



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů

**Analýza korekce sférické ametropie a nízkého stupně astigmatismu
sférickou kontaktní čočkou**

**Analysis correction of spherical ametropia and low degree astigmatism
using spherical contact lens**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Michaela Davidová

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.

Kladno, květen 2016

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2015/2016

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

Student: **Michaela Davidová**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Analýza korekce sférické ametropie a nízkého stupně astigmatismu sférickou kontaktní čočkou**
Téma anglicky: Analysis correction of spherical ametropia and low degree astigmatism using spherical contact lens

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

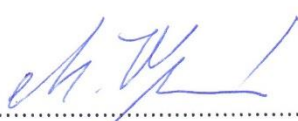
Student provede zpracování problematiky korekce sférické ametropie a astigmatismu nízkého stupně pomocí různých typů korekčních pomůcek a postupů a zaměří se zejména na korekci kontaktní a brýlovou čočkou. Dále analyzuje faktory ovlivňující kvalitu korekce a odlišnosti různých typů korekce. V rámci praktické části provede měření a korekci refrakčních vad (myopie, hypermetropie, astigmatismu) pomocí měkkých sférických kontaktních čoček a srovnání této korekce s optimální sférocylindrickou korekcí pomocí brýlové obruby z hlediska hodnot zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti.

Seznam odborné literatury:

- [1] RABBETTS, R. B., Bennett & Rabbetts' clinical visual optics, ed. 4, London : Butterworth-Heinemann, 2007, ISBN 978-0-7506-8874-1
- [2] BENJAMIN, W. J., BORISH, I. M., Borish's Clinical Refraction, ed. 2, Butterworth-Heinemann: Elsevier, 2006, 1255 s., ISBN 978-0-7506-7524-6
- [3] EFRON, N., Contact lens practice, ed. 2, St. Louis, Mo.: Butterworth Heineman, 2010, 510 s., ISBN 978-070-2047-633
- [4] TUNNACLIFFE, A. H., Introduction to visual optics, ed. 1, London: The Gresham press, 1993, ISBN 978-0-900099-28-1

zadání platné do: 11.09.2017

Vedoucí: prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.


.....
vedoucí katedry / pracoviště


.....
děkan

V Kladně dne 23.02.2016

Název bakalářské práce: Analýza korekce sférické ametropie a nízkého stupně astigmatismu sférickou kontaktní čočkou

Abstrakt:

Práce prezentuje srovnání kompenzačních pomůcek pro korekci refrakčních vad oka, uvedením hlavních optických rozdílů při korekci brýlovou a kontaktní čočkou. Experimentální část práce porovnává změnu hodnoty zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti s brýlovou korekcí a asférickou kontaktní čočkou u osob s nízkým stupněm astigmatismu v rozmezí od -0,25 dioptrie do -1,00 dioptrie. Na základě vlastního výzkumu, uskutečněného na Fakultě biomedicínského inženýrství, byla provedena analýza vlivu změny zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti u respondentů po aplikaci jednodenní kontaktní čočky v dioptrické hodnotě odpovídajícího sférického ekvivalentu. Práce zahrnuje srovnání výsledků experimentální části s doposud vydanými publikacemi.

Klíčová slova:

sférická ametropie, astigmatismus, brýlová korekce, asférické kontaktní čočky, sférický ekvivalent, zraková ostrost, kontrastní citlivost

Bachelor's thesis title: Analysis correction of spherical ametropia and low degree astigmatism using spherical contact lens

Abstract:

This thesis presents a comparison of vision aids for the correction of refractive errors of the eye, mentioning the main optical differences in the correction using spectacle lenses and contact lenses. The experimental part of the work compares the change in value of visual acuity and contrast sensitivity with spectacle correction and correction with spherical contact lenses for individuals with low levels of astigmatism ranging from -0,25 dioptres to -1,00 dioptres. According to own research work which took place at the Faculty of Biomedical Engineering, it was analysed the effect of changes in visual acuity and contrast sensitivity after the application of disposable contact lenses in value corresponding to spherical equivalent. This thesis involves a comparison of experimental results with up to now published articles.

Key words:

spherical ametropia, astigmatism, spectacle lenses, aspherical contact lenses, spherical equivalent, visual acuity, contrast sensitivity

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu prof. Ing. Jiřímu Novákovi, Ph.D. za jeho odborné vedení práce, cenné rady, vstřícnost při konzultacích a věcné připomínky, které mi pomohly k vypracování mé práce. Poděkování patří Mgr. Markétě Žákové za zprostředkování kontaktních čoček, které byly využity v rámci experimentální části práce. Ráda bych také poděkovala respondentům, kteří se zúčastnili výzkumu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Analýza korekce sférické ametropie a nízkého stupně astigmatismu sférickou kontaktní čočkou“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k 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).

V Kladně dne 20. května 2016

.....

podpis

Obsah

Úvod	1
1. Výskyt refrakčních vad v populaci	2
2. Možnosti korekce refrakčních vad	3
2.1. Korekce myopie brýlemi	3
2.2. Korekce myopie kontaktními čočkami	6
2.3. Korekce hypermetropie brýlemi.....	7
2.4. Korekce hypermetropie kontaktními čočkami	8
2.5. Korekce astigmatismu brýlemi.....	9
2.6. Korekce astigmatismu kontaktními čočkami	10
3. Korekce kontaktní čočkou oproti brýlím.....	12
3.1. Výhody a nevýhody brýlí.....	12
3.2. Výhody a nevýhody kontaktních čoček	13
3.3. Optické rozdíly.....	13
3.3.1. Zorné pole	13
3.3.2. Velikost sítnicových obrazů.....	14
3.3.3. Akomodace a konvergence	15
3.4. Zvětšení brýlových čoček a kontaktních čoček.....	18
3.5. Zrková ostrost.....	20
3.6. Adaptace na brýlovou korekci.....	20
4. Chyby a nepřesnosti při centrování brýlových čoček.....	21
4.1. Navození nechtěného prizmatického účinku.....	21
4.2. Inklinace	22
4.3. Vrcholová vzdálenost.....	23
5. Kontaktní čočky a hygiena	23
6. Rizika kontaktních čoček.....	25
6.1. Syndrom suchého oka	25
6.2. Bakteriální keratitida	25
6.3. Papilární konjunktivitida vyvolaná kontaktními čočkami (CLPC).....	26
6.4. Horní limbální keratokonjunktivitida.....	26
6.5. Acanthamoeba keratitis	27
6.6. Edém rohovky	27
7. Refrakční chirurgie	29
7.1. Předoperační vyšetření	29
7.2. Kontraindikace refrakční chirurgie	31

7.3.	Fotorefraktivní keratektomie – PRK.....	32
7.3.1.	PRK – výhody, nevýhody a možné komplikace.....	32
7.4.	Laser in situ keratomileusis – LASIK.....	33
7.4.1.	LASIK – výhody, nevýhody a komplikace	33
7.5.	Femtosekundový laser in situ keratomileusis - FemtoLASIK	34
7.6.	Laser-assisted subepithelial keratectomy – LASEK.....	34
7.6.1.	LASEK – výhody, nevýhody a komplikace	34
7.7.	Intrakorneální čočky.....	34
7.8.	Pooperační péče a vyšetření	35
7.9.	Kontaktní čočky po refrakčním laserovém zákroku	36
8.	Korekce refrakčních vad – finanční hledisko	37
8.1.	Korekční pomůcky a pojišťovny.....	37
9.	Experimentální část	38
9.1.	Metodika měření	38
9.2.	Kontrastní citlivost.....	42
9.2.1.	Funkce kontrastní citlivosti.....	42
9.2.2.	Prostorové frekvenční kanály	43
9.2.3.	Kontrastní citlivost a testy	44
9.3.	Rozložení respondentů	47
9.4.	Analýza korekce myopie a nízkého stupně astigmatismu asférickou kontaktní čočkou	51
9.5.	Analýza korekce hypermetropie a nízkého stupně astigmatismu asférickou kontaktní čočkou.....	58
	Závěr.....	60
	Seznam použité literatury	62
	Seznam symbolů a zkratk	68
	Seznam obrázků.....	69
	Seznam grafů	70
	Seznam tabulek.....	71
	Seznam příloh.....	72

Úvod

Zásadní vliv na kvalitu vidění, zejména snížení zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti, mají refrakční vady, které se projeví v případě nesouladu geometrických a fyzikálních parametrů oka. K současným kompenzačním řešením, která korigují ametropii, patří dioptrické brýle, kontaktní čočky, popřípadě možnost laserového refrakčního zákroku na rohovce. U výše zmíněných možností korekce refrakčních vad existují kontraindikace, výhody a nevýhody.

Práce porovnává jednotlivé korekční pomůcky z technických, medicínských a finančních hledisek, jejich výhody a nevýhody, a také kvantitativní optické rozdíly při korekci brýlovou a kontaktní čočkou, jako je změna ve velikosti obrazu na sítnici, změna ve velikosti zorného pole, akomodace a konvergence.

Experimentální část práce se zabývá korekcí myopických a hypermetropických respondentů s nízkým stupněm astigmatismu, čočkou v brýlové zkušební obrubě a následně asférickou kontaktní čočkou v dioptrické hodnotě sférického ekvivalentu odpovídající refrakční vadě respondentů. Záměrem práce je porovnání korekčních pomůcek z hlediska poskytnutí komfortnějšího vidění, a případné změny zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti na jednotlivých prostorových frekvencích.

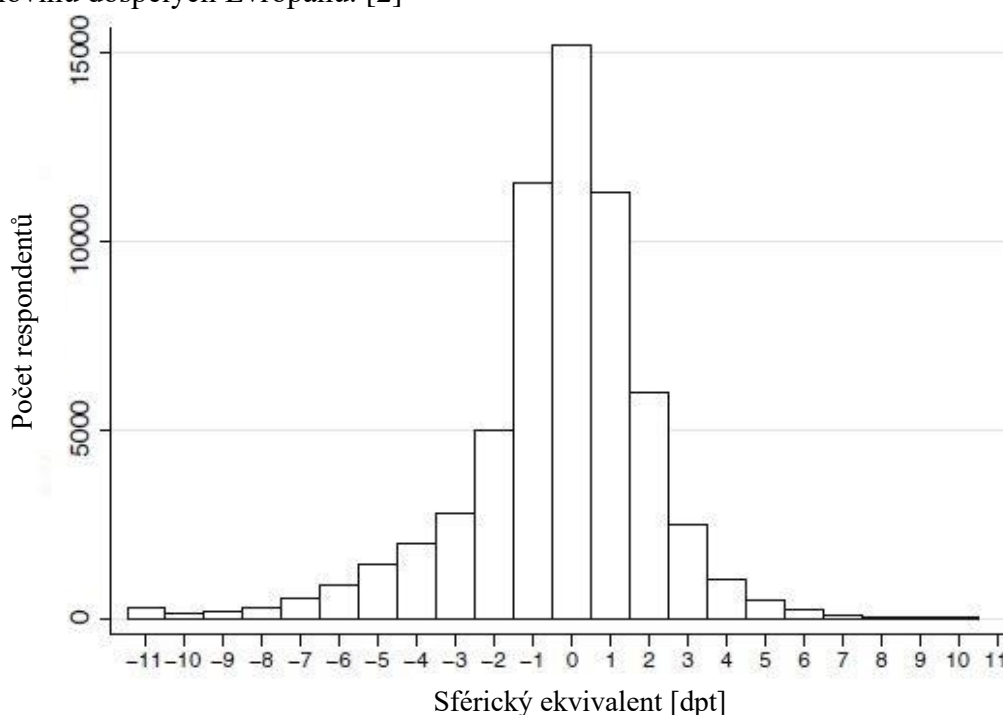
Cílem práce je ověření hypotéz, které byly již na počátku bakalářské práce stanoveny. První hypotézou, která byla stanovena, je předpoklad snížení zrakové ostrosti a zároveň i kontrastní citlivosti u respondentů s nízkou a střední hodnotou astigmatismu po aplikaci asférické kontaktní čočky, vzhledem k nekorigování hodnoty cylindru v požadované ose.

Druhá hypotéza, která byla na počátku experimentální části stanovena, je domněnka o shodné zrakové ostrosti popřípadě o něco lepší zrakové ostrosti u respondentů, kterým byla zjištěna sférická ametropie, při aplikaci asférické kontaktní čočky. Výsledky dílčích hypotéz jsou uvedeny v deváté kapitole práce.

1. Výskyt refrakčních vad v populaci

Prevalence ametropie se výrazně mění s věkem respondentů. Dítě v kojeneckém věku, tedy okolo jednoho roku života, bude hypermetropické a v důsledku vzájemného nesouladu fyzikálních a geometrických parametrů jednotlivých částí oka se během předškolního a školního věku může refrakční stav posunout směrem k myopii. Významný vývoj ametropie probíhá v období puberty a následně se refrakční stav výrazně nemění. [1]

Nedávná studie z roku 2015, která měla za cíl stanovit prevalenci refrakčních vad v Evropě, poskytla nejnovější informace o procentuálním zastoupení jednotlivých refrakčních očních vad v populaci. Souhrnný počet respondentů byl 61 946, avšak do studie nebyli zahrnuti jedinci s kataraktou, dále ti, kteří již podstoupili laserovou refrakční chirurgii, jedinci s keratokonem popřípadě s jinými faktory, které by mohly mít vliv na refrakci. Věk respondentů byl v rozmezí od 15 do 90 let, nicméně vzhledem k malému počtu zúčastněných ve věku od 15 do 24 let (314 osob) a seniorů starších 90 let (156 osob) byla analýza omezena na respondenty starší 25 let a mladší 90 let. Prevalence myopie byla 24,2 % (věkově standardizovaná prevalence 30,6 %), hypermetropie byla 34,7 % (věkově standardizovaná prevalence 25,2 %), ve všech věkových kategoriích byla prevalence astigmatismu 27,3 % (věkově standardizovaný odhad 23,9 %). Po přepočtení na stejnou věkovou strukturu obyvatelstva je nejvýznamnější refrakční vadou v Evropě krátkozrakost. Tato studie odhaduje, že refrakční vada ovlivňuje něco málo přes polovinu dospělých Evropanů. [2]



Obrázek 1: Rozdělení refrakčních vad [2]

2. Možnosti korekce refrakčních vad

K základním a nejčastějším rozhodnutím optometristy při předepisování výsledné korekce patří, zda by refrakční vada měla být korigována zcela popřípadě částečně, aby se předešlo možným komplikacím, jako mohou být astenopické potíže. U vyšších stádií ametropie, kdy korekční pomůcka, ať už se jedná o brýle nebo kontaktní čočky, zlepši zrakovou ostrost, je korekce refrakční vady jednoznačným řešením. Platí všeobecné zásady, při korigování refrakčních vad, avšak je zapotřebí si uvědomit, že vždy záleží na subjektivním pocitu klienta a doporučené postupy, nemohou být použita jako pevná a rychlá pravidla.

Nekorigované refrakční vady mohou mít, zejména u dětí, významný dopad na vzdělávání a školní výsledky obecně.

2.1. Korekce myopie brýlemi

Myopie neboli krátkozrakost může vyplývat z axiální myopie, což je nejčastější příčinou vzniku myopie, kdy osová délka oka je dlouhá vzhledem k lámavosti optické soustavy oka, nebo z refrakční myopie, kdy optická soustava oka má příliš velkou lámavost vzhledem k délce oka. Korekce myopie spočívá v předsazení rozptylné čočky, abychom dosáhli skutečnosti, že obrazové ohnisko rozptylné čočky splyne s dalekým bodem myopického oka. Výsledkem je posunutí obrazu na sítnici. [3]

Myopie jako refrakční vada je podrobněji popsána v monografii Grosvenor [1] a Borish [3].



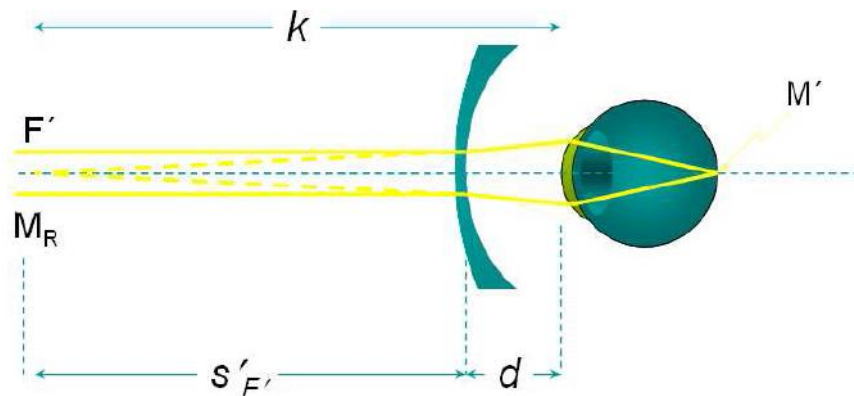
Obrázek 2: Vidění krátkozrakého pacienta bez korekce [4]

V průběhu korekce krátkozrakosti předkládáme do zkušební obruby rozptylné čočky, dokud se vidění zlepšuje. Jedním z pravidel při kompenzaci výše zmíněné refrakční vady je volba nejnižší dioptrické hodnoty rozptylné čočky, se kterou je dosaženo optimální zrakové ostrosti na dálku. Zvolením rozptylné čočky o vyšší dioptrické hodnotě nebude myop cítit

problémy při pohledu na praktické nekonečno, neboli na vzdálenost 6 m, avšak na pracovní vzdálenost a především na čtení bude mít mírné potíže vzhledem k akomodaci. [5]

Pro korekci myopie se využívá meniskových rozptylných čoček, kdy přední a zadní plocha čočky je konkávní směrem k oku.

Důležitým údajem při korekci ametropie brýlemi je vrcholová vzdálenost neboli vzdálenost zadní plochy korekční čočky k rohovce. Vrcholová vzdálenost se obvykle nachází v rozmezí 12 až 16 mm. U zkušební obruby může být vrcholová vzdálenost větší než u následně vybrané brýlové obruby, v tomto případě obrazové ohnisko nesplyne s dalekým bodem oka. Vždy je potřeba zohlednit tuto vzdálenost, aby u myopa nedošlo k překorigování. V případě, že posuneme plusovou brýlovou čočku dále od oka, zvýšíme vrcholovou vzdálenost, a tím se sníží vrcholová lámavost spojných čoček vzhledem k posunu obrazového ohniska. Vzdálíme-li konkávní brýlovou čočku od oka, zvýší se vrcholová lámavost rozptylné čočky pro korekci. [3, 6]



Obrázek 3: Korekce myopie [7]

Vrcholová vzdálenost brýlové čočky od obrazového ohniska je dána součtem vrcholové vzdálenosti mezi čočkou a okem d a vzdáleností dalekého bodu k .

$$s'_{f'} = k + d \quad (1)$$

Následným dosazením vrcholové vzdálenosti do vztahu pro vrcholovou lámavost $S'_{F'}$, získáváme

$$S'_{F'} = \frac{1}{s'_{F'}} = \frac{1}{k + d} = \frac{K}{1 + d \cdot K} \text{ [dpt]} \quad (2)$$

$K = \frac{1}{k}$ je vergence dalekého bodu. Výsledný vztah pro výpočet vrcholové lámavosti je

$$K = \frac{S'_{F'}}{1 - d \cdot S'_{F'}} \text{ [dpt]} \quad (3)$$

Informovanost o pacientově předchozí korekci je důležitá při posuzování následné korekce refrakčních vad. V některých případech si vykorigovaný myop stěžuje na rozmazané vidění do dálky i přesto, že po následném změření zrakové ostrosti se dostaneme na hodnotu lepší než 6/6. S největší pravděpodobností byl myop překorigován. Obecně platí, že pokud byl klient zvyklý na vyšší dioptrickou hodnotu minusové čočky než by potřeboval a nemá žádné potíže, nyní se bude těžko adaptovat na sníženou hodnotu. [8]

Nekompenzovaný myop může být se svým viděním spokojený, jelikož nemá možnost srovnání. Kromě zamlženého vidění do dálky si pacient může také stěžovat na problémy (nejčastěji astenopické potíže) v jeho obvyklé čtecí vzdálenosti. Nekorigovaný myop při pozorování blízkého předmětu neakomoduje, ale jeho oči vykonávají konvergentní pohyb. Lidé kteří zažívají astenopické potíže při čtení často nekoukají binokulárně, ale využívají jen jedno oko. Ve většině případů si nekorigovaní myopové stěžují na neostré a rozmazané vidění do dálky, avšak mezi další příznaky je možné zařadit unavené oči a to kvůli snaze získat ostré vidění do dálky přimhouřením očí. [5, 9, 10]

U nižší a střední myopie se přikláníme k plné korekci. Pacienti s nízkou až střední myopií dobře snáší plnou korekci, a tudíž je doporučena na celodenní nošení. Při předepisování výsledné korekce je důležité brát v úvahu i zaměstnání klienta, jelikož v případě řidiče automobilu nebo pilota letadla i lehká vada, která za normálních světelných podmínek nemusí být patrná, při snížené viditelnosti, kdy se oční zornice zvětší, začne projevovat jako noční myopie. [11]

U vyššího stupně krátkozrakosti nebývá plná korekce akceptována, záleží na subjektivním pocitu klienta. Výsledná zraková ostrost nebývá vždy optimální. Nejlepší zraková ostrost, které lze dosáhnout, je většinou menší než 6/6, obecně však platí, že čím vyšší je dioptrická hodnota myopie, tím horší je vizus.

