky, které proband příležitostně nosí, jsou to tedy čočky, které mu nejvíce vyhovují. Čočky Proclear probanda dráždily při delší práci na počítači, tedy když proband snížil frekvenci mrkání. Čočky Biofinity proband vyhodnotil stejně jako BioTrue a tedy výborné a čočky nedráždily.

Proband č. 9

Tento proband není nositelem kontaktních čoček, a jediný pár čoček, který mu objektivně nevyhovoval je Proclear, protože čočky nechtěly k oku přilnout. Acuvue Oasys i Acuvue Moist probanda dráždily při práci na počítači, když se snižuje frekvence mrkání. Čočky PureVision 2 probanda jako jediné v oku nedráždily a pár vyhodnotil jako výborný. Čočky BioTrue (hypergel), z hydrogelového materiálu Nefofilcon A v oku cítil, a to skoro celý den. Čočky v oku dráždily zejména při práci na počítači. Domnívám se, že v tomto případě se nejednalo jen o osychání slzného filmu při snížené frekvenci mrkání, ale že probandovi nevyhovoval ani materiál kontaktních čoček. Dráždění s čočkami Biofinity proband cítil jen večer, kdy oči byly unavené.

Proband č. 10

Jedná se o počínajícího nositele kontaktních čoček (2 měsíce), proto byl v této práci zařazen jako příležitostný nositel. Acuvue Oasys byly nevyhovující z důvodu decentrace na pravém

oku směrem vzhůru a malé pohyblivosti čoček. Čočky Acuvue Moist a Biofinity vyhodnotil jako výborné a čočky v oku nedráždily. PureVision 2 a BioTrue v oku sice nedráždily, ale proband čočky v oku cítil, a proto je tedy vyhodnotil jako chvalitebné. Proclear byly z důvodu decentrace vyhodnoceny jako nevyhovující.

Proband č. 11

Jedná se o prvositele, kterému objektivně nevyhovoval pouze jeden pár čoček, BioTrue. Zbývající páry v oku nedráždily a hodnotil je jako chvalitebné nebo výborné. Pouze čočky Acuvue Oasys cítil v oku při práci na počítači. Proband zřejmě kontaktní čočky velmi dobře toleruje.

Proband č. 12

Jedná se rovněž o prvositele, který ohodnotil Acuvue Oasys jako dobré. Proband měl pocit suchých očí, který se v průběhu dne zhoršoval, večer cítil unavené oči. U čoček Acuvue Moist proband hlásil u levého oka dráždění při změně pohledu směru (směrem temporálně) a dráždění při práci na digitálním zařízení, ohodnocení čoček dostatečné. U čoček PureVision 2 se v průběhu dne pocit zhoršoval, stejně jako u čoček BioTrue, při kterých během dne cítil pocit suchých očí. Proclear z důvodu problému nasazení byly zařazeny mezi nevyhovující. Biofinity dopadly u tohoto probanda nejlépe, celkové hodnocení dobré, čočka byla v oku cítit. U tohoto probanda bych brala v úvahu vyšší citlivost rohovky. Po první zkušenosti s kontaktními čočkami, by si nevybral žádné.

Proband č. 13

Nositel silikonhydrogelových kontaktních čoček Air Optix Aqua již 8 let. Tomuto probandovi objektivně vyhovovaly všechny vybrané kontaktní čočky. Kromě čoček Proclear a PureVision 2, které proband celkově ohodnotil pouze jako dobré proto, že dráždily při práci na počítači, byly zbývající páry čoček ohodnoceny jako chvalitebné a v oku byly ucházející.

Proband č. 14

Jedná se o nositele kontaktních čoček po dobu 10 let, který nosí silikonhydrogelé kontaktní čočky Dailies TOTAL 1. Čočky Acuvue Moist byly z důvodu decentrace a malého pohybu nevyhovující. Acuvue Oasys byly hodnoceny jako chvalitebné, i když v oku nijak nedráždily. PureVision 2 byly nevyhovující naopak pro příliš velký pohyb. BioTrue dopadly společně s čočkami Proclear jako nedostatečné, oba páry čoček dráždily při změně směru pohledu, což

mohl být následek volnějšího pohybu čoček nebo většího průměru čoček. Čočky Biofinity dopadly nejlépe, výborně a proband při těchto čočkách nezaznamenal žádné dráždění.