Plná korekce se ve většině případů nedoporučuje předepisovat prvonositeli, jelikož by se mohly objevit astenopické potíže. Pacient může pociťovat závratě, bolesti hlavy, a následně tyto brýle s největší pravděpodobností odloží, jelikož nošení bude nekomfortní. V takových případech, a to zejména u starších pacientů, neúplná korekce myopie výrazně zlepší vidění. Konečné rozhodnutí je na optometristovi, avšak vždy je zapotřebí brát v úvahu, že korekce by měla poskytnout klientovi uspokojivé vidění a zamezit vzniku vedlejších potíží.

2.2. Korekce myopie kontaktními čočkami

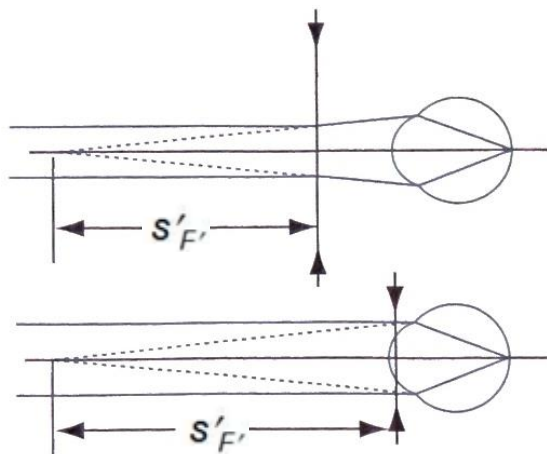
U střední myopie, kde korekce v brýlích nepřesahuje -4,0 dioptrie, ponecháváme identickou hodnotu i v kontaktních čočkách, jelikož změna dioptrií by se řádově pohybovala v hodnotách menších než 0,25 dioptrie. Někdy se doporučuje přepočítávat hodnotu kontaktní čočky již od - 3,0 dioptrií. Má-li klient refrakční vadu větší než -4,0 dioptrie, je nezbytné přepočítat vrcholovou lámavost korekční čočky podle vzorce [12, 13, 14]:

$$S'_{F',C} = \frac{S'_{F',B}}{1 - d \cdot S'_{F',B}} \quad [dpt] \quad (4)$$

$S'_{F',C}$... zadní vrcholová lámavost kontaktní čočky

$S'_{F',B}$... zadní vrcholová lámavost brýlové čočky

d ... vzdálenost brýlové korekční pomůcky od oka



Obrázek 4: Korekce myopie kontaktní čočkou [1]

Zadní vrcholová lámavost brýlové čočky $S'_{F',B} = -5,00 \text{ dpt}$, kdy vzdálenost brýlí od oka uvažujeme $d = 12 \text{ mm}$. Zadní vrcholová lámavost kontaktní čočky je vypočítána dle vzorce (4):

$$S'_{F',C} = \frac{-5,00}{1 - (0,012 \cdot (-5,00))} = -4,71 \text{ dpt}$$

Z výpočtu je tedy patrné, že dioptrická hodnota kontaktní čočky bude ve výsledku o nižší dioptrické hodnotě, než byla původní brýlová čočka.

2.3. Korekce hypermetropie brýlemi

Hypermetropie neboli dalekozrakost může být axiální, kdy osová délka oka je kratší než u oka emetropického, nebo refrakční hypermetropie, u které optická soustava oka má příliš malou lámavost vzhledem k osově délce oka. Pro korekci dalekozrakého oka se využívá spojné čočky, jejíž pomocí obrazové ohnisko splyne s dalekým bodem hypermetropického oka. [3]

U dalekozrakosti předsazujeme spojné čočky do té doby, než se vidění zhorší, a řídíme se pravidlem korekce spojnou čočkou s nejvyšší dioptrickou hodnotou, která je pro hypermetropa akceptována, poskytuje ostré vidění a nezpůsobuje potíže.



Obrázek 5: Vidění dalekozrakého pacienta bez korekce [4]

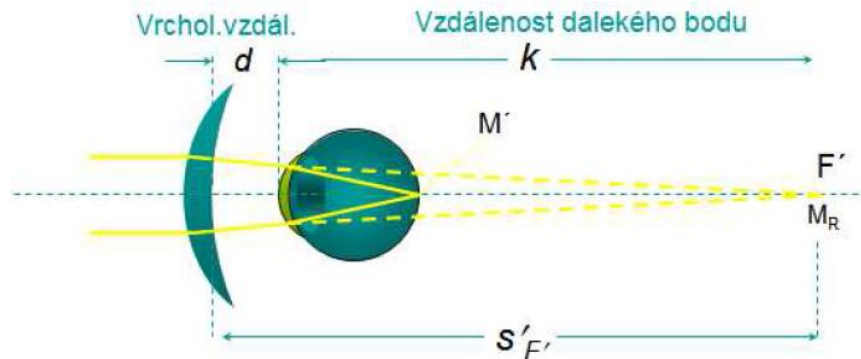
Přestože nekorigovaná myopie má větší nepříznivý vliv na zrakovou ostrost než nekorigovaná hypermetropie, existuje, především u dětí, úzká vazba mezi hypermetropií, amblyopií a strabismem, což představuje vysoké riziko možnosti trvalé ztráty zraku.

Mezi faktory, na kterých záleží při stanovení korekční pomůcky, je věk pacienta, stupeň hypermetropie, akomodace a binokulární stav oka.

Plná refrakční korekce bude pro většinu hypermetropů nepohodlná, je to z důvodu, že už mladí hypermetropové využívají akomodace ke kompenzaci mírné až střední hypermetropie. Vzdálené předměty jsou v důsledku akomodace vnímány ostře.

U lehké hypermetropie +0,75 dioptrie nedochází k výrazným změnám zrakové ostrosti za skotopického vidění. Za snížených světelných podmínek dochází k posunu refrakčního stavu oka směrem k myopii, avšak u výše zmíněné hypermetropie nízké osvětlení zmenší noční myopii, ale výrazně neovlivní ostré vidění. Rozmazané vidění ve večerních hodinách, neschopnost rozpoznat detaily, oslnění od protijedoucích aut a další projevy vnímají mnohem častěji lidé v mladším věku, jelikož v důsledku stárnutí, a tedy s klesající akomodační schopností, klesá hodnota noční myopie. [15, 16]

Výsledky subjektivní refrakce se mohou v porovnání odlišovat o hodnotu 0,50 dioptrie. Jestliže vyšetřovaný klient nemá žádné potíže, jeho zraková ostrost je dostatečná pro pohodlné ostré vidění, není potřeba upravovat dioptrickou hodnotu. Na druhé straně, pociťuje-li pacient zlepšení ostrosti vidění po předsažení nové korekce, kdy změna je 0,50 dioptrie a více oproti stávající, je doporučováno předepsat sférickou změnu. [8]

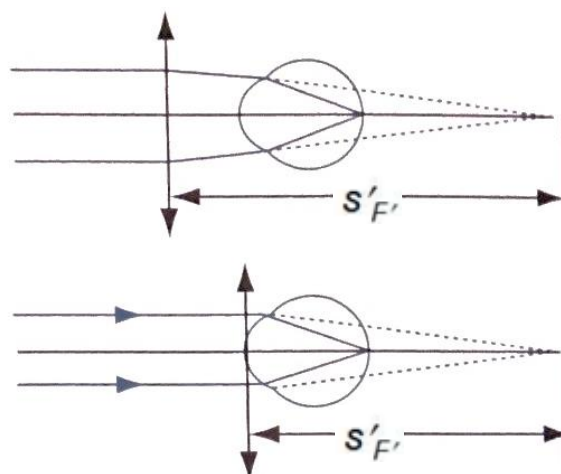


Obrázek 6: Korekce hypermetropie [7]

2.4. Korekce hypermetropie kontaktními čočkami

Při předepisování kontaktních čoček u hypermetropů platí podobné pravidlo jako u myopie. V případě refrakční vady, kdy její hodnota je větší než +4,0 dioptrie, je zapotřebí použít kontaktní čočku o vyšší optické mohutnosti. Hodnota, o kterou bude optická mohutnost navýšena, je daná výpočtem nebo je možné vycházet z přepočtové tabulky (příloha 1). [13, 14]

Obrázek 7 zobrazuje obrazovou ohniskovou vzdálenost, která je menší u kontaktní čočky než v případě brýlové čočky, z tohoto důvodu i vrcholová lámavost je následně větší u kontaktní čočky.



Obrázek 7: Korekce hypermetropie kontaktní čočkou [1]

2.5. Korekce astigmatismu brýlemi

Astigmatismus je refrakční vada oka, kdy paprskové svazky vstupující do oka jsou fokusovány do různých rovin. Je tomu tak proto, že optická mohutnost je odlišná v různých meridiánech jednotlivých elementů oka. Astigmatismus vzniká nejčastěji v důsledku nepravidelností lámavých ploch rohovky, oční čočky a decentricitou oční čočky vůči rohovce. Po průchodu paprskových svazků optickou soustavou oka dochází ke vzniku dvou fokál, jejichž vzdálenost se nazývá Sturmův interval a nejužší místo astigmatického svazku je označováno jako kroužek nejmenšího rozptylu. [1,3, 16]



Obrázek 8: Vidění klienta s astigmatismem [4]

Vidění astigmatického oka bez korekce brýlemi popřípadě kontaktními čočkami je ovlivňováno řadou faktorů jako například hodnotou síly astigmatismu, typem astigmatismu a směrem osy cylindru. Pro korekci astigmatismu se používá speciálních optických čoček, které nazýváme torické. [6]

Ostrého sítnicového obrazu nelze u astigmatického oka dosáhnout změnou vzdálenosti předmětu, jako je tomu u oka myopického, ani akomodačním úsilím není možné získat požadované zaostření pozorovaného předmětu. Korektní optická korekce je jedinou možností pro vytvoření ostrého retinálního obrazu.

Přítomnost astigmatismu může mít vliv na vývoj sférické refrakční vady. Zatímco přítomnost astigmatismu v dětství by měla pomoci při regulaci růstu oka k emetropii, je také možné, že degradace kvality sítnicového obrazu v důsledku astigmatismu může poškodit průběh emetropizace a vést k rozvoji a progresi myopie.

Pro korekci astigmatických refrakčních vad se nejčastěji používají brýlové čočky. Vzhledem k tomu, že se brýle nacházejí v stabilní poloze před okem, poskytují stabilní korekci pro široké spektrum astigmatických vad. V praxi se nejčastěji setkáváme s klienty, kteří mají problémy s adaptací na cylindrickou korekci a to zejména při změně osy cylindru při vyšších dioptrických

hodnotách astigmatismu. Předepsáním částečné síly cylindru při zachování sférického ekvivalentu dochází ve většině případů ke snížení prostorových nerovností, které vznikly v důsledku cylindru. [17, 18]

U korekce astigmatismu platí stejné pravidlo, které bylo uvedeno výše u myopie a hypermetropie. Nekorigovaný pacient s astigmatismem, jehož zaměstnáním je například účetní ve firmě, kde celý den pracuje s čísly, bude mít jiné nároky na ostrost obrazu než matka na mateřské dovolené. Pro rozpoznání cifer, jako jsou například 3, 6, 8, 9, 0, je zásadní přesná a spolehlivá korekce astigmatismu, abychom zajistili rozpoznávání kulatých znaků.

Korekce astigmatismu je také velice důležitá u dětí, jelikož nekorigovaná astigmatická refrakční vada u nich může mít vliv na vývoj zraku a vést k amblyopii neboli tupozrakosti. [17]

2.6. Korekce astigmatismu kontaktními čočkami

Astigmatismus je možný vykompenzovat použitím měkkých nebo tvrdých kontaktních čoček. Měkké torické kontaktní čočky jsou považovány za vhodné pro pacienty od hodnoty cylindru - 0,75 dioptrie. V případě, že kontaktní čočky jsou nošeny klientem příležitostně například na sport, do divadla, nebo se dříve projevila zvýšená citlivost na tvrdé kontaktní čočky, měkké korekční kontaktní čočky by měly být první volbou. [19, 20]

Na druhé straně existuje řada nositelů, kterým korekce tvrdými kontaktními čočkami poskytuje lepší vidění. Tvrdé kontaktní čočky mohou vzhledem k nepravidlostem na rohovce zajistit uspokojivou ostrost pozorovaného předmětu lepší, než tomu bylo s měkkými torickými čočkami. [19]

U pacientů s nízkým astigmatismem, kdy je hodnota cylindru menší než -0,75 dioptrie, aplikujeme sférické kontaktní čočky, jejichž výsledná dioptrická hodnota je vypočítána jako sférický ekvivalent podle vzorce:

$$SE = S + \frac{C}{2} [dpt] \quad (5)$$

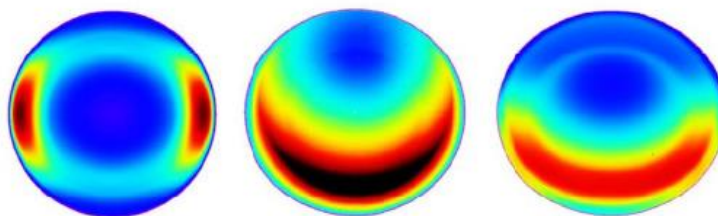
SE...sférický ekvivalent

S...sférická hodnota [dpt]

C...cylindrická hodnota [dpt]

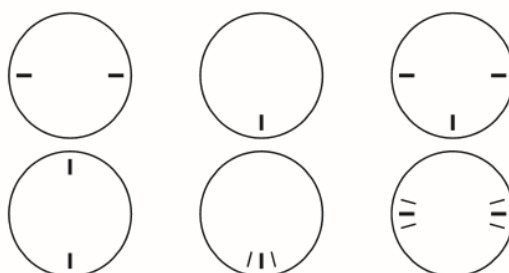
Měkké torické kontaktní čočky je nezbytné zabezpečit z hlediska stabilizace kontaktní čočky, aby nedocházelo vlivem rotace čočky k nekvalitnímu vidění. Existují čtyři základní stabilizační mechanismy: trunkace, prizmatické ztluštění, ztenčené zóny a zadní torický povrch.

Trunkace, pro kterou je charakteristické zarovnání dolního okraje čočky, má z výše zmíněných stabilizačních mechanismů nejlepší propustnost pro kyslík, je však pro klienta nepříjemná a nepohodlná z důvodu větší tloušťky kontaktní čočky u okraje. U prizmatického zatížení (někdy označováno jako prizmatické ztlustění popřípadě prism ballast) je kontaktní čočka ve spodní části tlustší a mechanismus je založen na gravitaci a tonu víček. Z výše zmíněného důvodu pocítují pacienti problém v horizontální poloze, kdy vlivem změny polohy hlavy dochází k posunu čočky. Výhodou stabilizačního mechanismu nazývaného ztenčené zóny oproti ostatním způsobům stabilizace je především kontakt víček při mrkání již s tenkými periferními zónami čočky, dostatečná propustnost pro kyslík. U tvrdých kontaktních čoček se využívá zadního torického povrchu, u nějž je cylinder realizován na zadní ploše čočky. Zadní torický povrch však není možné aplikovat u klientů s čočkovým astigmatismem a u astigmatismu, který vzniká na zadní ploše rohovky. [21]



Obrázek 9: Stabilizační mechanismy u torických kontaktních čoček (ztenčené zóny, prizmatické ztlustění) [22]

Torické kontaktní čočky jsou označeny laserovými značkami z důvodu identifikace umístění kontaktní čočky na rohovce po eventuální rotaci. Většinou se na kontaktní čočce nacházejí tři značky, kdy jedna směřuje na pomyslné číslo 6 a další dvě, které se mohou nacházet v horizontále popřípadě na pomyslném místě 5 a 7. Následně na štěrbinové lampě je kontaktolog schopen identifikovat vychýlení značek a určit míru rotace čočky. Při pootočení čočky po směru hodinových ručiček je úhel rotace ve stupních připočten k ose ve zkušební čočce, jež vychází z osy korekce cylindru v brýlích. Rotace laserových značek proti směru hodinových ručiček o daný úhel je nutno odečíst od osy zkušební čočky. Předpokládáme, že rotace zkušební čočky o danou velikost ve stupních bude shodná i u definitivní čočky. [21]



Obrázek 10: Laserové značky na měkkých kontaktních čočkách [23]

Korekce astigmatismu kontaktní čočkou, kdy nalézáme dioptrické hodnoty vyšší než $\pm 4,0$ dioptrie, vyžaduje přepočítání vrcholové lámavosti kontaktní čočky dle vzorce. U torické korekce se výpočet provádí pro oba meridiány s optickou mohutností zvlášť. V první řadě se převede sféro-cylindrický zápis na cylindro-cylindrický, dle výše uvedeného vztahu je vypočítána hodnota vrcholové lámavosti a posléze opět převodem získáme sféro-cylindrický zápis. [13, 14]

3. Korekce kontaktní čočkou oproti brýlím

Kontaktní čočky jsou v kontaktu s rohovkou, znamená to tedy, že při změně směru pohledu očí se kontaktní čočka pohybuje ve stejném směru, což je v rozporu s korekcí brýlemi. V mnoha případech nabízí nošení kontaktních čoček nositeli výjimečnou kvalitu vidění.

3.1. Výhody a nevýhody brýlí

Brýle, ale samozřejmě i kontaktní čočky, mají určité výhody pro nositele. Zda jsou v dané situaci vhodnější brýle, nebo kontaktní čočky závisí na řadě faktorů, včetně věku pacienta, fyziologii rohovky, motivaci pro nošení kontaktních čoček a také na financích. Povinností optometristy je poskytnout informace a vysvětlit nositeli, jaká korekční pomůcka bude pro něj vhodná.

Jednou z výhod pro pacienty je, že brýle mohou být v mnoha případech ekonomičtější. Pokud se korekce nezmění nebo nedojde k mechanickému poškození brýlí, není nutné brýlovou korekční pomůcku měnit. V případě změny korekce postačí u brýlí vyměnit dioptrické čočky, jelikož brýlovou obrubu je možné ponechat.

Kosmetickou nevýhodou brýlových čoček je, že mohou zdánlivě měnit velikost očí. Oči vypadají větší s plusovými korekčními čočkami a naopak menší s minusovými brýlovými čočkami. Někteří lidé preferují kontaktní čočky, jelikož mají pocit, že brýlová obruba mění jejich pohled, avšak v dnešní době brýle mohou být použity jako módní doplněk.[31]

V jistých případech však mohou být brýle pro klienta nepraktické, například při sledování televize v poloze na boku, při čtení, sportu a dalších aktivitách.

Ametropické oko korigované brýlovými čočkami nedosáhne stejných optických podmínek jako oko bez refrakční vady, jelikož brýlová korekční čočka se zpravidla nachází ve vzdálenosti 12 až 16 mm před vrcholem rohovky, přesněji před hlavním předmětovým bodem oka, oči mohou provádět pohyby do různých směrů a také při pohledu přes okrajové části čočky se vyskytuje prismatický efekt. [3]

3.2. Výhody a nevýhody kontaktních čoček

Kontaktní čočky nabízí různé výhody. Ve srovnání s brýlemi kontaktní čočky umožňují snadnější a komfortnější nošení během sportovních a volnočasových aktivit především také tím, že poskytují širší zorné pole, menší pravděpodobnost dislokace a sklouznutí z tváře kvůli pocení, jako je tomu u brýlí. [24]

Kontaktní čočky nejsou ovlivněny klimatickými podmínkami, nedochází tedy k zamlžení čoček například při přechodu z venkovního chladného prostředí do místnosti jako u brýlových čoček. [25, 26]

Jednou z předností kontaktních čoček je i estetická stránka, jelikož kontaktní čočky nebudou v rozporu s tím, co nosíme, ani s aktuálními trendy. Výběr kontaktní čočky jako korekční pomůcky může mít pro řadu lidí zásadní význam, jelikož může napomoci k lepšímu začlenění se ve společnosti, zvýšení sebevědomí jedince a také ke zdokonalení popř. vyzkoušení novým sportovních aktivit, ve kterých mohl být jedinec v důsledku brýlové korekce limitován.

Na druhé straně mají někteří lidé problém s aplikací čoček, jelikož je zapotřebí manuální zručnost, a v případě čoček s plánovanou výměnou popř. u konvenčních čoček nošených denním způsobem je důležitá každodenní dezinfekce před vložením do pouzdra, abychom předcházeli možným infekcím.

Korekce ametropie kontaktními čočkami může nabídnout prakticky stejné optické podmínky, jako je tomu u oka emetropického. Je to způsobeno tím, že kontaktní čočka je v přímém kontaktu s rohovkou, čímž je vzdálenost od hlavního bodu oka minimální, a také se kontaktní čočka pohybuje zároveň s pohybem očí.

3.3. Optické rozdíly

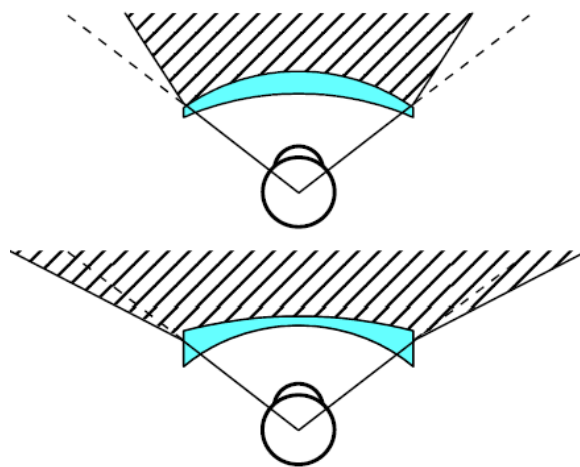
3.3.1. Zorné pole

Při přechodu z brýlí na kontaktní čočky jsou značné rozdíly v zorném poli. Nehledě na to, jakou ametropii bereme v úvahu, dochází ke změně zorného pole na stejnou velikost jako u emetropie. U vyššího stupně ametropie je tato změna výraznější. Nejzákladnější omezení, které způsobují brýle, je obruba brýlí, dále může být zorné pole stíněno nosníkem popřípadě širokými stranicemi, které mohou zaclonit část zorného pole. Lá mavost, jako jeden z faktorů, ovlivňuje zorné pole. [27]

Pohled přes brýle se spojky je ve srovnání se stavem bez čoček menší, zorné pole zužují, naopak rozptylné čočky zorné pole rozšiřují.

U hypermetropa, který přechází z brýlové korekce na korekci kontaktní čočkou, se relativně zvětší zorné pole, naopak u myopa, který přechází z brýlové korekce na korekci kontaktními čočkami, se zorné pole zmenší. [27, 28]

Další rozdíl, který je možné pozorovat u myopie a hypermetropie, je míra nutnosti natáčení hlavy po předsazení korekční pomůcky. Nachází-li se pozorovaný objekt v periférii, myopické oko s předsazenou korekční čočkou není nutné ve velké míře natáčet hlavu. Důvodem je skutečnost, že po předsazení konkávní čočky dojde ke změně chodu paprsků čočkou a zdánlivě vytvořený střed otáčení je situován před skutečným středem otáčení oka. Na straně druhé, hypermetropické oko korigované konvexní čočkou přiměje natáčet hlavu více. [27]



Obrázek 11: Zorné pole u myopa a hypermetropa [13]

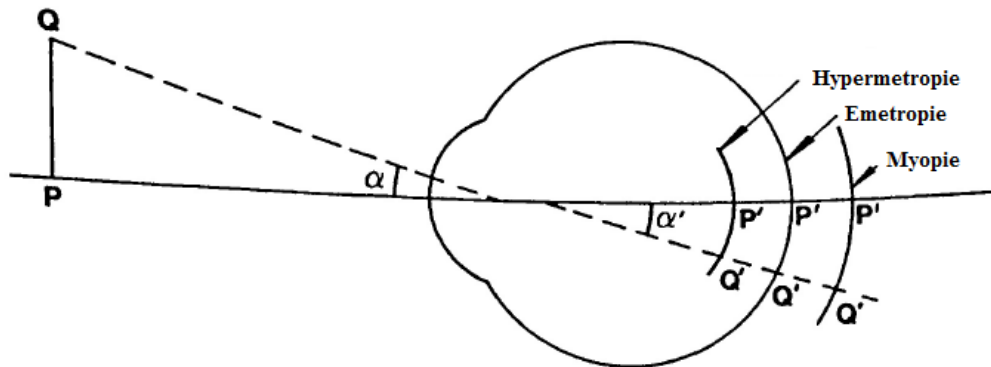
3.3.2. Velikost sítnicových obrazů

Krátkozraký člověk je schopen zaostřit objekty na kratší vzdálenost než je obvyklé, může tedy získat větší sítnicové obrazy, a proto by měl být schopen rozlišit více detailů.

Při přechodu z brýlové korekce na korekci kontaktní čočkou dochází v případě hypermetropie ke zmenšení velikosti sítnicového obrazu, které může mít u vyššího stupně hypermetropie za následek snížení zrakové ostrosti. U oka myopického se relativně zvětší obraz na sítnici, což se může projevit znatelným zlepšením zrakové ostrosti. Vzdálenost korekční pomůcky od rohovky má také vliv na velikost retinálního obrazu. U konkávní čočky pro korekci myopie platí, že čím blíže se nachází brýlová čočka k oku, tím větší je velikost obrazu na sítnici. [5, 27]

Jak již bylo uvedeno dříve, myopické oko má větší osovou délku vzhledem k lámavosti optické soustavy oka, a tím paprsky vstupující přes uzlový bod oka dopadají na sítnici později, než je tomu u oka emetropického. Obraz vytvořený optickou soustavou oka

je převrácený a zvětšený. Hypermetropické oko má naopak kratší osovou délku oka vzhledem k lámavosti optické soustavy oka a paprsky dopadají na sítnici dříve, než u oka bez refrakční vady, kdy je výsledný obraz převrácený a zmenšený. [9, 29]



Obrázek 12: Velikost sítnicových obrazů [29]

3.3.3. Akomodace a konvergence

Odlišnosti při korekci různými korekčními pomůckami můžeme pozorovat zejména u akomodace a konvergence. Krátkozraký člověk, jehož dosavadní optickou pomůckou byly brýle, bude při změně na kontaktní čočky více akomodovat a konvergovat. Jedním z faktorů je uvolněná konvergence u myopů, kterou bychom měli brát v úvahu při předepisování kontaktních čoček myopickým pacientům. Myopické oko s dosavadní brýlovou korekcí centrovanou do dálky bude při pohledu na blízký předmět méně konvergovat v důsledku prizmatického účinku. Vliv prizmatického účinku při korekci refrakčních vad kontaktními čočkami je zanedbatelný. Naopak ve srovnání s krátkozrakým okem bude hypermetropické oko se svou brýlovou korekcí v důsledku klínového účinku více konvergovat na blíže vzdálené předměty. [10, 30]

Akomodační úsilí při korekci brýlemi popř. kontaktními čočkami začíná být významné s rostoucím věkem klientů a nástupem presbyopie. Hypermetropický presbyop, který nosí brýle, bude vyžadovat v důsledku zvýšeného akomodačního úsilí přídavek do blízka dříve než myop s brýlemi. Na druhé straně, jestliže stejný člověk bude nosit kontaktní čočky, akomodační úsilí se v případě hypermetropa sníží a u myopa zvýší, což může u krátkozrakého oka urychlit progresi presbyopie. [30, 31]

Rozdíl akomodace u sférické ametropie korigované brýlemi a kontaktními čočkami je ukázán názorně v následujícím výpočtu.

Myopické oko s refrakční vadou $-6,0$ dioptrií korigované brýlemi nacházející se ve vrcholové vzdálenosti 14 mm pozoruje předmět ve vzdálenosti 40 cm. Vzdálenost dalekého bodu oka je dána výpočtem:

$$A_R = \frac{S_{B'}}{1 - dS_{B'}} [dpt] \rightarrow A_R = \frac{-6,00}{1 - (0,014) \cdot (-6,00)} = -5,54 \text{ dpt} \quad (6)$$

$$a_R = \frac{1}{A_R} [m] \rightarrow a_R = \frac{1}{-5,54} = -0,1805 \text{ m} \quad (7)$$

Obraz (B') pozorovaného předmětu (B) se nachází před rozptylnou čočkou ve vzdálenosti:

$$X'_B = X_B + S'_B [dpt] \rightarrow X'_B = -2,5 + (-6) = -8,5 \text{ dpt} \quad (8)$$

$$x'_B = \frac{1}{X'_B} [m] \rightarrow x'_B = \frac{1}{-8,5} = -0,1176 \text{ m} \quad (9)$$

Výslednou akomodaci krátkozrakého oka při pozorování předmětu ve vzdálenosti 40 cm za využití brýlové čočky získáme rozdílem převrácené hodnoty vzdálenosti dalekého bodu (R) a polohy obrazu před hlavní rovinou oka B' .

$$a'_B = x'_B - d [m] \rightarrow a'_B = -0,1176 - 0,014 = -0,1316 \text{ m} \quad (10)$$

$$A_{b\check{c}} = \frac{1}{a_R} - \frac{1}{a'_B} [dpt] \rightarrow A_{b\check{c}} = \frac{1}{-0,1805} - \frac{1}{(-0,1316)} = 2,07 \text{ dpt} \quad (11)$$

S brýlovou korekcí bude myopické oko akomodovat $2,06$ dpt na blízký předmět ve vzdálenosti 40 cm.

Pro ověření větší akomodace s kontaktní čočkou u myopického oka je doložen následující výpočet. Uvažujeme krátkozraké oko se shodnou refrakční vadou $-6,0$ dioptrie za stejných podmínek. Již výše bylo zmíněno, že je nezbytné u kontaktních čoček přepočítat vrcholovou lámavost, jejíž hodnota v brýlích je vyšší než $\pm 4,0$ dioptrie. Vrcholová lámavost je vypočítána dle vzorce (4).

$$S'_{F',C} = \frac{S'_{F',B}}{1 - d \cdot S'_{F',B}} [dpt] \rightarrow S'_{F',C} = \frac{-6,00}{1 - (0,014) \cdot (-6,00)} = -5,535 \text{ dpt}$$

Pro zjištění akomodace je nutné zjistit umístění předmětu (a_B) a obrazu (a'_B) od hlavní roviny myopického oka, dle vzorce (7)

$$a_R = \frac{1}{A_R} [m] \rightarrow a_R = \frac{1}{-5,535} = -0,1807 m$$

$$a_B = x_B - d [m] \rightarrow a_B = -0,40 - 0,014 = -0,414 m \quad (12)$$

$$A'_B = \frac{1}{a_B} + \frac{1}{a_R} [dpt] \rightarrow A'_B = \frac{1}{-0,414} + \frac{1}{(-0,1807)} = -7,949 dpt \quad (13)$$

$$a'_B = \frac{1}{A'_B} [m] \rightarrow a'_B = \frac{1}{-7,949} = -0,126 m \quad (14)$$

Výsledná akomodace kontaktní čočky je:

$$A_{kč} = \frac{1}{a_R} - \frac{1}{a'_B} [dpt] \rightarrow A_{kč} = \frac{1}{-0,1807} - \frac{1}{(-0,126)} = 2,42 dpt \quad (15)$$

Na základě výše uvedených výpočtů byla prokázána vyšší akomodace s kontaktní čočkou než při korekci brýlovou čočkou.

Stejným postupem bychom počítali akomodaci u hypermetropického oka korigovaného kontaktní čočkou a brýlovou čočkou. V následující tabulce jsou uvedeny výsledné akomodace myopického a hypermetropického oka za využití korekční pomůcky brýlové a následně kontaktní čočky.

Tabulka 1: Akomodace u myopie a hypermetropie korigované brýlemi a kontaktní čočkou [6]

<i>Refrakční vada (korekce)</i>	<i>Dioptrie</i>	<i>Akomodace</i>	<i>Vzdálenost předmětu</i>
<i>Myopie (brýle)</i>	-6,00 dpt	2,07 dpt	40 cm
<i>Myopie (kontaktní čočky)</i>		2,42 dpt	
<i>Hypermetropie (brýle)</i>	+6,00 dpt	2,87 dpt	
<i>Hypermetropie (kontaktní čočky)</i>		2,42 dpt	

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že hypermetrop a myop s korekčními kontaktními čočkami akomoduje se stejným úsilím. [2]

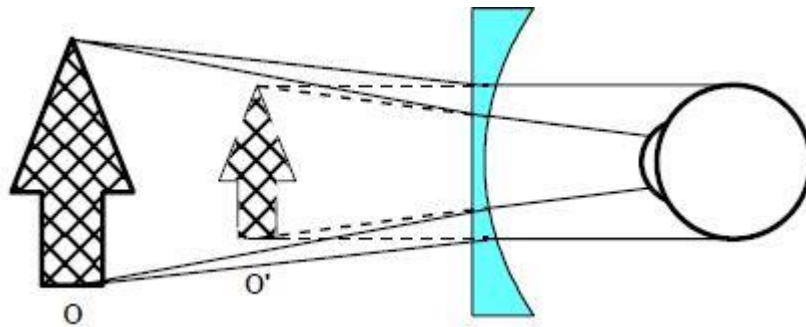
3.4. Zvětšení brýlových čoček a kontaktních čoček

Zvětšení brýlových čoček je definováno jako poměr velikosti úhlového zvětšení obrazu po umístění brýlové čočky před oko klienta k velikosti úhlového zvětšení obrazu nekorigovaného oka. [3, 13] Zvětšení brýlových čoček je definováno vzorcem:

$$m = PF \cdot SF = \frac{1}{1 - a \cdot S'_{F'}} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{t}{n}\right) \cdot \varphi_1}, \quad (16)$$

kde PF udává vliv optické mohutnosti čočky a SF je tvarový parametr. a je vzdálenost od uzlového bodu oka [m], $S'_{F'}$ zadní vrcholová lámavost [dpt], t centrální tloušťka [m], n index lomu, φ_1 optická mohutnost [dpt]. [13]

Z obrázku 13 je patrné, že rozptylné čočky pro korekci myopie zmenšují obraz. Pro potvrzení je uveden konkrétní příklad.



Obrázek 13: Zmenšení předmětu O rozptylnou čočkou [13]

Brýlová čočka s vrcholovou lámavostí $S'_{F'} = -3,0 \text{ dpt}$ je umístěna $a = 15 \text{ mm}$ od uzlového bodu myopického oka. Optická mohutnost je $\varphi_1 = 4,0 \text{ dpt}$, centrální tloušťka čočky je $t = 2 \text{ mm}$, index lomu čočky $n = 1,50$. Zvětšení brýlové čočky je vypočteno dle vzorce (16).

$$m = PF \cdot SF = \frac{1}{1 - a \cdot S'_{F'}} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{t}{n}\right) \cdot \varphi_1}$$

$$m = \frac{1}{1 - (0,015) \cdot (-3,00)} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{0,002}{1,50}\right) \cdot 4}$$

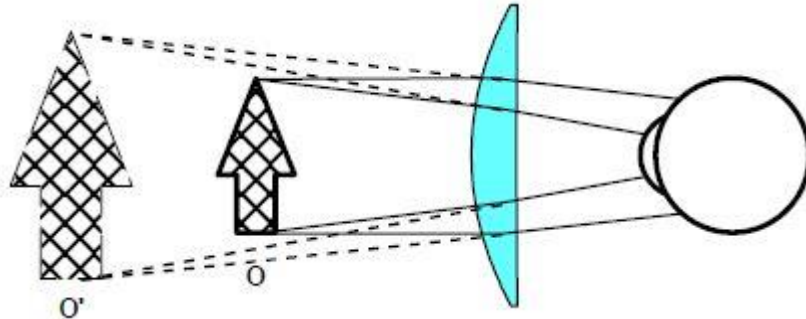
$$m = 0,962$$

$$m = 100 \cdot (0,962 - 1)$$

$$m = -3,8 \%$$

Obraz vytvořený rozptylnou brýlovou čočkou je menší $m = -3,8 \%$.

Na druhé straně spojně čočky předmět zvětšují, jak je uvedeno na obrázku 14. Metoda výpočtu je shodná, jak je uvedeno u rozptylně čočky. Pro úplnost spojná čočka $S'_{F'} = 5,0 \text{ dpt}$ poskytuje zvětšení $m = 8,1 \%$. [13]



Obrázek 14: Zvětšení předmětu O spojnou čočkou [13]

Pro poskytnutí představy o změně zvětšení při korekci kontaktní a brýlovou čočkou je uveden následující konkrétní příklad.