Proband č. 15

Nositel kontaktních čoček po dobu 17ti let. V posledních letech nosí kontaktní čočky Acuvue Oasys, tedy tyto čočky dostaly od probanda hodnocení výborné, stejně jako čočky Acuvue Moist. U čoček BioTrue se pocit pohodlí během dne zhoršoval a večer proband uvádí pocit suchých očí, proto ohodnocení dostatečné. Čočky PureVision 2 nevyhovovaly při prvním pocitu nasazení, domnívám se tedy, že nevyhovoval roztok, ve kterém byly čočky v blistru uloženy, později v oku nedráždily, přesto hodnocení dobré. Proclear chvalitebné, opět první pocit při nasazení špatný z důvodu původního roztoku, poté co roztok proband vymrkal, hodnocení čoček výborné i v průběhu dne. V průběhu dne se pocit v kontaktních čočkách Biofinity zhoršoval, večer pocit suchých a unavených očí, hodnocení dostatečné.

Proband č. 16

Jako probanda č. 16 jsem zapsala sebe, protože jsem zkusila také vybraný vzorek kontaktních čoček. Kontaktní čočky nosím převážně přes léto již 7 let, nejčastěji používám čočky Biofinity.

Kromě čoček Proclear, které mi nevyhovovaly pro decentraci čoček nasádně a vzhůru, by pro mě ostatní čočky měly být z hlediska tvarových parametrů vhodné. Opět jsem však nedospěla k lepšímu hodnocení než dobré. Nejhorším aplikovaným párem byly pro mě opět čočky BioTrue, které jsem musela ohodnotit jako dostatečné, protože mě v oku řezaly (tentokrát z oka nevypadly). Zbylé páry dostaly ohodnocení pouze dobré, protože jsem je celý den v oku cítila. Přestože všechny testované čočky by pro mě měly být objektivně vyhovující, nebyla jsem s nimi spokojená. Zdá se, že můj problém netkví ani v toleranci různých materiálů, protože testovaný vzorek čoček tvořily jak hydrogely s různou úrovní hydratace, tak silikonhydrogely různých generací, čočky s povrchovými úpravami i bez nich. S žádnými čočkami jsem nebyla spokojená ani ze současné, ani z předešlé zkušenosti. Možným vysvětlením problému by mohla být případná zvýšená citlivost mé rohovky, řešením pak individuálně vyrobená kontaktní čočka. Zdá se, že nejsem vhodným adeptem pro nošení kontaktních čoček ze současné běžné nabídky.

Souhrnná diskuse

Zda bude čočka svému nositeli vyhovovat, záleží jak na materiálu, tak na tvarových parametrech kontaktních čoček. Na pohodlí při jejich nošení může mít i vliv prostředí, ve kterém se daný člověk pohybuje nebo činnost, kterou s kontaktními čočkami vykonává. Přestože z hodnocení byly vyloučeny čočky s nevhodnými parametry, někteří probandi by potřebovali více individuální přístup, tedy širší výběr nabízených parametrů, možná až individuální přizpůsobení produktu. S vysokou mírou pravděpodobnosti mohl některým nevyhovovat nevhodný průměr čoček, ale při dostupnosti pouze jednoho nabízeného průměru čoček na trhu, byly respondentům k testování a subjektivnímu hodnocení ponechány dostupné kontaktní čočky z běžné nabídky.

U všech čoček, kromě BioTrue, vykazovaly hodnoty hodnocení prvních pocitů horší průměr, než hodnoty pocitů po 20 minutách, kdy si probandi na čočky v oku zvykli. U čoček BioTrue se pocity rovnaly. Kromě čoček Acuvue Moist se hodnocení komfortu po 20 minách začalo opět zhoršovat. U všech čoček bylo nejhorší hodnocení komfortu před jejich vyjmutím z oka. Po vyjmutí čoček cítili všichni probandi pocit úlevy. Nezaznamenala jsem podstatný rozdíl v komfortu při nošení kontaktních čoček mezi nositeli, příležitostnými nositeli a nenositeli.

Pokud jde o manipulaci s kontaktními čočkami při jejich aplikaci, největší problém činily čočky Proclear, byly velice jemné. Mezi nejpevnější kontaktní čočky při manipulaci bych zařadila čočky PureVision 2, které si stále držely svůj tvar.