Hypermetropickému klientovi s brýlovou korekcí $S'_{F',B} = +14,00 \text{ dpt}$ ve vzdálenosti 12 mm před okem byla naaplikována kontaktní čočka o vrcholové lámavosti vypočítané dle vzorce (4)

$$S'_{F',C} = \frac{S'_{F',B}}{1 - d \cdot S'_{F',B}} [\text{dpt}]$$

$$S'_{F',C} = \frac{+14,00}{1 - (0,012) \cdot (+14,00)} = 16,83 \text{ dpt}$$

Výsledná změna zvětšení je definována vztahem:

$$m = \frac{S'_{F',B}}{S'_{F',C}} \quad (17)$$

$$m = \frac{+14,00}{+16,83} = 0,832$$

$$m = 100(0,832 - 1) = -16,08 \%$$

Procentuální změna zvětšení byla vypočtena $m = -16,08 \%$. [29]

3.5. Zraková ostrost

Myopický klient, jehož každodenní korekce je brýlová, může teoreticky pociťovat při změně korekční pomůcky na kontaktní čočky prostorové zkreslení, které však bude pro myopického klienta kompenzováno větším obrazem na sítnici, což může mít vliv na lepší rozlišení detailů. Zraková ostrost s kontaktními čočkami může být v případě sférické ametropie shodná, popřípadě o něco lepší, než které je dosaženo s brýlovou korekcí. Snížená zraková ostrost se může objevit z nepřesné korekce astigmatismu sférickými kontaktními čočkami, ale také vlivem rotace a decentrace torické kontaktní čočky na oku. Zraková ostrost u nositelů kontaktních čoček může být dále ovlivněna depozity, nestabilitou slzného filmu, ztrátou optické kvality se stářím materiálu. Za jistých okolností však kontaktní čočka může mít pozitivní vliv na zrakovou ostrost, jako u keratokonu korigovaného tvrdou kontaktní čočkou. [33, 34]

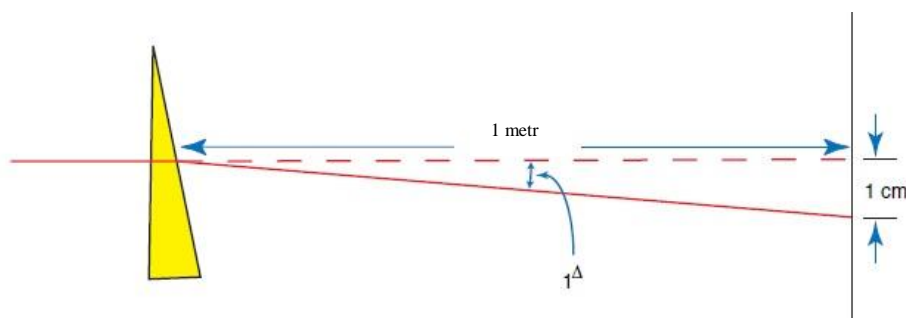
3.6. Adaptace na brýlovou korekci

K základním a nejdůležitějším cílům v praxi optometristy patří spokojenost vyšetřovaných pacientů s nově předepsanou brýlovou korekcí. Z výsledků výzkumu, který byl realizován v Kanadě na University of Waterloo, School of Optometry, bylo zjištěno, že k nejčastějším důvodům neschopnosti se adaptovat na brýlovou korekci patří předepsání spojné čočky o vyšší dioptrické hodnotě na dálku, než bylo ve skutečnosti nezbytné (59 respondentů z 223). Nevyhovující hodnota cylindrické korekce se vyskytla jako další příčina nespokojenosti účastníků výzkumu (41 z celkového množství 223 lidí). [10]

4. Chyby a nepřesnosti při centrování brýlových čoček

4.1. Navození nechtěného prizmatického účinku

Spojnou čočku je možné schématicky prezentovat jako dva hranoly neboli klíny, jejichž báze se navzájem dotýkají, naopak rozptylná čočka může být zobrazena dvěma hranoly s bázemi nacházejícími se od sebe. Při průchodu paprsku hranolem dochází k tzv. prizmatickému účinku, kdy paralelní paprsky světla dopadající kolmo na stěnu hranolu se odchýlí od svého prvotního směru a lámou se směrem k bázi. Míra deviace neboli odchylka paprsku od původního směru světelného paprsku roste se vzrůstající vzdáleností dopadajícího paprsku od optického středu hranolu. Jednotkou prizmatického účinku je prizmatická dioptrie (pdpt), kdy v případě prizmatického účinku 1 pdpt je paralelně přicházející paprsek při dopadu kolmo na stěnu hranolu odchýlen o 1 cm na vzdálenost 1 m. [35, 36]



Obrázek 15: Prizmatický účinek klínu [37]

Abychom předcházeli navození nechtěného prizmatického účinku, je důležité, aby optická osa brýlové čočky korespondovala se středem otáčení oka pacienta. K navození horizontálního prizmatického účinku dochází v případě nesprávného určení vzdálenosti středů zornic neboli PD (pupilární vzdálenost, udávaná v mm). Základní pomůckou pro určení vzdálenosti středů zornic je PD měřítko nebo častěji využívaný digitální PD metr. Chybné určení pupilární vzdálenosti má za následek vznik prizmatického účinku, kdy v případě spojné čočky je kritický směr decentrace nazální, jelikož vzdálenost optických středů čočky je menší než vzdálenost středů zornic, což vede k divergenci. U rozptylné čočky je kritický směr temporální, kdy vzdálenost optických středů čočky je větší než pupilární vzdálenost. Za méně kritický směr je považován u hypermetropa temporální směr decentrace a u myopa nazální směr, který vede ke konvergenci. Obrázek 16 znázorňuje kritické směry decentrace brýlí. Navození vertikálního prizmatického účinku může nastat v případě chybného určení výšky polohy zornic. [35, 36]

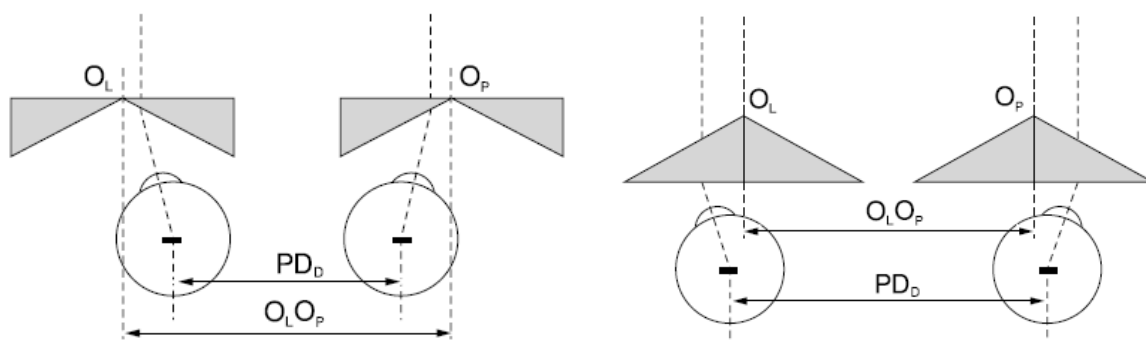
Výpočet pro prizmatickou decentraci při navození nechtěného prizmatického účinku je možné určit podle Prentice-ho vzorce:

$$\Delta = S' \cdot d \text{ [pdpt]} \quad (18)$$

S' ... vrcholová lámavost čočky [dpt]

d ... decentrace [cm]

K důležitým parametrům, které je nutné určit u zákazníka, patří hodnota PD, výška centrace, inklinace, vertex distance a úhel prohnutí obruby.



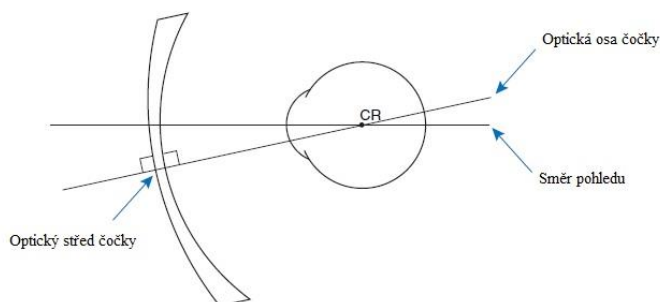
Obrázek 16: Kritické směry nežádoucí korekce brýlových čoček u hypermetropa a myopa [37]

$O_L O_P$... vzdálenosti optických středů v brýlích

PD ... odpovídá vzdálenosti středů zornic

4.2. Inklinace

Z důvodu kosmetických, ale i optických, je nezbytné u každého jednotlivce individuálně přizpůsobit inklinaci brýlové obruby. Abychom zabránili aberacím čočky, které by byly způsobeny nakloněním brýlí, je zapotřebí posunutí optického středu čočky o 1 mm pro každé 2 stupně inklinace. [38]



Obrázek 17: Správná inklinace obruby [38]

4.3. Vrcholová vzdálenost

Vzdálenost od zadní plochy čočky k povrchu rohovky je další parametr, který je nutné zohlednit při přizpůsobení brýlové obruby. Za průměrnou hodnotu vrcholové vzdálenosti je považována vzdálenost 14 mm od zadní plochy brýlové čočky k povrchu rohovky, ačkoliv čím blíže je umístěna korekční pomůcka k očím, tím lépe, ovšem řasy by se neměly dotýkat zadní plochy kompenzační pomůcky. Především u brýlových čoček, jejichž vrcholová lámavost je větší než $\pm 4,0$ dioptrie je nezbytné tuto vzdálenost akceptovat. Jak již bylo uvedeno dříve, změnou vrcholové vzdálenosti posunutím korekční čočky blíže k oku musí být zvolena rozptylná čočka o menší hodnotě vrcholové lámavosti. V případě spojně čočky při totožné situaci je nezbytné naopak použít vyšší vrcholovou lámavost.

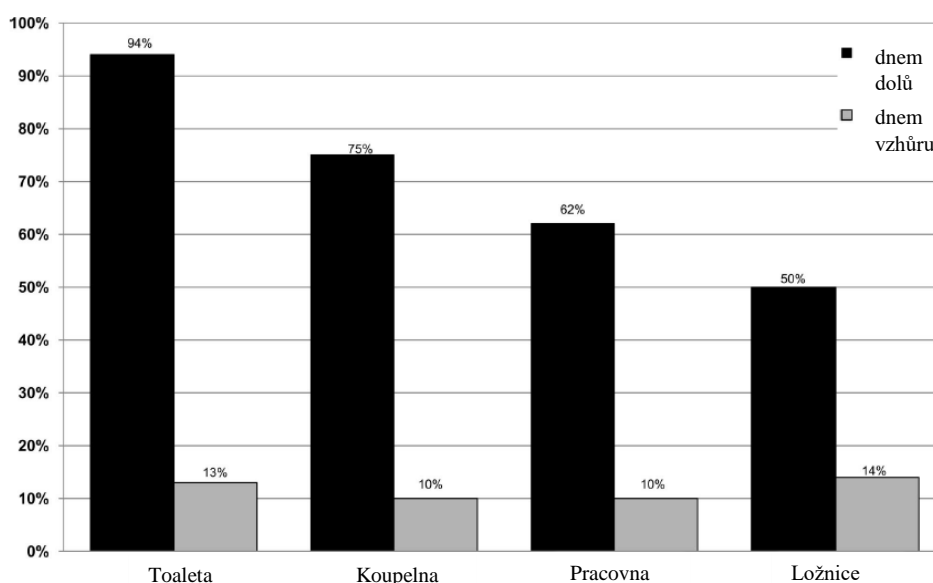
5. Kontaktní čočky a hygiena

Jednorázové kontaktní čočky nevyžadují kromě základních hygienických zásad žádné další péče. Naproti tomu kontaktní čočky s plánovanou výměnou, které jsou nošeny denním způsobem, vyžadují každodenní použití speciálního pouzdra, ve kterém dochází k dezinfekci kontaktních čoček pomocí víceúčelového roztoku nebo využitím peroxidového roztoku. Výhodou peroxidových roztoků oproti víceúčelovým je zejména vyšší baktericidní účinnost, jsou účinné proti plísním a viru HIV a také jsou vhodné pro alergiky.

K základním hygienickým zásadám, které je nezbytné striktně dodržovat před manipulací s kontaktními čočkami, bezesporu patří hygiena rukou, která by podle směrnice vydané Ministerstvem zdravotnictví měla probíhat po dobu alespoň 40-60 sekund (příloha 2). Při mytí rukou by mělo být za ideálních podmínek použito tekutého mýdla z automatického dávkovače a následné sušení rukou pomocí papírových ubrousků. Důraz by měl být kladen na důkladné opláchnutí zbytku mýdla z rukou vzhledem k možné kontaminaci mikroorganismů, ale také nepohodlí klienta po usazení přísad na kontaktní čočky, které následně klient pocítuje jako nekomfortní dráždění oka.

Kontaktní čočka by měla být před vložením do pouzdra s čerstvým roztokem nejlépe po dobu 20 sekund mechanicky čištěna a poté 5 sekund opláchnuta víceúčelovým roztokem. V případě peroxidového systému není nutné mechanické čištění kontaktní čočky. Denní spotřeba víceúčelového roztoku by měla být 10 ml.

Důležitou součástí celého systému péče o kontaktní čočky je i péče o pouzdro, v němž jsou kontaktní čočky společně s roztokem uloženy. Po vyjmutí kontaktní čočky z pouzdra a následném opláchnutí za využití víceúčelového roztoku by mělo být pouzdro umístěno na papírový ubrousek dnem vzhůru z důvodu vyschnutí a předcházení možnosti kontaminace mikroorganismů. Podle studie [39] bylo zjištěno, že i výběr místa v domácnosti má vliv na kontaminaci a pouzdra by se neměla nacházet především na toaletě a v koupelně. Výměna pouzdra za nové by měla být v pravidelných intervalech s každým novým roztokem, tedy jednou za měsíc. [8]



Obrázek 18: Míra kontaminace pouzdra v různé pozici a na odlišných místech [39]

6. Rizika kontaktních čoček

Kontaktní čočky mohou nepříznivě indukovat fyziologické změny rohovky a slzného filmu. V důsledku nedostatečné hygieny před aplikací kontaktních čoček a péči o kontaktních čočky a pouzdro se zvyšuje riziko infekcí. Nedodržením expirační doby roztoků na kontaktní čočky a přenášením kontaktních čoček se také riziko infekce významně zvyšuje. V níže uvedené kapitole jsou uvedeny nejčastější změny a příznaky způsobené kontaktními čočkami. [31, 40]

6.1. Syndrom suchého oka

Z celkového počtu nositelů kontaktních čoček asi polovina má příznaky suchého oka. Příčinou je stabilita slzného filmu k frekvenci mrkání, která se se soustředěním snižuje, ale také klimatizované prostředí, práce na počítači a další aktivity. K vyšetření slzného filmu se využívá kvantitativního vyšetření tzv. Schirmerova testu a pro kvalitativní hodnocení stability slzného filmu BUT (z anglického break-up time), kde hodnotíme dobu do roztržení slzného filmu. Projevem suchého oka je nejčastěji pálení, zarudnutí očí, nemožnost zaostření na předmět a nutnost častějšího mrkání. Použití umělých slz, popřípadě implantátů ze silikonu k uzavěru slzných bodů, čímž je omezen odtok slz, jsou možným řešením pro pacienty se suchým okem. [31]

6.2. Bakteriální keratitida

K hlavním rizikovým faktorům při nošení kontaktních čoček je možné zařadit prodloužené nošení, které zvyšuje riziko bakteriální keratitidy až desetkrát oproti dennímu způsobu nošení kontaktních čoček, kde je incidence 1,9/10 000 lidí. Špatná hygiena mytí rukou a péče o pouzdro může zvýšit riziko až 3,8x. Mezi patogeny způsobující bakteriální keratitidu nejčastěji patří *Pseudomonas*, která adhezuje k povrchu kontaktní čočky a pouzdra. U nenositelů kontaktních čoček jsou to právě *Staphylococcus* a *Streptococcus*, kteří způsobují bakteriální keratitidu. Vniknutím patogenu přes epitel rohovky dochází ke vzniku zánětu, který je provázen bolestí, světloplachostí a nadměrným slzením. Dochází k postupnému rozpadu lamel rohovky až k vzniku rohovkového vředu.

6.3. Papilární konjunktivitida vyvolaná kontaktními čočkami (CLPC)

Papilární konjunktivitida vyvolaná kontaktními čočkami (dále jen CLPC, z anglického termínu Contact Lens Induced Papillary Conjunctivitis) se nejčastěji vyskytuje u nositelů kontaktních čoček jako výsledek mechanického dráždění kontaktní čočky, alergické reakce na materiál a na denaturované bílkoviny. Následkem výše zmíněných faktorů dochází na tarsálním víčku k reakci. Hlavními příznaky CLPC jsou především charakteristické velké papily, svědění, pocit cizího tělesa, pálení, hlenová sekrece, která se u vyšších stádií zvyšuje. Projevuje se především zhoršenou snášenlivostí kontaktních čoček, snížením zrakové ostrosti, zvýšenou hlenovitou sekrecí. Primární léčba spočívá ve vysazení kontaktních čoček po dobu několika týdnů, popřípadě v případě nižších stádií zkrácení doby výměny kontaktních čoček, změna dezinfekční péče, použití peroxidového roztoku. [31, 40]



Obrázek 19: Papilární konjunktivitida vyvolaná kontaktními čočkami [40]

6.4. Horní limbální keratokonjunktivitida

Horní limbální keratokonjunktivitida v současné době není hlavním rizikem u nositelů kontaktních čoček. V minulosti byla spojována s konzervačními látkami v roztocích, zejména látkou Thiomersal. Projevy byly podobné jako u CLPC, tedy pálení, pocit cizího tělesa, nesnášenlivost kontaktních čoček.[40]

6.5. Acanthamoeba keratitis

Acanthamoeba keratitis je závažná zánětlivá infekce rohovky, která postihuje nositele kontaktních čoček především ve vyspělých zemích, zejména pokud je voda z kohoutku použita k oplachování pouzdra popřípadě kontaktních čoček. Acanthamoeba je prvok, který proniká přes epitel do stromatu, které následně začíná ničit. V cystické formě je odolná vůči dezinfekčním roztokům určeným pro kontaktní čočky. K nejčastějším projevům onemocnění je bolest neúměrná klinickým nálezům, rozmazané vidění, pocit cizího tělesa. V pokročilém stádiu hrozí perforace rohovky. Konfokální mikroskopií jsou viditelné Acanthamoebové cysty ve stromatu. Bylo zjištěno, že měkké kontaktní čočky zvyšují riziko Acanthamoebové keratitidy ve srovnání s RGP čočkami (s tvrdými plynopropustnými kontaktními čočkami). [41, 42]

6.6. Edém rohovky

Existují výjimečné případy, kdy kontaktolog nabídne klientovi možnost volby kontaktních čoček s prodlouženým způsobem nošení, kdy jsou kontaktní čočky v přímém kontaktu s rohovkou po dobu 7 dnů a 6 nocí, nebo s kontinuálním způsobem nošení, čímž rozumíme dobu nošení až 29 nocí. Odůvodnitelné je to u lékařů a zdravotních sester, kteří v průběhu noční směny vyžadují ostré vidění bez omezení. [43]

Výběrem nevhodného materiálu kontaktní čočky, vzhledem k individuálním fyziologickým požadavkům klienta, materiálu s nízkou propustností pro kyslík a u kontaktních čoček, u nichž je povoleno přespávat, dochází v důsledku hypoxie (nedostatku kyslíku) ke zvětšení tloušťky rohovky. Edém stromatu po přespání v hydrogelových kontaktních čočkách na očích je v rozmezí 5 až 13 %, u silikonhydrogelových kontaktních čoček 4 %, což je o pouze o 1-2 % více, než při spaní bez kontaktních čoček. Ke vzniku edému dochází nahromaděním laktátu ve stromatu, jako vedlejšího produktu anaerobního metabolismu, což vede ke zvýšení pH směrem ke kyselosti, čímž je omezen průběh metabolismu rohovky a dochází ke zvětšení její tloušťky. [20, 31, 43]

Následky hypoxie jsou rozděleny na akutní a chronické. K akutním řadíme edém stromatu a mikrocysty v epitelu (odpadní částičky mechanismu, které mají vyšší index lomu než okolí, čímž dochází k reverzní iluminaci neboli k převrácení odraženého obrazu). Chronickým projevem je vaskularizace, změny velikosti a tvaru buněk endotelu (polymegatismus, polymorfismus), chronický edém. Epiteliální edém je obvykle centrální a snižuje transparentnost rohovky. U 5% edému se začínají objevovat strie stromatu a u edému vyšší než 8 % je viditelné nařasení. [20, 31]

V současné době existují na trhu kontaktní čočky s vysokou propustností pro kyslík, a proto se edém rohovky objevuje jen zřídka. První volbou při řešení hypoxie je možnost vysazení kontaktních čoček, aplikace kontaktních čoček s vyšší propustností pro kyslík, zkrácení doby nošení, aplikace silikonhydrogelové kontaktní čočky, změna typu kontaktní čočky.[20, 31]



Obrázek 20: Edém epitelu rohovky [44]

7. Refrakční chirurgie

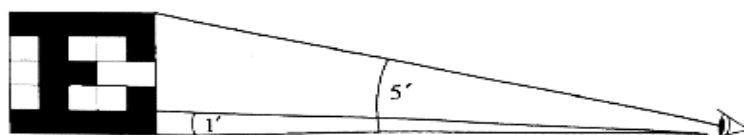
K laserovým operacím, které se využívají ke korekci refrakčních vad, řadíme PRK, LASIK a LASEK, jejichž základní rozdíl je v postupu provedení hloubky incize. V případě metody PRK je mechanicky nebo chemicky odstraněn rohovkový epitel a následně v důsledku epitelizace a pomocí medikament je povrch rohovky zahojen. Metoda LASIK spočívá ve vytvoření rohovkové lamely za pomoci mikrokeratomu, kdy epitel je po laserové operační fázi opětovně vrácen na prvotní místo. Princip metody LASEK využívá zředěného roztoku ethylalkoholu za vzniku rohovkové lamely, která je pomocí můstku spojena s rohovkou a po následné fotoablaci za využití excimerového laseru se reponuje zpět na původní místo s následnou aplikací kontaktní čočky.

7.1. Předoperační vyšetření

Předoperační vyšetření se provádí u každého pacienta pro získání nezbytných informací ohledně zdravotního stavu jedince a také z důvodu výběru vhodné metody refrakční chirurgie.

Potenciální pacient pro refrakční chirurgii by měl být informován o zákroku, znát případná rizika, průběh operace, pooperační léčbu a nedílnou součástí by měla být i motivace k podstupující operaci, vzhledem k tomu, že mohou mít nereálná očekávání. Průměrný věk pacientů je okolo třiceti let a ve většině případů se jedná o nositele kontaktních čoček, kterým je doporučováno před předoperačním vyšetřením kompenzovat refrakční vadu brýlemi namísto kontaktních čoček z důvodu eliminace zkreslení rohovky v důsledku nošení kontaktních čoček. U měkkých kontaktních čoček se jedná typicky o období 7-14 dní, u tvrdých kontaktních čoček se může jednat až o měsíc. Důležité je, aby refrakční vada oka byla alespoň půl roku před operací konstantní. [3, 45]

K základnímu předoperačnímu vyšetření se řadí vyšetření vizus naturalis před samotným zákrokem, zraková ostrost s optimální korekcí a následně vizus po zákroku pro posouzení úspěchu operace. Zraková ostrost neboli vizus je charakterizovaná, jako schopnost zrakového systému oka rozpoznat drobné detaily. Test se provádí ze vzdálenosti 6 metrů za pomoci Snellenova optotypu, kde jsou znaky zobrazeny s vysokým kontrastem a se stále se snižující velikostí. Jednotlivé znaky jsou navrženy tak, že ze vzdálenosti 6 metrů se zobrazí na sítnici pod zorným úhlem $5'$ a detail znaku pod úhlem $1'$. [16]



Obrázek 21: Snellenovy znaky na optotypu [46]

Vykorigování refrakce a následné určení optimální korekce pro pacienta patří k základní a důležité součásti vyšetření. Překorigování pacienta do minusové hodnoty vede ve výsledku k hypermetropii. Především u hypermetropů, i když obvykle se provádí u všech pacientů, se doporučuje vyšetřovat v cykloplegii, kdy dojde k vyřazení akomodace, abychom eliminovali latentní hypermetropii popřípadě překorigování. [45]

Vyšetření na šterbinové lampě se používá pro diagnostiku předního segmentu oka. Mezi projevy, které by neměly být opomenuty, jsou zahrnuty rohovkové jizvy, zákaly, známky keratokonu a další patologické stavy, ale i celkový stav oka, tedy stav víček, řas, sekrece slz (využití Schirmerova testu, BUT) a neovaskularizace, které u předchozích nositelů kontaktních čoček obvykle neznamenaají kontraindikaci. [41, 45]

Využití tonometru pro detekci nitroočního tlaku je významné z hlediska podezření na glaukom u vyšších hodnot nitroočního tlaku.

K určení tvaru rohovky a jejího zakřivení se využívá rohovkové topografie. Prostřednictvím rohovkové topografie získáme informace o rohovkovém astigmatismu. Změny předního zakřivení rohovky jsou závislé na refrakční vadě. Princip rohovkové topografie spočívá v projekci soustředných Placido kruhů na povrch rohovky a po následném zpracování dat získáme barevnou topografickou mapu. Modrá barva reprezentuje ploché části rohovky, naopak červená strmé segmenty.

Pachymetr poskytuje data o tloušťce rohovky, jejíž hodnota v centrální části rohovky je 550 mikrometrů a směrem do periferie tloušťka vzrůstá. Tloušťka rohovkové tkáně, která musí být ponechána, je přibližně 250 mikrometrů. K stanovení tloušťky rohovky, hloubky přední komory a šíři zornice se využívá přístroj Pentacam. Vzhledem k tomu, že při metodě PRK a LASIK dochází k odstranění oblastí tkáně rohovky, což vede ke změně celkového zakřivení rohovky, jsou pro nás výše zmíněná získaná data důležitá. [41, 45]

Aberometrie, jako objektivní metoda měření, se využívá v klinické praxi pro získání ablačního profilu a také pro posouzení pooperačního stavu pacienta. Wavefront analýza se využívá na očních klinikách pro identifikaci aberace nižších řádů jako je myopie, hypermetropie a astigmatismus, ale také aberace vyšších řádů do pátého řádu. V současné době většina aberometrů pracuje na Shack-Harmannově metodě. Promítnutím paralelních paprsků vstupujících kolmo na rohovku a následná analýza paprsků od sítnice získáme vlnoplochu s daty, podle nichž je laserový zákrok prováděn individuálně u každého jedince. Rozdíl deformované vlnoplochy vlivem aberace a fyzikálně dokonalé vlnoplochy popisuje velikost vlnové aberace, podle níž je hodnocena refrakční hodnota oka.[3, 45, 47]

Jako doplňková předoperační vyšetření je možné zařadit vyšetření kontrastní citlivosti, biometrické vyšetření axiální délky oka, hloubku přední komory a další.

7.2. Kontraindikace refrakční chirurgie

Anamnéza pacienta vedoucí k zjištění celkového zdravotního stavu je podstatná z hlediska volby vhodné metody pro potenciálního pacienta a také z důvodu možného zjištění kontraindikací.

Absolutní kontraindikací k laserové operaci metodou LASEK bezpodmínečně patří keratokonus z důvodu ztenčení rohovky, což by mohlo vést k ektázii po rohovkové refrakční chirurgii, dále nestabilní refrakční vada, herpes simplex virus keratitida, silně amblyopické oko, nepravidelný povrch rohovky způsobený dystrofií. U metody LASIK mluvíme o kontraindikaci, je-li centrální tloušťka rohovky menší než 410 mikrometrů. Ke kontraindikacím u metody LASIK dále řadíme autoimunitní onemocnění, vážné atopie, diabetes mellitus, onemocnění, která by mohla mít vliv na hojení rohovky, herpes zoster ophthalmicus, herpes simplex keratitida, dále v případě těžkého syndromu suchého oka, nekontrolované blefaritidy, uveitidy nebo raného šedého zákalu. Mezi relativní kontraindikace je možné zařadit kataraktu. Vzhledem k tomu, že u metody PRK se zákrok neprovádí na obou očích současně, ale v určitém časovém intervalu a operované oko z počátku nedosahuje požadované ostrosti vidění, budou mít s největší pravděpodobností lidé s amblyopií problémy do té doby, než operované oko dosáhne předpokládané ostrosti. [45, 48, 49]

Celkové kontraindikace, v důsledku nichž není možné podstoupit laserovou operaci refrakční vady, patří gravidita a to z důvodu změn refrakce v průběhu těhotenství.

7.3. Fotorefraktivní keratektomie – PRK

Refrakční stav pacientů zhodnocených jako kandidátů k operaci je -1,0 dioptrie až -7,0 dioptrie (dále jen dpt) v případě myopického oka, +1,0 dpt až +3,0 dpt u oka hypermetropického. Vyšší stupně myopie nad -7,0 dpt se nedoporučují provádět metodou PRK z důvodu změn, ke kterým dochází v hojící se rohovkové tkáni. U vyšších stupňů hypermetropie se z důvodu možnosti regrese refrakční vady po operačním zákroku výše zmíněná metoda nedoporučuje [3, 41, 45, 49]

7.3.1. PRK – výhody, nevýhody a možné komplikace

Metoda PRK byla prokázána jako bezpečná a účinná pro léčbu nízké až střední myopie. U pacientů s více než -6,0 dioptriemi mají refrakční výsledky variabilní tendenci a možnost regrese. K významným nevýhodám metody PRK je řazeno prodloužené zotavení po operačním zákroku, které se může projevat rozmazaným viděním a také celkovým pocitem nepohodlí.

Zjizvení a zkalení rohovky neboli haze, vznikající poškozením Bowmanovy membrány fotoablací a následným hojením subepitelové vrstvy stromatu, indukovaný nepravidelný astigmatismus, diplopie, keratitida, halo efekt a další komplikace je možné zařadit k potenciálním komplikacím u pacientů. Haze se začíná vyvíjet několik týdnů po operaci a může být viditelná v průběhu prvních 2 až 3 měsíců po operaci, nejčastěji u pacientů s vyšším stupněm krátkozrakosti, jelikož dochází k hlubší ablacii při operaci, a také u pacientů s tmavým odstínem duhovky. Větší problém nastává u myopického oka, kdy fotoablace probíhá v centrální části rohovky a při následném hojení subepitelové vrstvy stromatu dochází poklesu kvality vidění v důsledku novotvořené vrstvy, jež má charakter jizevnaté tkáně. Decentrace zóny fotoablace má vliv na vznik nepravidelného rohovkového astigmatismu, halo a glare efektu, snížení zrakové ostrosti a vzniku diplopie. [3, 41, 45, 49]

K podkorigování může dojít v důsledku chybného určení refrakčního stavu pacienta, nastavení excimerového laseru, hydratace stromatu během operace nebo individuálním hojením epitelu u každého pacienta. U pacientů s vyšší myopickou dioptrickou hodnotou refrakční vady lze častěji předpokládat možnost podkorigování. K překorigování může dojít při dehydrataci rohovky. [3, 41]

7.4. Laser in situ keratomileusis – LASIK

Metoda LASIK využívá k fotoablacii stromální rohovkové tkáně argon-fluoridového excimerového laseru (dále ArF excimerový laser), jehož vlnová délka je 193 nm spadající do UV-C oblasti elektromagnetického spektra. Využití ArF excimerového laseru v oftalmologii poskytuje bezproblémovější výsledky, přesnější ablacii a snížené nebezpečí poškození okolní tkáně v porovnání s lasery o jiné vlnové délce. Typická míra ablace je 0,21-0,27 μm na jeden puls. Princip operace LASIK spočívá v seříznutí rohovkové lamely pomocí mikrokeratomu, nejčastěji o tloušťce 130-180 mikrometru a průměru alespoň 6 milimetrů, který je spojen pomocí můstku k nedotčené části rohovky z důvodu opětovného překlopení lamely rohovky. Aplikace mikrokeratomu představuje rozdíl mezi metodami PRK a LASIK. [3, 49, 50]

LASIK je v porovnání s metodou PRK technicky náročnější. Vhodným kandidátem pro laserovou metodu LASIK je pacient starší 18 let, jehož refrakční stav je v rozsahu -0,50 dioptrie až -10,0 dioptrie u myopie, +1,0 dioptrie až +6,0 dioptrie v případě hypermetropie a astigmatický rozsah -0,50 dioptrie až -6,0 dioptrie. [3, 45]

7.4.1. LASIK – výhody, nevýhody a komplikace

LASIK, v porovnání s metodou PRK, poskytuje uzdravení v kratším časovém intervalu. Více než 90 % pacientů dosáhne bezprostředně po operaci LASIK vízu 6/12 popřípadě i lepšího, což je výhoda oproti metodě PRK, kdy při měření zrakové ostrosti jsou klienti schopni identifikovat znaky odpovídající vízu 6/18 až 6/60 a to nejméně 3 dny po operaci z důvodu reepitalizace rohovky. K dalším výhodám u operace oka je možné zařadit například minimální pooperační bolest, sníženou potřebu steroidů a v případě nutnosti snadnost reoperace. [3, 49]

Komplikace LASIKu je možné klasifikovat na komplikace vzniklé během operace neboli peroperační a pooperační, které mohou být dále rozděleny na časné a pozdní. K častějším komplikacím řadíme peroperační, konkrétně související s nedostačujícím seříznutím lamely popřípadě seříznutím lamely v celé ploše nebo decentrací rohovkové lamely. Pooperační časné komplikace jsou epiteliální vrůsty, které mají vliv na snížení zrakové ostrosti, strie lamely, decentrace lamely, difúzní lamelární keratitida, cizí tělíska pod rohovkovou lamelou. Difúzní lamelární keratitida se projevuje jako zánětlivá reakce na cizí tělesa, která se vyskytla po opětovném přiložení rohovkové lamely pod samotnou lamelou. Dochází k poklesu vízu doprovázeného fotofobií. Mezi pozdní pooperační komplikace patří ektázie rohovky a neuspokojivý pooperační refrakční stav pacienta. K podkorigování může dojít v případě možnosti vzniku chyby v předoperačním vyšetření nebo hydratací stromatu v průběhu operace. [41, 45, 50]

7.5. Femtosekundový laser in situ keratomileusis - FemtoLASIK

Využití femtosekundového laseru při korekce refrakčních vad metodou LASIK poskytuje preciznější vytvoření rohovkové lamely za pomoci laseru než při užití mikrokeratomu, kdy lamela vzniká mechanickým působením ocelového bříty. [51, 52]

7.6. Laser-assisted subepithelial keratectomy – LASEK

Vyhovujícím pacientem ke korekci refrakčních vad metodou LASEK, se stává klient se stabilní refrakční vadou, jehož refrakční stav se nachází v rozmezí u myopia s refrakční vadou od -3,0 dioptrie do -6,0 dioptrie, u hypermetropa až do +4,0 dioptrie a u oka zatíženého astigmatismem do -4,0 dioptrie. V případě porovnání s metodou PRK se jedná o bezpečnější postup, pooperační zotavení je rychlejší a méně bolestivé. LASEK může být první volbou u pacientů s tenkou strmou rohovkou, u nichž je LASIK kontraindikována. [3, 45, 48]

7.6.1. LASEK – výhody, nevýhody a komplikace

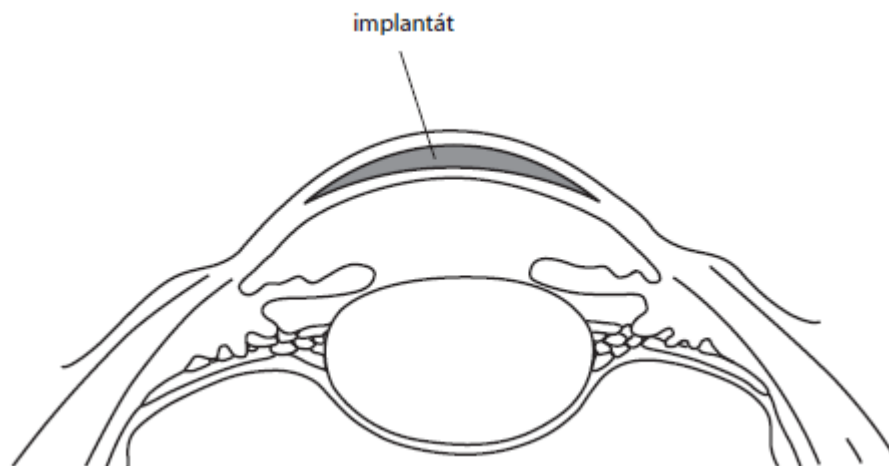
Nicméně k nevýhodám stojícím za zmínku s ohledem na LASIK patří pomalejší rekonvalescence z hlediska ostrosti vidění, které se jeví první týden po operaci rozmazané. Na druhé straně v případě porovnání metod LASEK a PRK metoda LASEK poskytuje rychlejší refrakční stabilitu a pooperační fáze je méně bolestivá. Komplikace jsou často shodné stěmi, které byly uvedeny výše u metody PRK. [45, 53]

7.7. Intrakorneální čočky

Použití intrakorneálních čoček ke korekci myopie a hypermetropie je další možností korekce refrakčních vad, která zahrnuje vytvoření prostoru v stromatu rohovky, do něhož je implantována syntetická intrakorneální čočka. Syntetická intrakorneální čočka je z polysulfonu nebo hydrogelu. Výhodou polysulfonu je vysoký index lomu $n = 1,633$, malá tloušťka, poloměr zakřivení na druhé straně je málo propustný pro vodu a může způsobovat stromálním nekrózy. Vzhledem k dobré propustnosti pro kyslík u hydrogelu je rohovkou dobře snášen. Index lomu hydrogelu $n = 1,385$ je srovnatelný s rohovkou, jejíž index lomu je $n = 1,376$. Změnou zakřivení rohovky je dosaženo požadované optické mohutnosti. [41, 54]

Intrakorneální čočky mohou být vhodným řešením pro pacienty, pro něž není metoda LASIK vhodná z důvodu tenké rohovky, jelikož při vkládání intrakorneální čočky do stromatu rohovky nedochází ke snížení tloušťky rohovky, ale ke změně tvaru předního povrchu rohovky. V případě výskytu komplikací po operaci, popřípadě úpravy optické mohutnosti, je možné intrakorneální čočku odstranit, což je jedna z dalších výhod. Komplikacemi, které mohou

vzniknout po zákroku, jsou snížení transparentnosti rohovky, vznik haze, neovaskularizace, vznik aseptické nekrózy. [41]



Obrázek 22: Intrakorneální čočky [41]

7.8. Pooperační péče a vyšetření

Součástí pooperační péče, která probíhá bezprostředně po zákroku na rohovce, je aplikace nesteroidních protizánětlivých léků, které zmírňují pooperační bolesti a spolu s lokálními steroidy snižují pravděpodobnost vzniku zánětu. Antibiotika a výše zmíněné medikamenty se aplikují po operaci metodou PRK čtyřikrát denně v průběhu pooperačního období. Pooperační bolest u většiny pacientů ustupuje v průběhu 24 až 48 hodin po operaci. Jak již bylo uvedeno výše u metody LASEK, kontaktní čočka je v přímém kontaktu s rohovkou po dobu 3 až 5 dnů nebo po období hojení epitelu rohovky. Nejsou-li přítomny pooperační komplikace (epiteliální defekty, decentrace rohovkové lamely), u metody LASIK terapeutická kontaktní čočka není aplikována. Léčba pacientů po LASIKu typicky zahrnuje lokální antibiotika, která jsou aplikována čtyřikrát denně po dobu 3 až 7 dnů, steroidy a arteficiální slzy. Klient je sledován nejčastěji 24 hodin po zákroku, po 3 dnech popřípadě po úplné epitalizaci povrchu rohovky a posléze týden, jeden měsíc, tři měsíce, půl roku a jeden rok po samotném zákroku. Součástí pooperační péče i je varování pacientů o nutnosti vyvarovat se alespoň 5 dnů po operaci určitým sportovním aktivitám, prašnému prostředí a chránit zrak před slunečním zářením. Pooperační péče u metody LASEK je shodná, jako bylo uvedeno u metody PRK. Klientům je často doporučováno používat umělé slzy pro zlepšení celkového komfortu. [3, 41, 45, 49, 53]

Součástí vyšetření je i rohovková topografie, kdy z vyšetření získáme topografickou mapu, na které je po operaci myopie metodou LASIK a PRK patrné oploštění v centrální části rohovky. Studie ukázaly, že hinge, neboli můstek spojující vzniklou lamelu s rohovkou, má také vliv na rohovkovou topografii (oblast blíže k hinge má plošší zakřivení). [20, 45]

7.9. Kontaktní čočky po refrakčním laserovém zákroku

Stěžejní důvody k aplikaci kontaktních čoček po laserovém zákroku jsou překorigování, popřípadě podkorigování refrakční vady vzniklé chybou v předoperačním vyšetření, zbytkový a indukovaný astigmatismus, anizometropie, decentrace ablační zóny, presbyopie.

Měkké kontaktní čočky jsou vhodnou volbou u pacientů, u kterých nastalo překorigování nebo podkorigování. Tvrdých kontaktních čoček se ve většině případů využívá, objeví-li se v pooperačním období významné nepravidelnosti na rohovce, například nepravidelný astigmatismus, decentrovaná ablační zóna, haze, centrální ostrůvky. Materiál kontaktních čoček by měl být především stabilní se střední až vyšší propustností pro kyslík. Optimální doba, po kterou může být pacientovi naaplikována refrakční kontaktní čočka, se pohybuje okolo 3 měsíců po laserovém zákroku na rohovce. [20, 45]

8. Korekce refrakčních vad – finanční hledisko

8.1. Korekční pomůcky a pojišťovny

Platnost poukazu na brýle a optické pomůcky (dále jen poukaz) je omezena na dobu 90 dnů od data vydání oftalmologem. Na brýlovou obrubu u osob starších 15 let přispívá pojišťovna 1x za tři roky částkou 150 Kč a povinností oční optiky je mít v nabídce sortimentu brýlovou obrubu bez doplatku pojištěnce. Je-li refrakční vada $\pm 3,0$ dioptrie do dálky, má klient nárok na dvoje brýle během jednoho roku. Brýlová čočka je u výše zmíněné věkové skupiny bez změny korekce hrazena 1x za tři roky v nejnižší cenové kategorii v závislosti na refrakční vadě. U indikací jako je refrakční stav $\pm 10,0$ dioptrií u osob starších 15 let je hrazena plastová brýlová čočka. Dětem do 6 let věku přispívá pojišťovna do 300 Kč na brýlovou obrubu 3x ročně a brýlové čočky 2x za rok. Od období školního věku do 15 let pojišťovna hradí brýlovou obrubu a brýlové čočky 1x ročně. [55]

Měkké kontaktní čočky jsou pro klienty s refrakční vadou ± 10 dioptrie hrazeny zcela, dále jsou kontaktní čočky v plné výši placeny pojišťovnou u afakie jednoho oka, nepravidelného astigmatismu a anizometropie 3 dioptrie a více se směrnou dobou užití 2x za rok pro osoby do 15 let, 1x za rok u klientů starších 15 let. Tvrdé kontaktní čočky jsou hrazeny pojišťovnou u pacientů s keratokonem nebo nepravidelným astigmatismem a také do 15 let u afakie. Směrná doba užití je u osob mladších 15 let stejná jako u měkkých kontaktních čoček u osob starších 15 let je doba odlišná a to 1x za dva roky. [55]

Laserové refrakční zákroky na rohovce nejsou hrazeny zdravotní pojišťovnou ani žádnou částkou nepřispívá.