V průměrném celkovém hodnocení dopadly nejlépe čočky Biofinity, poté Acuvue Moist, dále Acuvue Oasys, BioTrue, PureVision 2 a nejhůře z testovaných čoček dopadly čočky Proclear. Při porovnání silikonhydrogelových a hydrogelových čoček v průměru dopadly lépe o dvě desetinná čísla silikonhydrogely. Takový rozdíl není zásadní. Lze tedy konstatovat, že čočky z obou materiálů jsou tolerovány v průměru stejně. To znamená, že v těch případech, kdy silikonhydrogelová čočka přes nesporné výhody ve vyšší propustnosti pro kyslík klientovi nevyhovuje, představují hydrogelové čočky z hlediska komfortu při nošení dostatečně vhodnou variantu. Větší problém spatřuji v nedostatečné nabídce tvarů komerčních kontaktních čoček. Tato jakási „univerzálnost“ sice snižuje náklady na jejich výrobu, ale je zodpovědná za řadu problémů spojených s nošením měkkých kontaktních čoček a usnadňuje jejich prodej mimo odborná pracoviště.

V porovnání se studií z roku 2014 zabývajících se komfortem kontaktních čoček jsme došli k téměř stejnému závěru, že komfort kontaktních čoček se během dne snižuje v závislosti na

aktivitě (např. práce na digitálním zřízení, čtení). Přitom je popisován téměř stejný stupeň nepohodlí u stávajících pravidelných nositelů kontaktních čoček jako u příležitostných nositelů, prvnositelů nebo kontrolní skupiny probandů, kteří kontaktní čočky nenosí. [39]

5. Závěr

Cílem práce bylo porovnání subjektivního pohodlí při nošení kontaktních čoček na vybrané skupině probandů a vybraném vzorku kontaktních čoček. U všech čoček bylo pozorováno alespoň mírné zhoršení komfortu nošení během dne. Při porovnání mezi prvním pocitem po nasazení a pocitem před vyjmutím čoček z oka (tzv. pocit pohodlí na konci dne) je patrný rozdíl nejen u prvonositelů, ale i u pravidelných nositelů kontaktních čoček. Pocity pohodlí při nošení kontaktních čoček během dne kolísají. Snížený komfort kontaktních čoček pociťují zejména uživatelé digitálních zařízení. Mezi hlavní diskomfort nošení kontaktních čoček patří pocit suchých a unavených očí. Diskomfort je hlavní příčinou, přerušení nebo ukončení nošení kontaktních čoček, proto je velmi důležité tuto problematiku včas řešit. Řada klientů by potřebovala více individuální přístup, tedy širší výběr nabízených parametrů, možná až individuální přizpůsobení produktu. Problém představuje nedostatečná nabídka tvarů komerčních kontaktních čoček. Z výsledků práce vyplývá, že subjektivní vnímání kontaktních čoček je zcela individuální u každého jedince. Je třeba prohloubit i individuální přístup ke klientům a nabídnout jim i individuálně přizpůsobené produkty, zatím, bohužel, pouze ze zahraniční nabídky.