Ceny jednotlivých refrakčních zákroků jsou uvedeny vždy pro jedno oko. Při porovnání ceníků uvedených na internetových stránkách byly zahrnuty Oční kliniky Neovize, Gemini, LEXUM. Podstoupení laserové refrakční operace LASIK ReLEx Smile je možné na několika očních klinikách v České republice v cenovém rozmezí od 15 500 Kč do 30 000 Kč. Další nejčastěji zmiňovanou laserovou refrakční operací na rohovce v ceně od 16 500 Kč do 24 000 Kč. Metoda PRK a LASEK v průměrné ceně 13 500 Kč. [56, 57, 58]

9. Experimentální část

9.1. Metodika měření

Analýza korekce sférické ametropie a nízkého stupně astigmatismu byla v průběhu listopadu roku 2015 až dubna roku 2016 provedena ve vyšetřovací místnosti na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT v Kladně. Pro vyšetření zrakové ostrosti, kontrastní citlivosti a dalších testů na vyšetření refrakční rovnováhy bylo využito LCD optotypu Topcon CC - 100XP. Vyšetřovací křeslo se nachází ve vzdálenosti 5,5 metrů od optotypu, čímž byla zajištěna požadovaná vzdálenost pro korektní subjektivní vyšetření.

V první řadě byla zjištěna osobní a rodinná anamnéza z důvodu odhalení možnosti podstoupení operace strabismu v dětství popřípadě onemocnění, jež ovlivňují kontrastní citlivost, jako například katarakta, věkem podmíněná makulární degenerace, keratokonus, primární glaukom s otevřeným úhlem, diabetes mellitus, neboli cukrovka, a další.

Objektivní refrakce byla zjištěna za využití autorefraktometru Topcon TRK-1P, pro získání orientačních předběžných hodnot o refrakčním stavu klienta.

Vyšetření zrakové ostrosti na LCD optotypu Topcon CC-100XP bylo zjištěno po přečtení na Snellenově optotypu a následně zapsáno, včetně počtu korektně rozpoznaných znaků v každém řádku. Výsledná zraková ostrost byla přepočítána na skutečný počet přečtených znaků. Po zjištění visus naturalis, byl proveden standardní postup subjektivního vyšetření refrakčních vad pro zjištění plné korekce refrakční vady klienta. Nejlepší sférické čočky, korigující danou refrakční vadu, bylo dosaženo dodržením pravidel předsazením spojné čočky s nejvyšší dioptrickou hodnotou u hypermetropie a rozptylné čočky s nejnižší dioptrickou hodnotou u myopie, s cílem dosažení nejlepší zrakové ostrosti. Hodnota cylindru byla u astigmatických respondentů zjištěna promítnutím bodového testu na optotypu a za použití Jacksonova zkříženého cylindru.

Při vyšetření refrakční rovnováhy bylo využito polarizačního Osternbergova testu, Schoberova testu k identifikaci heteroforií a Worthova světla z důvodu fúze a tím binokulárních podmínek. Do analýzy nebyli zařazeni respondenti s poruchou binokulárního vidění, byla-li pozice vnitřního červeného kříže u Schoberova testu mimo vnitřní kružnici.



Obrázek 23: Osternbergův test, Schoberův test a Worthova světla [59]

Kontrastní citlivost byla na optotypu zjištěna metodou disků, u nichž respondent identifikoval směr mřížek pootočených o 15° vlevo, vertikální směr a směr mřížky pootočených o 15° vpravo. V průběhu testu se kontrast snižuje u jednotlivých prostorových frekvencí. V průběhu vyšetření bylo zajištěno stálé osvětlení ve vyšetřovací místnosti. Studentům byl na začátku vysvětlen princip testu kontrastní citlivosti, avšak bylo zakázáno odhadovat orientaci směru mřížky v případě, že nebyl jasně viditelný okraj.



Obrázek 24: Základní směry mřížky při vyšetření kontrastní citlivosti [59]

Výslednou fází testu je graf zobrazující body kontrastů na jednotlivých prostorových frekvencích. Experimentální část byla vyšetřována na čtyřech frekvencích.

Zjištění plné korekce refrakční vady respondentů byla prvotní fáze praktické části, po níž následovala aplikace kontaktních čoček. Studenti Fakulty biomedicínského inženýrství byli opětovně pozváni na samotnou aplikaci výše zmíněné korekční pomůcky. Adaptační doba od nasazení kontaktních čoček až po vyšetření zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti byla stanovena na 20 minut.

Kontaktní čočky byly respondentům naaplikovány s dioptrickou hodnotou sférického ekvivalentu odpovídající refrakčnímu stavu subjektů. Při výpočtu hodnoty sférického ekvivalentu bylo použito metody volby kontaktní čočky o nižší dioptrické hodnotě sféry u myopů i hypermetropů, byla-li hodnota cylindru $-0,75$ dioptrie z důvodu nutnosti eliminace překorigování popřípadě podkorigování u výše zmíněných refrakčních vad.

Využití sférického ekvivalentu se v praxi běžně využívá ať už z důvodu nižší ceny sférických kontaktních čoček oproti torickým, jak uvádí ve své publikaci Efron [60]. Důvod využití sférického ekvivalentu pro korekci astigmatismu je v různých publikacích odlišný. Někteří autoři uvádí, že využitím sférické kontaktní čočky s větší tloušťkou nebo využitím materiálu, který má vyšší modul pružnosti, bude rohovkový astigmatismus neutralizován z důvodu nesouladu materiálu s tvarem rohovky. Studie však neprokazují významnou neutralizaci astigmatismu při aplikaci silikonhydrogelových kontaktních čoček s vyšším modulem pružnosti oproti hydrogelovým kontaktním čočkám s nízkým modulem pružnosti. [61]

Publikace zjistily nevýznamný vliv vzniku sférické aberace, vyvolané v důsledku aplikace měkké kontaktní čočky u dioptrických hodnot v rozmezí +3,0 dioptrie až -6,0 dioptrie. Asférické kontaktní čočky poskytují lepší podmínky především u hypermetropických subjektů s dioptrickou hodnotou větší než +3,0 dioptrie. Při standardní velikosti pupily za fotopických a mesopických podmínek, tedy menší nebo rovno 6 mm, asférické kontaktní čočky indukují srovnatelnou sférickou aberaci jako sférické kontaktní čočky. K významným změnám dochází při větší velikosti pupily, odpovídající skotopickým podmínkám. Sférické a asférické kontaktní čočky, podle publikovaných studií, neprokázaly významné změny zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti za fotopických a mesopických podmínek při odpovídající velikosti pupily. [62, 63, 64]

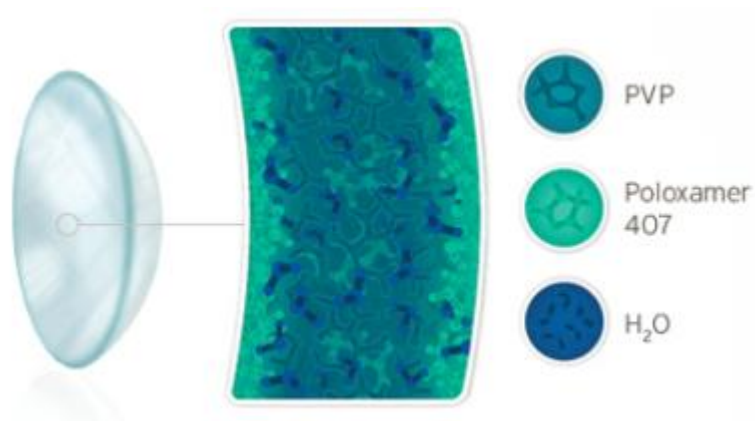
V průběhu vyšetření experimentální části práce, bylo dodrženo stejné osvětlení ve vyšetřovací místnosti, čímž bylo dosaženo stejné velikosti pupily u respondentů. Momentální dostupnost kontaktních čoček se sférickým designem ve vyšetřovací místnosti a nepříznivá situace mezi dodavateli jednodenních kontaktních čoček, mě přiměla k výběru kontaktních čoček s asférickým designem, které i na základě potvrzených studií, poskytují srovnatelné podmínky vyšetření, jako sférické kontaktní čočky.

Pro experimentální část bakalářské práce byly aplikovány jednodenní asférické kontaktní čočky od firmy Bausch + Lomb s názvem Biotrue ONEday. K základním tvarovým vlastnostem jednorázové kontaktní čočky Biotrue ONEday patří bezesporu zakřivení 8,6 mm a průměr kontaktní čočky, jež představuje 14,2 mm. Materiál, z kterého se skládá kontaktní čočka, je nesofilcon A, jež je zařazen podle Úřadu pro kontrolu potravin a léčiv (z anglické zkratky FDA) do skupiny FDA II. Do zmíněné skupiny jsou zařazeny kontaktní čočky, které vytvářejí kopolymery vinylpyrrolidonu s různými methakryláty a kopolymery akrylamidů, poly(vinylalkoholu) nebo poly(glycerolmethakrylátu). Jedná se o materiál, který je náchylný k tvorbě lipofilních depozit.



Obrázek 25: Biotrue ONEday kontaktní čočky [65]

Kontaktní čočky Biotrue ONEday podobně jako lipidová vrstva zajišťují hladký optický povrch a brání dehydrataci. Polyvinylpyrrolidon, který je součástí materiálu kontaktní čočky, zvyšuje smáčivost povrchu a umožňuje obsah vody až 78 %, což odpovídá téměř stejnému obsahu vody jako na povrchu rohovky.



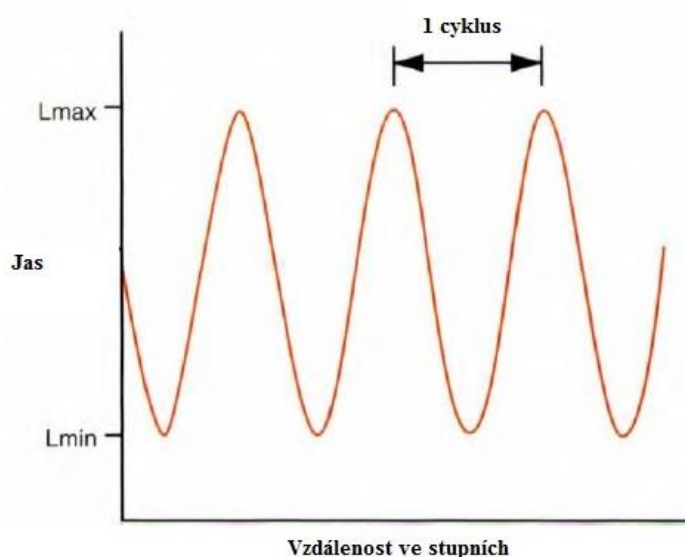
Obrázek 26: Materiál kontaktní čočky Biotrue ONEday [66]

9.2. Kontrastní citlivost

Definice kontrastní citlivosti je uváděna jako převrácená hodnota prahu kontrastu, jež je nejmenší množství kontrastu potřebné pro rozpoznání cíle. K určení kontrastní citlivosti se využívá sinusové mřížky, která je kombinací světlých a tmavých proužků, které jako pár tvoří jeden cyklus, někdy označován jako prostorová perioda mřížky. Michelsonův kontrast pro hodnocení kontrastu sinusoidální mřížky je definován vztahem:

$$C = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}, \quad (19)$$

kde L_{max} je definován jako jas nejtmašího proužku a L_{min} je jas nejsvětějšího proužku.



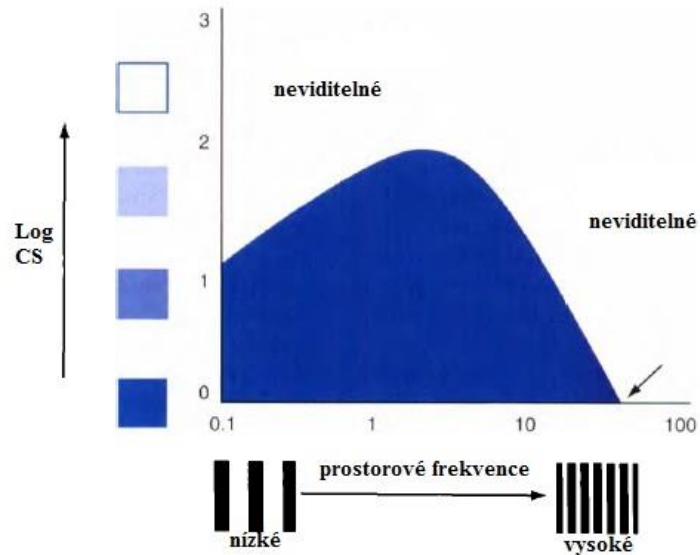
Obrázek 27: Znárodnění jasu u sinusové mřížky [3]

Prostorová frekvence, na níž společně s kontrastní citlivostí závisí rozpoznání nejjemnějších struktur, je definována množstvím cyklů na stupeň (čár/stupeň). O nízké prostorové frekvenci mluvíme v případě většího zobrazení šířky jednotlivých proužků, na druhé straně o vysoké prostorové frekvenci je hovořeno v případě úzké tloušťky proužků. [3]

9.2.1. Funkce kontrastní citlivosti

Funkce kontrastní citlivosti (z anglického slova CSF, contrast sensitivity function) je definována z důvodu nutnosti charakterizovat vidění z hlediska schopnosti vnímání kontrastu různě jemných struktur. Funkce kontrastní citlivosti je definována v logaritmických jednotkách, poskytuje nám informace o prahové hodnotě rozlišitelnosti jemných struktur s různým kontrastem. Hrubé struktury je oko schopné rozlišit s nižším kontrastem než struktury jemnější, kdy je vyžadováno vyššího kontrastu pro identifikaci znaku. Poklesem kontrastu se zhorší

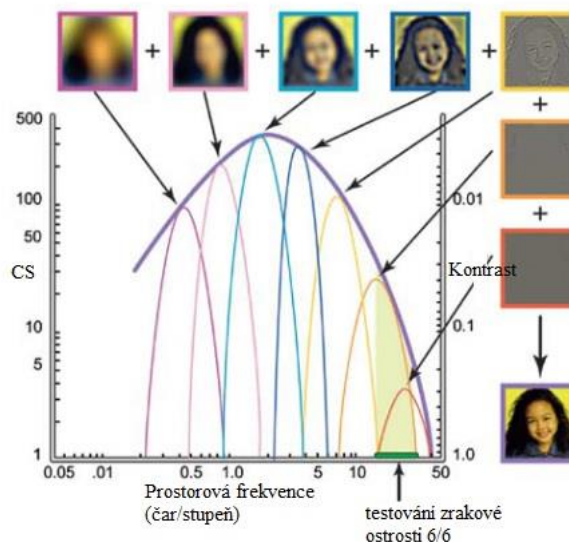
zraková ostrost a obraz je vnímán jako rozmazaný. Oblast na obrázku 28 označená šipkou charakterizuje zrakovou ostrost vzhledem k vysokému kontrastu a rozpoznání nejjemnějšího detailu mřížky. [3]



Obrázek 28: Funkce fotické kontrastní citlivosti [3]

9.2.2. Prostorové frekvenční kanály

Prostorové frekvenční kanály představují schopnost rozpoznat barvy, tvar, velikost, kontrast a pohyb vzhledem k tomu, že optický systém oka využívá pro získání informací různé kanály. Zraková ostrost charakterizuje kvalitu vidění pro vysoké prostorové frekvence, avšak jak je viditelné z obrázku 16, jedná se o malou velikost kanálu, které je využíváno při vyšetření zrakové ostrosti. Z tohoto důvodu je vhodné doplnit vyšetřovanou zrakovou ostrost testy kontrastní citlivosti pro charakterizaci vnímání na střední a nízké prostorové frekvenci.[67]



Obrázek 29: Prostorové frekvenční kanály [67]

9.2.3. Kontrastní citlivost a testy

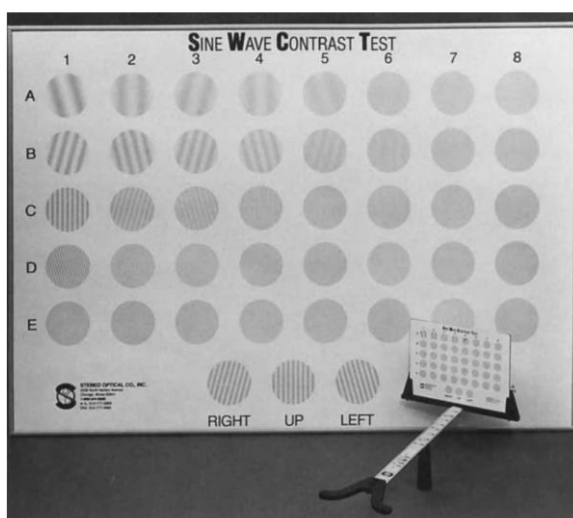
Testy na vyšetření kontrastní citlivosti je možné rozdělit na testy mřížkové a testy využívající znaků.

Mřížkové testy

Mřížkové testy funkce kontrastní citlivosti jsou založeny na sinusoidálních mřížkách s různou prostorovou frekvencí a kontrastem.