Seznam použité literatury

- [1] ČESKÁ KONTAKTOLOGICKÁ SPOLEČNOST: *Základní kurz školení kontaktologů*. Vyd.1., Praha: Česká kontaktologická společnost, 2004, 72 s.
- [2] KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [3] LORENCOVÁ Lucie; *Změny parametrů kontaktních čoček v závislosti na době nošení*; Kladno FBMI; 2018; Bakalářská práce
- [4] ŠTĚPÁNOVÁ Adéla; *Hydrogelové materiály pro kontaktní čočky s vyšším obsahem vody a jejich vybrané parametry*; Kladno FBMI; 2015; Bakalářská práce
- [5] SULEK Miloslav; *Materiály kontaktních čoček v současnosti*; Brno MU; 2006; Bakalářská práce
- [6] PETROVÁ, Sylvie, Zdeňka MAŠKOVÁ a Tomáš JUREČKA. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.
- [7] MICHÁLEK, M. DUŠKOVÁ SMRČKOVÁ, M. PŘÁDNÝ, E. CHYLÍKOVÁ KRUMBHOLCOVÁ. *Příběh jednoho materiálu, aneb 2-hydroxyethyl-methakrylát: monomer, polymer, vlastnosti a aplikace* Chemické listy. Roč. 112, č. 8 (2018), s. 490-497
- [8] EFRON, Nathan, ed. *Contact lens practice*. 2nd ed. Oxford: Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.
- [9] PROKOPOVÁ I., *skripta Makromolekulární chemie*, VŠCHT Praha, 2004, ISBN 80-7080-554-4
- [10] MICHÁLEK J. [přednáška] *Historie kontaktních čoček* Kladno ČVUT FBMI
- [11] Kontaktologické listy č. 1/2014, č. 1/2015, č. 1/2016. Staženo 10. 10. 2018. Dostupné z www.cks.cz
- [12] Dr Dirk J. Booyesen. *In Contact: Clinical Contact Lens Practic*. Notion Press; 1 edition; 2018. s.316 ISBN 978-9386295729
- [13] ČESKÁ KONTAKTOLOGICKÁ SPOLEČNOST: *Nadstavbový kurz školení kontaktologů*. Vyd.1., Praha: Česká kontaktologická společnost, 2004, 69 s.
- [14] EFRON, Nathan, *Contact lens practice*. 2nd ed.kapitola *Soft lens materiál* od Carole Maldonado-Codina str. 67-82 Oxford: Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7
- [15] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Kontaktní čočky*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-387-2.
- [16] Wichterle O.: *Vzpomínky*. Impreso, s.r.o. , Žďár n. Sáz. 1992

- [17] Michálek, D. Chmelíková, E. Chylíková Krumbholcová, J. Podešva, M. Dušková, Smrčková, *Historie měkkých kontaktních čoček aneb jak to bylo doopravdy* Chemické listy. Roč. 112, č. 3 (2018), s. 143-147
- [18] MICHÁLEK J. [přednáška] *Makromolekulární chemie*; Kladno ČVUT FBMI
- [19] Michálek, J., Hobzová, R., Přádný, M., Dušková, M. *Hydrogels contact lenses Biomedical Applications of Hydrogels Handbook*. New York : Springer, 2010 - (Ottenbrite, R.; Park, K.; Okano, T.) S. 303-315. ISBN 978-1-4419-5918-8
- [20] MICHÁLEK J. [přednáška] *Silikonhydrogely* Kladno, ČVUT FBMI
- [21] Tanaka K., Takahashi K., Kanada M., Kanome S., Nakajima T.: US 4139513
- [22] MICHÁLEK J. [přednáška] *Materiály kontaktních čoček*, Kladno ČVUT FBMI
- [23] SCHÄTZ, VONDRÁČEK *Zkoušení polymerů*, VŠCHT Praha 1988
- [24] TIGHE, B. (2004) Silicone hydrogels: structure, properties and behaviour. *In Silicone hydrogels: continuous wear contact lenses*. D. F. Sweeney pp. 1-27, Oxford: Butterworth-Heinemann
- [25] LIRA, M., SANTOS, L., AZEREDO, J. et al. (2008) *The effect of lens wear on refractive index of conventional hydrogel and silicone-hydrogel contact lenses: a comparative study*. ContactLens Ant. Eye, 31, 89–94.
- [26] NICHOLS, J. J. AND BERNTSEN, D. A. (2003) *The assessment of automated measures of hydrogel contact lens refractive index*. Ophthal. Physiol. Opt., 23, 517–525.
- [27] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: *Tření* [online]. c2019 [citováno 6. 05. 2019]. Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=T%C5%99en%C3%AD&oldid=17040314>>
- [28] MICHÁLEK J. [přednáška] *Dvoukřivková konstrukce*, Kladno ČVUT FBMI
- [29] EFRON, Nathan, *Contact lens practice*. 2nd ed. kapitola *Soft lens desing and fitting* od Graeme Young str. 109-117 Oxford: Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7
- [30] RUMPAKIS, J. M., *New data on contact lens dropouts – an international perspective: more than one in six of your contact lens patients will discontinue lens wear, a new study finds. That's a big chunk of your bottom line*. Review of Optometry, 147(1), 37–42, 2010
- [31] DUMBLETON, K., WOODS, C. A., JONES, L. W., FONN, D. *The impact of contemporary contact lenses on contact lens discontinuation*. Eye & contact lens, 39(1), 93–99, 2013