Visual contrast test system (VCTS)

VCTS, který byl přejmenován na Sine Wave Contrast Test, je test o velikosti 93x68 cm, jež je zavěšen na zeď ve vyšetřovací vzdálenosti 3 metrů. Jednotlivé sinusové disky se nacházejí po devíti discích v pěti řadách, kde každá řada má odlišnou prostorovou frekvenci. Směr mřížky směřuje k 90° nebo je nakloněn o 15° doprava nebo doleva. Test je možné použít ve zmenšené variantě i na vzdálenost 40 cm. [3]



Obrázek 30: Sine Wave Contrast Test [3]

Functional acuity contrast test (FACT)

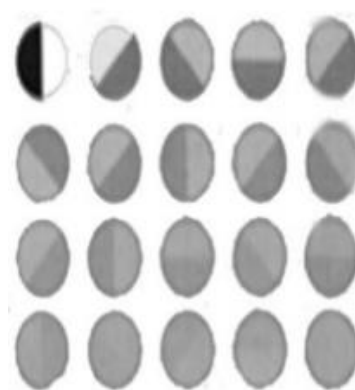
Functional acuity contrast test vychází již z výše zmíněného VCTS, zásadní rozdíl spočívá v rozmazaném okraji disků, šedém pozadí. Výhodou je především možnost opakovatelnosti testu. Kontrast jednotlivých disků nacházejících se vedle sebe je nižší a konstantní hodnota 0,15 logaritmické jednotky. [3]



Obrázek 31: Functional Acuity Contrast Test [3]

Melbourne Edge Test (MET)

Melbourne Edge Test je mřížkový test o velikosti 30x25 cm na němž jsou zobrazeny čtyři řady po pěti sinusoidálních discích, jejichž orientace je ve vertikálním, horizontálním a šikmém směru směřující k osám 45° a 135°. Test spočívá v postupném snižování kontrastu směrem od levého horního disku. [3]



Obrázek 32: Melbourne Edge Test [68]

Znakové testy

Testy zrakové ostrosti pro snížený kontrast

K testům zrakové ostrosti pro snížený kontrast je možné zařadit Pelli-Robsonovy testy, které měří kontrastní práh u konstantní velikosti jednotlivých písmen. Testy Bailey-Lovie a Reganovy tabule však měří schopnost rozlišení nejmenších písmen s konstantním kontrastem. Hlavní role těchto testů spočívá v detekci diabetu, glaukomu. [1, 3]

Bailey-Lovie test

Bailey-Lovie test byl vyvinut pro testování zrakové ostrosti s vysokým kontrastem, následně byl upraven pro testování s nižším kontrastem. Každý řádek má stejný počet znaků a vzdálenost mezi jednotlivými řádky a znaky je shodná, odstupňování mezi řádky je 0,1 logMAR. Poměr velikosti znaků nacházejících se na řádcích je přibližně 1,26. [1, 3]



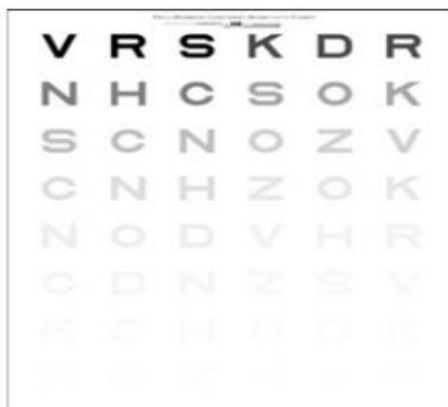
Obrázek 33: Bailey-Lovie test [68]

Reganovy tabule (Regan Low-Contrast Letter Charts)

Reganovy tabule jsou používány ve vyšetřovací vzdálenosti 3 m, jež jsou navrženy na principu Bailey-Lovie, s tím rozdílem, že v každé řadě je osm písmen. Využívá se tabulí s kontrastem 96 %, 7 % a 4 %. [1, 3]

Pelli-Robsonovy testy

Pelli-Robson test je vyšetřovací tabule o velikosti 64x85 cm, na které je zobrazeno 16 řádků po 3 znacích písmen v každém z řádků, které mají stejný kontrast, přičemž každá následující trojice snižuje svůj kontrast v logaritmických krocích 0,15 log jednotky. Vyšetřovací tabule se nachází ve vzdálenosti 1 m od klienta a měří kontrastní citlivost při nízkých a středních prostorových frekvencích. Využití testu je vhodné u pacientů s vadami zraku a u katarakty a pro screening pacientů s roztroušenou sklerózou, u diabetiků, pacientů s Parkinsonovou nemocí a Alzheimerovou chorobou. [3]

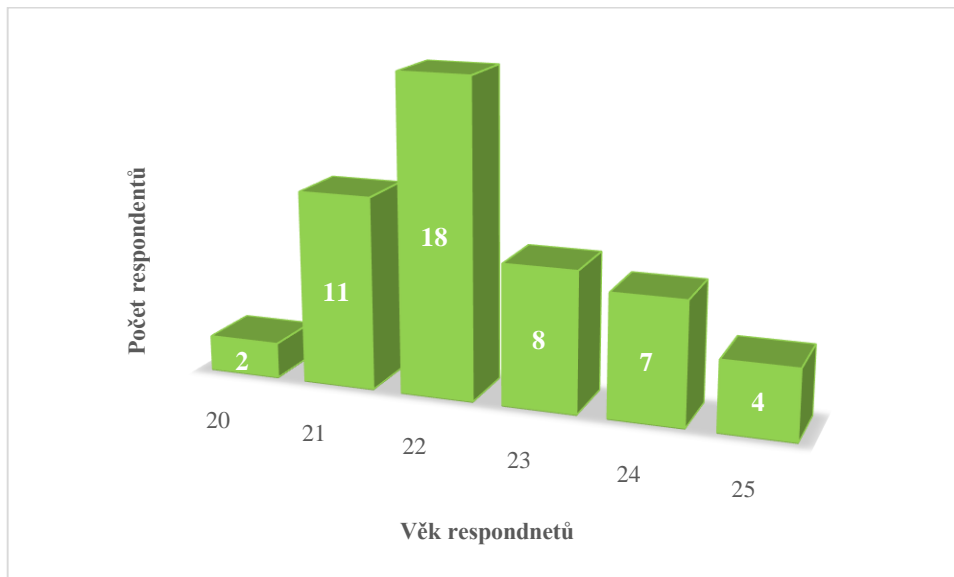


Obrázek 34: Pelli-Robson test [68]

9.3. Rozložení respondentů

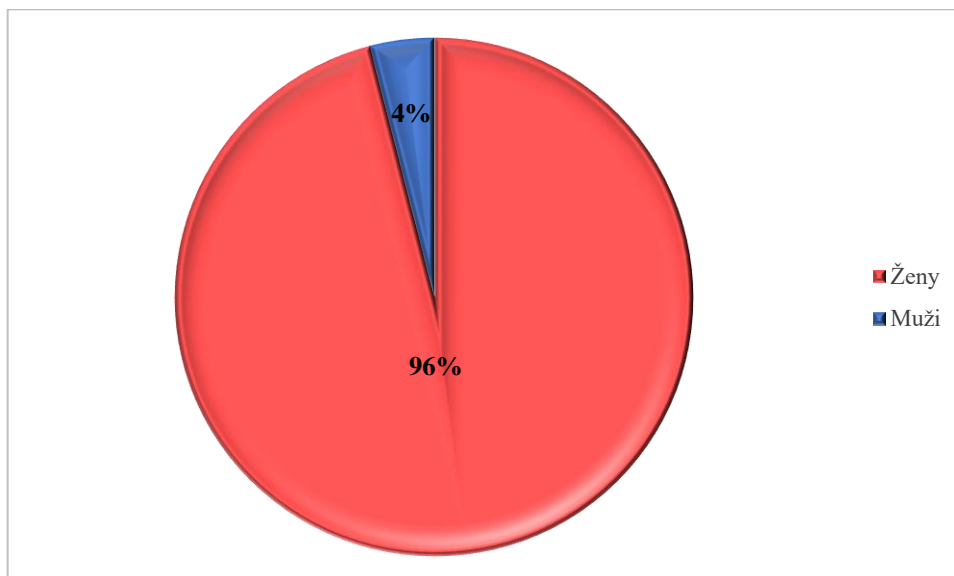
Experimentální části bakalářské práce se celkem zúčastnilo 50 studentů Fakulty biomedicínského inženýrství ve věku 20 až 25 let, z toho největší zastoupení bylo respondentů ve věku 22 let, kteří tvořili 36 % z celkového počtu zúčastněných studentů.

Graf 1: Počet respondentů v závislosti na věku



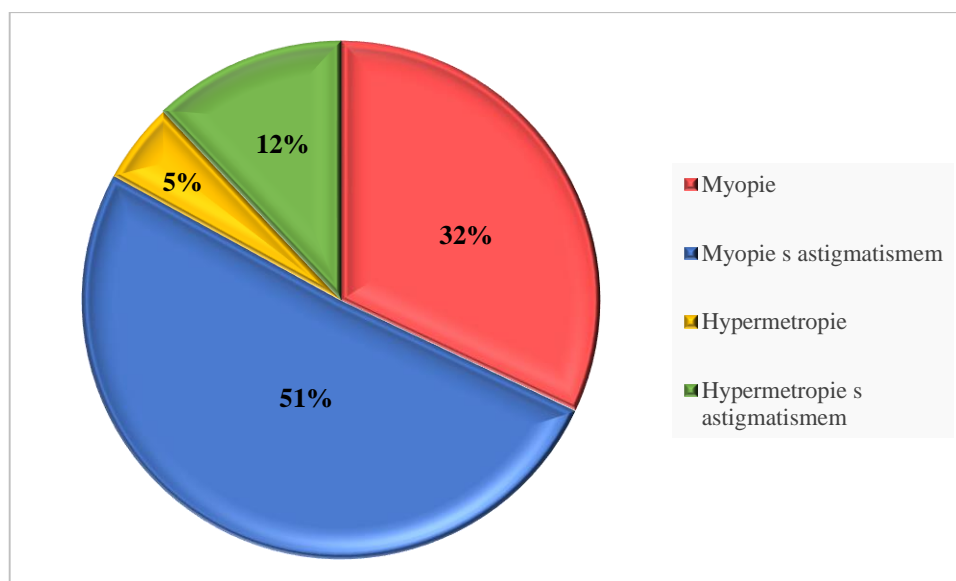
Z níže uvedeného grafu je patrné, že zájem zúčastnit se praktické části měly především ženy, které představovaly 96 % ze všech zúčastněných, pouze dva muži byli součástí experimentální části bakalářské práce.

Graf 2: Rozložení respondentů dle pohlaví



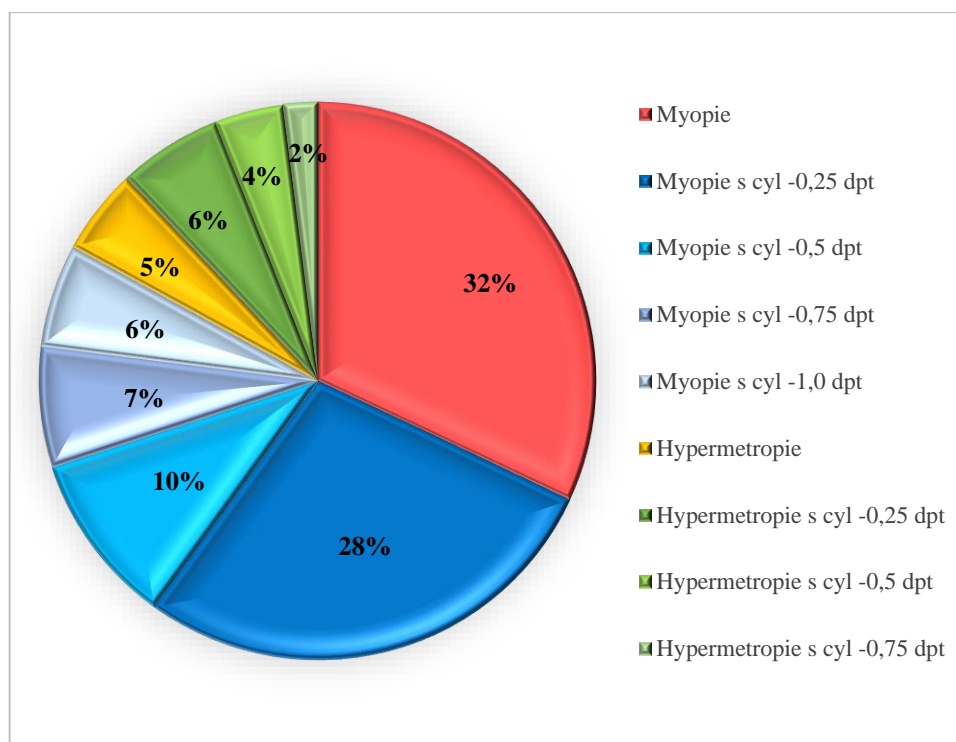
Celkový soubor tedy tvoří v součtu 100 očí. Respondenti byli rozčleněni do několika kategorií dle refrakční vady. Pro základní představu o rozdělení sférické ametropie, tedy myopie a hypermetropie a dále rozdělení osob s hodnotou astigmatismu byl vytvořen graf zobrazující procentuální zastoupení konkrétních refrakčních vad oka. Celých 51 % z celkového počtu 100 očí je myopických s hodnotou astigmatismu, další v pořadí je sférická ametropie, konkrétně myopie, s 32 %. Nejmenšího počtu respondentů dosáhla kategorie hypermetropů, tedy těch, kteří měli pouze sférickou hodnotu dioptrie, s 5 %. Pro uvedení kompletních údajů byla nesférická vada, tedy astigmatismus, změřena u 63 lidí z celkového počtu 100 očí.

Graf 3: Procentuální rozložení refrakčních vad



V experimentální části práce je významná především skupina nesférické ametropie. Kategorie respondentů byla tedy dále rozdělena podle dioptrické hodnoty korekční složky cylindru. V případě porovnání studentů s astigmatismem se vyskytovalo celkem 28 myopických očí s hodnotou cylindru -0,25 dpt, což byla nejpočetnější skupina. Dioptrickou hodnotu vyšší než -0,25 dpt cylindru v případě myopických očí mělo 23 subjektů, konkrétně 10 očí s -0,5 dpt cylindru, 7 očí s vyrovnávací složkou -0,75 dpt cylindru a zbylých 5 očí tvořilo 6 % s hodnotou cylindru -1,0 dpt. Z celkového počtu 17 hypermetropických očí bylo 6 % s hodnotou -0,25 dpt cylindru a o 2 % méně tvořila skupina očí s cylindrem -0,5 dpt.

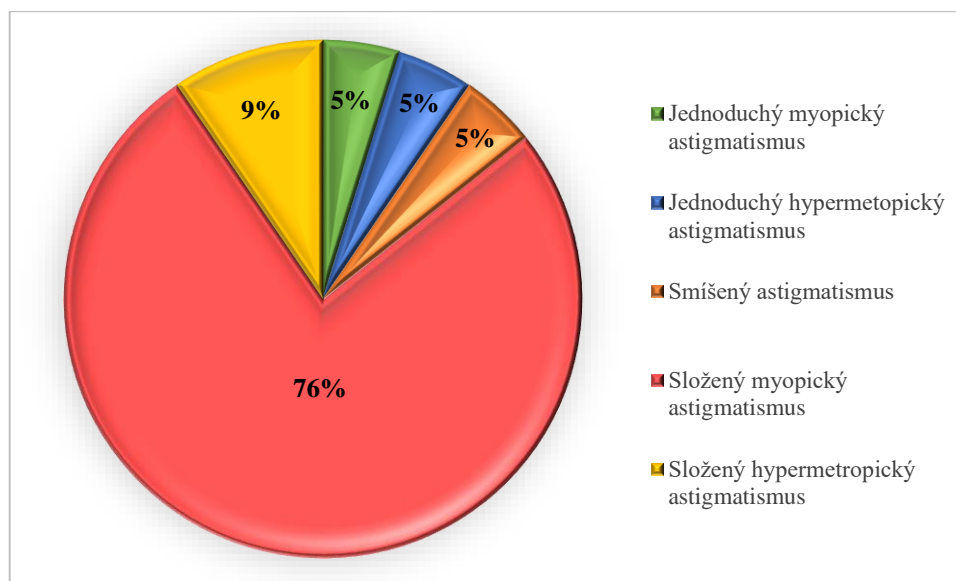
Graf 4: Procentuální rozložení refrakčních vad dle astigmatismu



Z důvodu zaměření experimentální části na změnu zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti u osob s nízkou hodnotou astigmatismu byl věnován rozdělení nesférické ametropie větší zřetel. Astigmatismus byl rozdělen dle umístění fokál na následující typy: jednoduchý myopický astigmatismus, u něhož se jedna fokála nachází na sítnici a druhá je myopická, jednoduchý hypermetropický astigmatismus, u něhož je jeden meridián hypermetropický a druhý emetropický, smíšený astigmatismus, kde je jedna fokála před sítnicí a druhá za sítnicí, myopický složený astigmatismus, kdy obě fokály jsou myopické, hypermetropický složený astigmatismus, kde pozice fokál je za sítnicí, tedy jsou hypermetropické. V daném souboru tvořil složený myopický astigmatismus 76 %, vyskytoval se tedy u 48 očí a tvořil největší zastoupení. Následně těsně pod 10 % se vyskytoval hypermetropický složený astigmatismus. U zbylých zmíněných typů astigmatismů podle daného rozdělení tedy, jednoduchý myopický

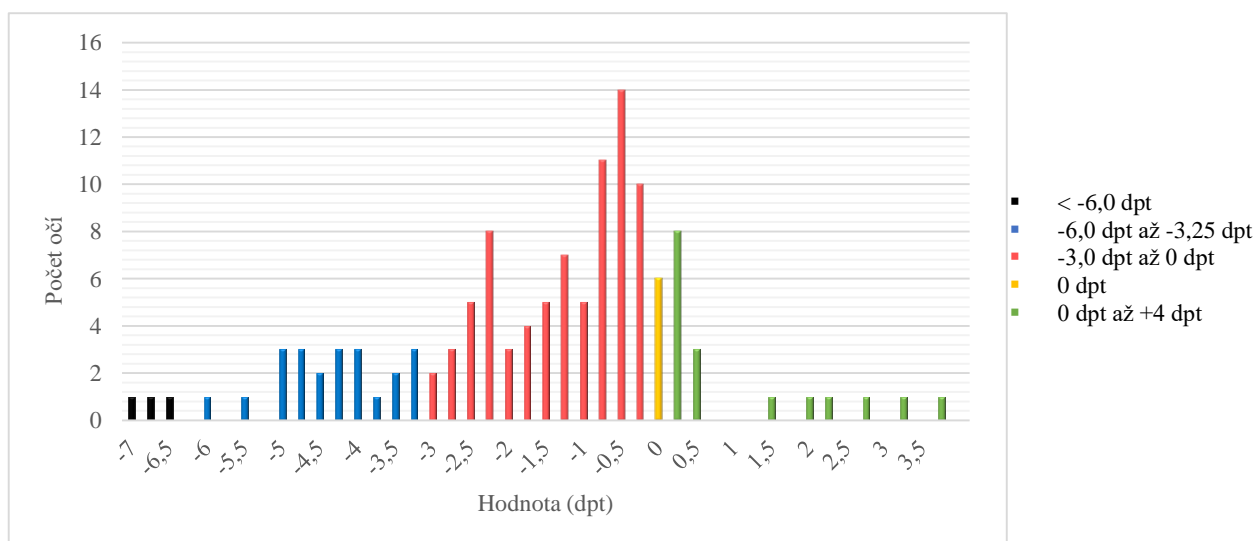
astigmatismus, jednoduchý hypermetropický astigmatismus a astigmatismus smíšený, byly zastoupeny po 5 %.

Graf 5: Procentuální rozdělení astigmatismu dle typu umístění fokál



V grafu níže je uveden histogram rozložení složeného astigmatismu, z něhož je patrné, že převážná většina očí tvořila složený myopický astigmatismus. Nejpočetnější skupinou byla skupina s nízkým stupněm složeného myopického astigmatismu v dioptrickém rozmezí 0 dpt až -3,0 dpt. V případě hypermetropického složeného astigmatismu bylo jen malé zastoupení v intervalu mezi +0,75 dpt až do +4,0 dpt, ve většině případu se objevil právě u jednoho oka. Stejně tak malý výskyt byl v případě vysokého stupně složeného myopického astigmatismu nad -6,0 dpt.

Graf 6: Histogram rozložení složeného astigmatismu



9.4. Analýza korekce myopie a nízkého stupně astigmatismu asférickou kontaktní čočkou

Soubor myopických subjektů a subjektů s nízkou hodnotou astigmatismu tvoří převážnou většinu všech zúčastněných a to konkrétně 83 %. Refrakční stav respondentů byla od -0,25 dioptrie až do -7,00 dioptrie sférické korekce. Cylindrická korekce se u skupiny pohybovala v rozmezí od -0,25 dioptrie až do -1,00 dioptrie.

Pro statistické zpracování bylo použito párového t-testu závislých vzorků, kdy hypotézy byly zvoleny na hladině významnosti $\alpha = 5\%$. Nejprve byla položena oboustranná hypotéza, při níž v případě hypotézy H_0 : nedochází ke změně ve vyšetřovaném vzorku a v případě alternativní hypotézy H_A : dochází ke změně ve vyšetřovaném vzorku. Z důvodu nutnosti zjištění změny zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti u jednotlivých skupin, bylo za využití jednostranné hypotézy určeno zlepšení popřípadě zhoršení zkoumaných testů.

V průběhu měření a následně po statistickém zpracování bylo zjištěno, že u kontrastní citlivosti dochází ke statisticky významným změnám na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň.