- [32] Česká oční optika; *Komfort kontaktních čoček*; EXPO DATA spol. s r.o.;2018; 80 s. ISSN 1211-233X
- [33] COOPERVISION Czech Republic , Naše výrobky. *Kontaktní Čočky , Oční Čočky , CooperVision* [online]. 2018 [cit. 21.11.2018]. Dostupné z: <https://coopervision.cz/kontaktni-cocky>
- [34] Kontaktní čočky. Kontaktní čočky [online]. 2018 Čočky [cit. 20.11.2018]. Dostupné z: <https://www.cocky-kontaktni.cz/kontaktni-cocky.html>
- [35] Kontaktní čočky, VašeČočky.cz. Levné kontaktní čočky, | VašeČočky.cz [online]. 2008 [cit. 21.11.2018]. Dostupné z: <https://www.vasecocky.cz/kontaktni-cocky.html>
- [36] Johnson and Johnson Vision Care. *Johnson & Johnson* [online]. [cit. 19.11.2018]. Dostupné z: <https://www.jnjvisioncare.cz/kontaktni-cocky/vsechny-acuvue-kontaktni-cocky>
- [37] Bausch + Lomb. [online]. Bausch [cit. 20.11.2018]. Dostupné z: <http://www.bausch.cz/produkty/kontaktni-cocky/>
- [38] ALCON cz.alcon.com. *www.cz.alcon.com* [online]. 2018 Novartis AG [cit. 21.11.2018]. Dostupné z: <https://www.cz.alcon.com/produkty/kontaktni-cocky>
- [39] Česká oční optika; *Zkoumání variability komfortu nošení měkkých kontaktních čoček během dne*; EXPO DATA spol. s r.o; 2017; 76 s. ISSN 1211-233X

Seznam symbolů a zkratk

Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam
d	mm	Průměr kontaktní čočky
Dk	barrer	Permeabilita, propustnost pro kyslík
Dk/t	barrer	Transmisibilita, propustnost pro kyslík pro čočku o dané tloušťce
r	mm	Vnější rádius kontaktní čočky
r _v	mm	Vnitřní rádius kontaktní čočky
s	mm	Sagita
t	mm	Středová tloušťka kontaktní čočky
z ₀	mm	Optická zóna kontaktní čočky

Seznam zkratk

Zkratka	Význam
ALCM	Asociace výrobců kontaktních čoček
BC	Basic curve= zakřivení
BCOR	Back central optic radius
CAB	Acetobutyrate celulózy
DMA	Dimethylakrylamid
EDMA	Ethylendimethakrylát
EWC	Equilibrium water content= rovnovážný obsah vody
FDA	Food and Drug Administration
GMA	Glycerolmethakrylát
HVID	Horizontal Visible Iris Diameter= průměr viditelné duhovky v horizontále
MA	Kyselina Methakrylová
MAA	Methakryl
MMA	Methylmethakrylát
NVP	N-vinylpyrrolidon
PE	Polyethylen
pHEMA	Polyhydroxyethylmethakrylát
PMMA	Polymethylmethakrylát
PVA	Polyvinylalkohol
RGP	Rigid gas permeable
SD	Swelling degree= stupeň nabobtnání
SF	Faktor botnání
TPVC	TRIS-trimethyl siloxysilyl

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Schéma RGP čočky	6
Obrázek 2.2 HEMA	8
Obrázek 2.3 TRIS monomer $Me = CH_3$	11
Obrázek 2.4 Schéma tvarových parametrů plusových a minusových kontaktních čoček	16
Obrázek 4.1 Autorefraktometr Topcon TRK-1P.....	25
Obrázek 4.2 Brýlová skříň.....	26
Obrázek 4.3 Plastová zkušební obruba Oculus	27
Obrázek 4.4 Optotyp Polaopto	27
Obrázek 4.5 Štěrbinová lampa Shin-nippon.....	28
Obrázek 6.1-Graf č.1: Poměr pohlaví nositelů kontaktních čoček	30
Obrázek 6.2-Graf č.2: Poměr nositelů kontaktních čoček	31
Obrázek 6.3-Graf č.3: Objektivní zhodnocení čoček firmy Johnson and Johnson	35
Obrázek 6.4-Graf č.4: Subjektivní pocit v čočkách Acuvue Moist	36
Obrázek 6.5-Graf č.5: Celková doba nošení kontaktní čočky Acuvue Moist.....	36
Obrázek 6.6-Graf č.6: Celkové hodnocení kontaktní čočky Acuvue Moist	37
Obrázek 6.7-Graf č.7: Subjektivní pocit v čočkách Acuvue Oasys.....	38
Obrázek 6.8-Graf č.8: Celková doba nošení kontaktních čoček Acuvue Oasys	38
Obrázek 6.9-Graf č.9: Celkové hodnocení kontaktních čoček Acuvue Oasys	39
Obrázek 6.10-Graf č.10: Objektivní zhodnocení čoček firmy Bausch and Lomb	40
Obrázek 6.11-Graf č.11: Subjektivní pocit v čočkách BioTrue	40
Obrázek 6.12-Graf č.12: Celková doba nošení kontaktních čoček BioTrue.....	41
Obrázek 6.13-Graf č.13: Celkové hodnocení kontaktních čoček BioTrue	41
Obrázek 6.14-Graf č.14: Subjektivní pocit v čočkách PureVision 2.....	42
Obrázek 6.15-Graf č.15: Celková doba nošení kontaktních čoček PureVision 2	42
Obrázek 6.16-Graf č.16: Celkové hodnocení kontaktních čoček PureVision 2	43
Obrázek 6.17-Graf č.17: Objektivní zhodnocení čoček firmy CooperVision.....	44
Obrázek 6.18-Graf č.18: Subjektivní pocit v čočkách Biofinity	44
Obrázek 6.19-Graf č.19: Celková doba nošení kontaktních čoček Biofinity.....	45
Obrázek 6.20-Graf č.20: Celkové hodnocení kontaktních čoček Biofinity	45
Obrázek 6.21-Graf č.21: Subjektivní pocit v čočkách Proclear	46
Obrázek 6.22-Graf č.22: Celková doba nošení kontaktních čoček Proclear.....	46
Obrázek 6.23-Graf č.23: Celkové hodnocení kontaktních čoček Proclear	47

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 klasifikace kontaktních čoček dle FDA	4
Tabulka 2.2 Přehled CooperVision měkkých kontaktních čoček.....	20
Tabulka 2.3 Přehled Johnson and Johnson měkkých kontaktních čoček	21
Tabulka 2.4 Přehled Bausch and Lomb měkkých kontaktních čoček	22
Tabulka 2.5 Přehled Alcon měkkých kontaktních čoček.....	23
Tabulka 5.1 Tvarové parametry rohovky a dioptrické hodnoty mých očí.....	29
Tabulka 5.2 Kontaktní čočky, které jsem tehdy postupně vyzkoušela	29
Tabulka 6.1 Aplikované kontaktní čočky	31
Tabulka 6.2 Parametry probandů, vhodnost a parametry aplikovaných čoček.....	33

Příloha A: Dotazník na subjektivní vnímání

Jméno: _____

Čočka: _____

Výborný (1) Chvalitebný (2) Dobrý (3) Dostatečný (4) Nedostatečný (5)

1) Jaký máte pocit v čočkách?

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| <input type="radio"/> První pocit při nasazení: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> Po 20 minutách: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> Po 1 hodině: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> Před vyndáním: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> Po vyjmutí čoček: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

2) Jakou dobu jste čočky měl/a celkem nasazené?

- Méně než hodinu ->Z důvodu?
 - Neměl/a jsem čas je mít nasazené déle
 - V oku mi byly nepříjemné
 - Jiné: _____
- 1-4 hodiny
- 4-6 hodin
- 6-8 hodin
- Více než 8 hodin

3) Dráždila Vás KČ během dne v oku?

- Ne
- Ano-> při jaké příležitosti
 - Změna směru pohledu (pohyb očí)
 - Při práci na PC
 - Večer (unavené oči)
 - Nevím proč
 - Jiné: _____

4) Celkové zhodnocení jak Vám čočky vyhovují?

- Výborný (1)
- Chvalitebný (2)
- Dobrý (3)
- Dostatečný (4)
- Nedostatečný (5)

Doplňující otázka pro nositele a příležitostné nositele.

Jaké čočky nosíte/ preferujete?

- Jednorázové
 - Které: _____

- 14 denní
 - Které: _____
- měsíční
 - které: _____