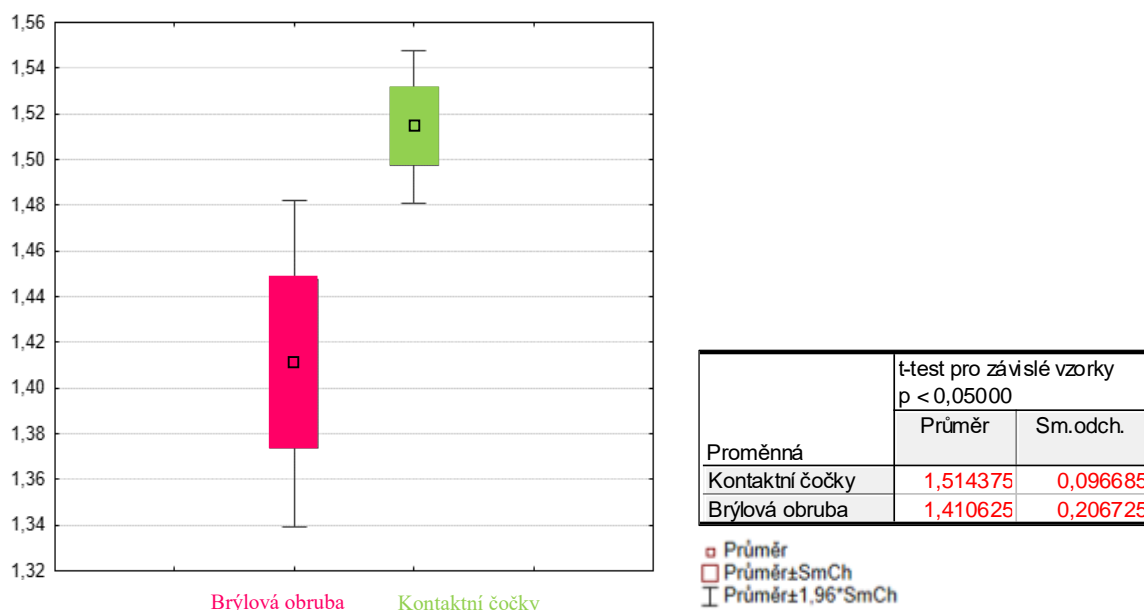
V jednotlivých skupinách, do nichž byli respondenti rozčleněni, byla zkoumána změna zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti po aplikaci asférické kontaktní čočky.

Z grafického zpracování v předchozí kapitole je přehledně viditelné, že myopických subjektů bylo z celkového počtu 100 očí 32 %. Znění počáteční hypotézy, která byla stanovena již v úvodu práce, že zraková ostrost se u myopických respondentů bez zatížení astigmatismemlepší po nasazení kontaktních čoček, popřípadě bude stejná jako při vyšetření v brýlové obrubě, byla potvrzena. Testová statistika je v případě myopie rovna $t = 2,900597$, k níž odpovídající hodnota $p = 0,006792$, na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0,05\%$, z čehož vyplývá zlepšení hodnoty zrakové ostrosti.

Kontrastní citlivost se u vzorku myopických respondentů významně statisticky nezměnila, respektive logaritmická hodnota na jednotlivých prostorových frekvencích byla shodná jak při testování subjektů, kteří měli nasazenou brýlovou obrubu a byli korigováni plnou sférickou korekcí v brýlové obrubě, tak po následné aplikaci asférické kontaktní čočky. Statistický výsledek odpovídá hypotéze, která byla stanovena v případě myopické skupiny subjektů.

Krabicový graf reprezentuje výsledek hypotézy, tedy zlepšení zrakové ostrosti po aplikaci asférické kontaktní čočky u myopických subjektů.

Graf 7: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u myopických respondentů



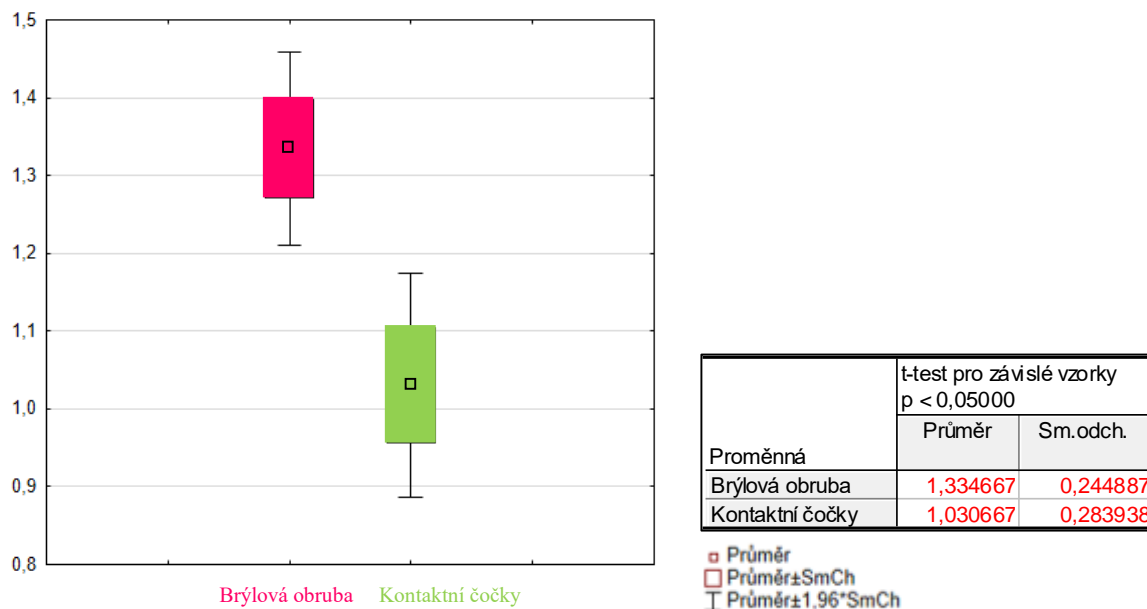
Druhá nejpočetnější skupina z celého souboru reprezentovala myopická refrakční vada s cylindrickou hodnotou -0,25 dioptrie. Výsledky hypotéz neprokázaly žádné významné změny u zrakové ostrosti ani u hodnot kontrastní citlivosti s asférickou kontaktní čočkou. Subjektivně nebyl významný rozdíl ve vnímání jednotlivých testů s nasazenou brýlovou obrubou a následně s kontaktní čočkou.

Statisticky méně významná skupina respondentů, u které však byl jako první zaznamenám pokles zrakové ostrosti, byla představována 10 % z celkového počtu 100 očí, do níž byli zaraženi všichni studenti s myopickou refrakční vadou, u nichž byla naměřena hodnota cylindru -0,50 dioptrie.

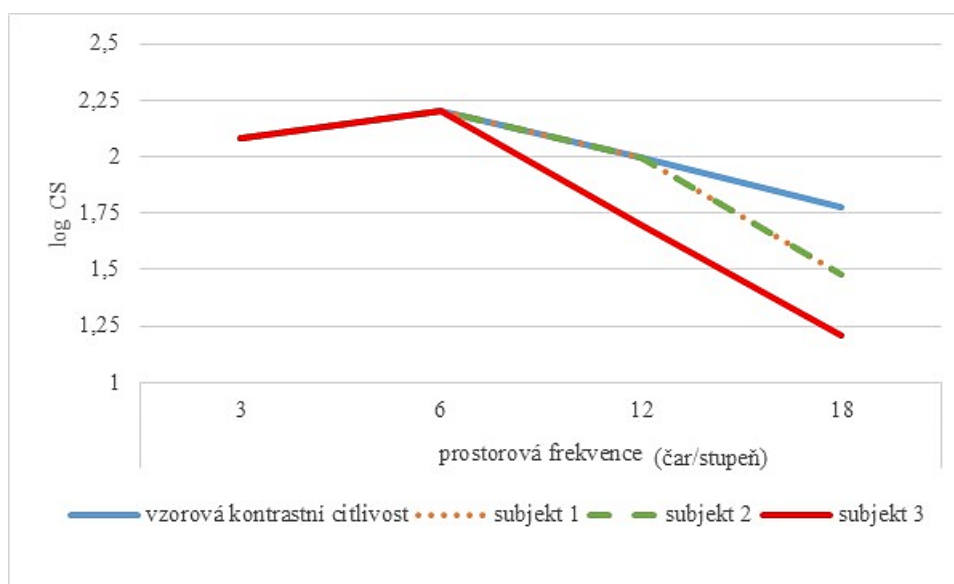
U myopických subjektů, jejichž cylindrická hodnota byla vyšší než -0,50 dioptrie, bylo statisticky zjištěno zhoršení zrakové ostrosti. Testová statistika se realizuje hodnotou $t = 4,326157$, odpovídající p-hodnota je $p = 0,000697$, tedy na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, bylo zjištěno zhoršení zrakové ostrosti po aplikaci kontaktní čočky odpovídající sférickému ekvivalentu refrakční vady respondenta. Zároveň byla prokázána změna kontrastní citlivosti na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň u třech subjektů, jejichž hodnota cylindru byla -0,75 dioptrie a -1,0 dioptrie. Pokles kontrastní citlivosti na výše zmíněné frekvenci je zaznamenán u těchto respondentů níže v grafu číslo 9.

Krabicový graf 8 prezentuje výsledky výše zmíněné hypotézy s viditelnými hodnotami maxim, minim a střední hodnotu u zrakové ostrosti v brýlové obrubě a v kontaktních čočkách.

Graf 8: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u myopických respondentů s hodnotou cylindru větší než -0,5 dioptrie



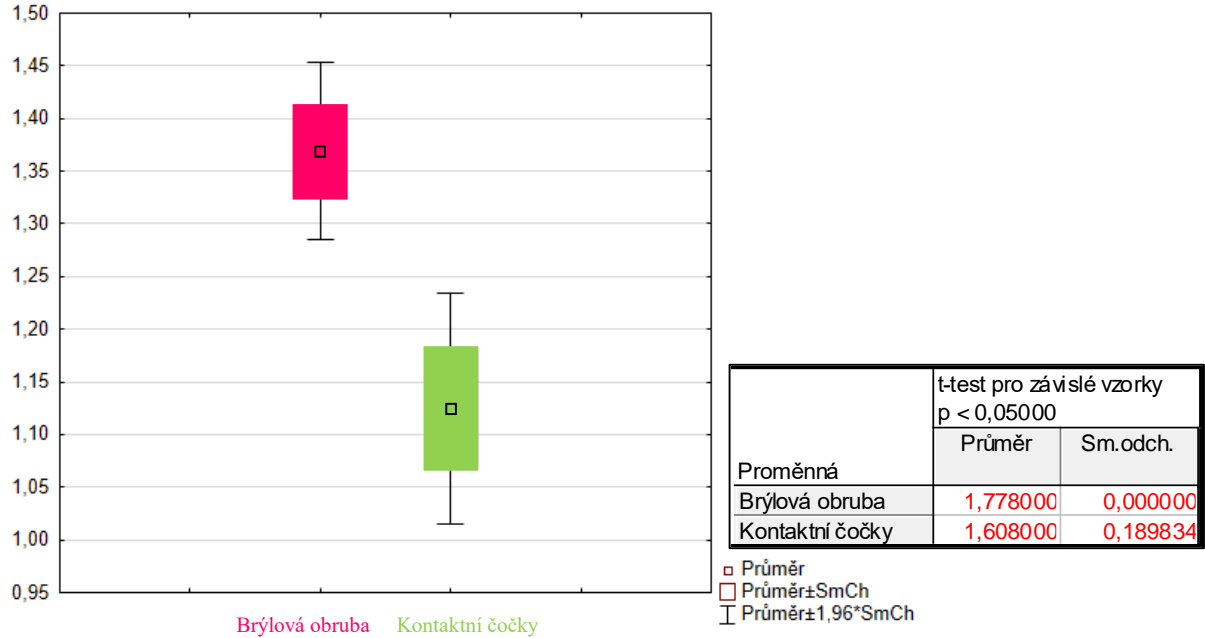
Graf 9: Kontrastní citlivost u třech vybraných subjektů



Skupina myopických respondentů, do níž byli zařazeni subjekty s astigmatismem větším nebo rovno -0,5 dioptrie, představovala 23 očí, tedy bezmála čtvrtinu celého zkoumaného vzorku. Jedná se o početnou skupinu subjektů, tedy i výsledky hypotéz je možné považovat za významné. Zraková ostrost se po aplikaci asférických kontaktních čoček snížila, což se projevilo i na subjektivním hodnocení vizuálního vnímání respondentů. Testová statistika představuje hodnotu $t = 5,13414328$, odpovídající p-hodnota je $p = 0,0000334$, tedy na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, byl zjištěn prokazatelný pokles zrakové ostrosti po aplikaci

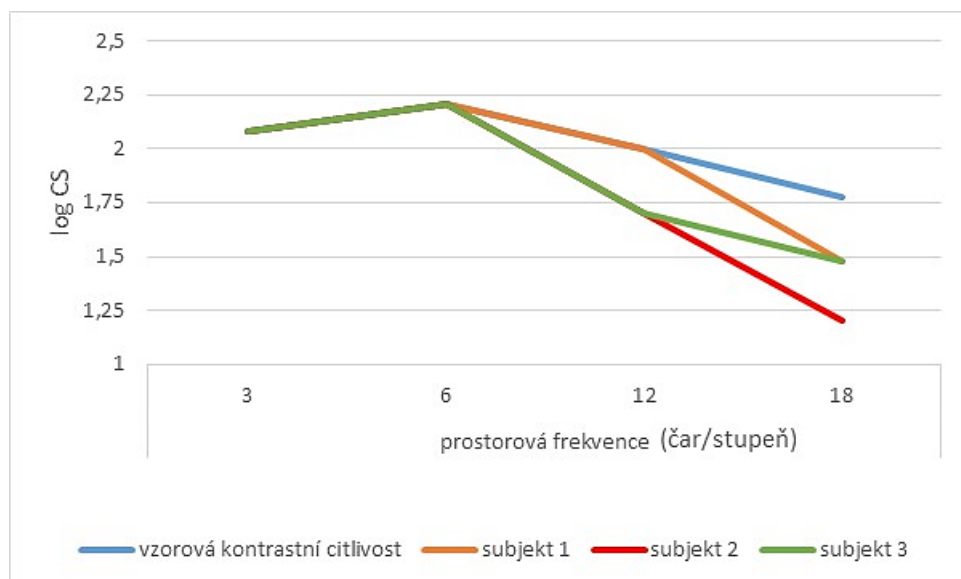
kontaktní čočky odpovídající sférickému ekvivalentu refrakční vady respondenta. Změna zrakové ostrosti je zobrazena níže v krabicovém grafu 10.

Graf 10: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u myopických respondentů s hodnotou cylindru větší nebo rovno -0,5 dpt



Statisticky významná změna u výše zmíněné skupiny byla zjištěna i u kontrastní citlivosti na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň. Bylo možné zamítnout nulovou hypotézu H_0 , za současného potvrzení alternativní hypotézy H_A . Na základě jednostranné hypotézy byla prokázána změna na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň po aplikaci asférické kontaktní čočky. Graf 11 zobrazuje pokles kontrastní citlivosti u vybraných respondentů. Na prostorové frekvenci 12 čar/stupeň došlo ke změně pouze u dvou respondentů, z tohoto důvodu není změna zhodnocena jako statisticky významná.

Graf 11: Kontrastní citlivost u vybraných respondentů



Výsledky hypotéz u jednotlivých skupin jsou přehledně zobrazeny v tabulce 2, z níž je na první pohled patrné, že k poklesu kontrastní citlivosti na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň došlo u nositelů kontaktních čoček, jejichž hodnota cylindru byla vyšší nebo rovna - 0,5 dioptrie. Statisticky významné změny jsou zjištěny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, na základě položených oboustranných hypotéz, kdy znění nulové hypotézy H_0 : zraková ostrost (kontrastní citlivost na jednotlivých frekvencích) se významně statisticky nezmění, jako alternativní hypotéza byla vyřčena hypotéza H_A : po aplikaci respondentů kontaktními čočkami bude patrná změna zrakové ostrosti (kontrastní citlivosti na jednotlivých prostorových frekvencích). Na základě jednostranné hypotézy bylo dále zjištěno zlepšení zrakové ostrosti, k níž došlo u myopických subjektů, popřípadě zhoršení, jako je tomu u skupiny myopických respondentů s hodnotou astigmatismu vyšší nebo rovno než - 0,5 dioptrie.

Tabulka 2: Výsledek hypotéz u myopických respondentů nízkou hodnotou astigmatismu

<i>Refrakční vada</i>	<i>Zraková ostrost</i>	<i>Kontrastní citlivost prostorová frekvence 12 čar/stupeň</i>	<i>Kontrastní citlivost prostorová frekvence 18 čar/stupeň</i>
<i>Myopie</i>	H_A	H_0	H_0
<i>Myopie s cyl -0,25 dpt</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Myopie s cyl -0,5 dpt</i>	H_A	H_0	H_0
<i>Myopie s cyl \leq -0,5 dpt</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Myopie s cyl $>$ -0,5 dpt</i>	H_A	H_0	H_A
<i>Myopie s cyl \geq -0,5 dpt</i>	H_A	H_0	H_A
<i>Myopie s cyl \leq -0,75 dpt</i>	H_A	H_0	H_A

Diskuze

Využitím párového t-testu pro závislé vzorky jsou ve výše uvedené kapitole prezentovány výsledky hypotéz u jednotlivých refrakčních skupin. Předpokládaného výsledku dosáhla skupina myopických subjektů, kdy po aplikaci asférické jednodenní kontaktní čočky se zraková ostrost zlepšila v celkovém souboru z vizu $1,41 \pm 0,21$ (střední hodnota \pm směrodatná odchylka), kterého bylo dosaženo v brýlové obrubě, na hodnotu vizu $1,51 \pm 0,09$ (střední hodnota \pm směrodatná odchylka), jenž byl zjištěn po aplikaci asférické kontaktní čočky, korektněji sférického ekvivalentu. Subjektivně respondenti nepocítovali změnu při rozpoznání znaků na Snellenově optotypu ani při následném testu kontrastní citlivosti, byla-li jejich refrakční vada zatížena nejvyšší hodnotou cylindru $-0,25$ dioptrie. Z celkového vzorku 100 očí 23 % vybraných subjektů, jejichž hodnota astigmatismu byla vyšší nebo rovna $-0,5$ dioptrie, subjektivně vnímali vizuální pokles v kontaktních čočkách, což se ve výsledku statisticky prokázalo.

Statisticky významná změna kontrastní citlivosti na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň byla zaznamenána již u výše zmíněné skupiny, respondenti byli i nadále schopni korektně rozeznat směr promítaných mřížek.

Výrobci kontaktních čoček nabízejí na trhu torické čočky od hodnoty cylindru $-0,75$ dioptrie. Jak je však patrné z výše uvedených výsledků, že k poklesu hodnoty zrakové ostrosti po aplikaci sférického ekvivalentu došlo již od hodnoty cylindru $-0,50$ dioptrie, což je podle mého názoru potenciál pro výrobce kontaktních čoček, aby došlo k posunu prahové hodnoty cylindru.

K dnešnímu datu publikované studie poskytují informace o zlepšení zrakové ostrosti u nositelů torických kontaktních čoček s nízkou hodnotou astigmatismu, v porovnání s aplikovanou dioptrickou hodnotou sférického ekvivalentu, mimoto zraková ostrost změřená s torickými kontaktními čočkami je shodná jako vizus s brýlovou korekcí. [69]

Snaha poskytnout rovnoměrné a neměnné osvětlení v průběhu celého vyšetření byla především z důvodu ovlivnění zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti v závislosti na velikosti pupily. Při předpokládané velikosti pupily 2 mm za fotopických podmínek dochází podle statistické studie ke zhoršení zrakové ostrosti v asférických kontaktních čočkách v porovnání s torickými čočkami ($p \leq 0,001$) a brýlovou korekcí ($p = 0,002$). Naopak podobných výsledků bylo dosaženo u torických kontaktních čoček a brýlové korekce (v případě velikostí pupil 2mm, 4mm a 6 mm). Ke statisticky významné změně kontrastní citlivosti docházelo při velikosti pupily 6 mm. Studie porovnávala subjekty se sférickou složkou refrakce mezi $+6,0$ dioptriemi a $-9,0$ dioptriemi s refrakčním astigmatismem v rozmezí od $-0,75$ dioptrie

do - 1,0 dioptrie. S torickou kontaktní čočkou u osob s nízkým stupněm astigmatismu bylo dosaženo lepšího vidění v porovnání s asférickou kontaktní čočkou.[69]

Torické měkké kontaktní čočky by měly být preferovány u nositelů kontaktních čoček s nízkou hodnotou astigmatismu. K tomuto výsledku dospěla i studie, která poskytla informace o neutralizaci cylindru v centrální části rohovky a snížení rohovkového astigmatismu po aplikaci torické kontaktní čočky. Překvapivě sférické kontaktní čočky nedokázaly neutralizovat toricitu rohovky při rohovkové topografii, a dokonce zvýšily astigmatismus rohovky. [70]

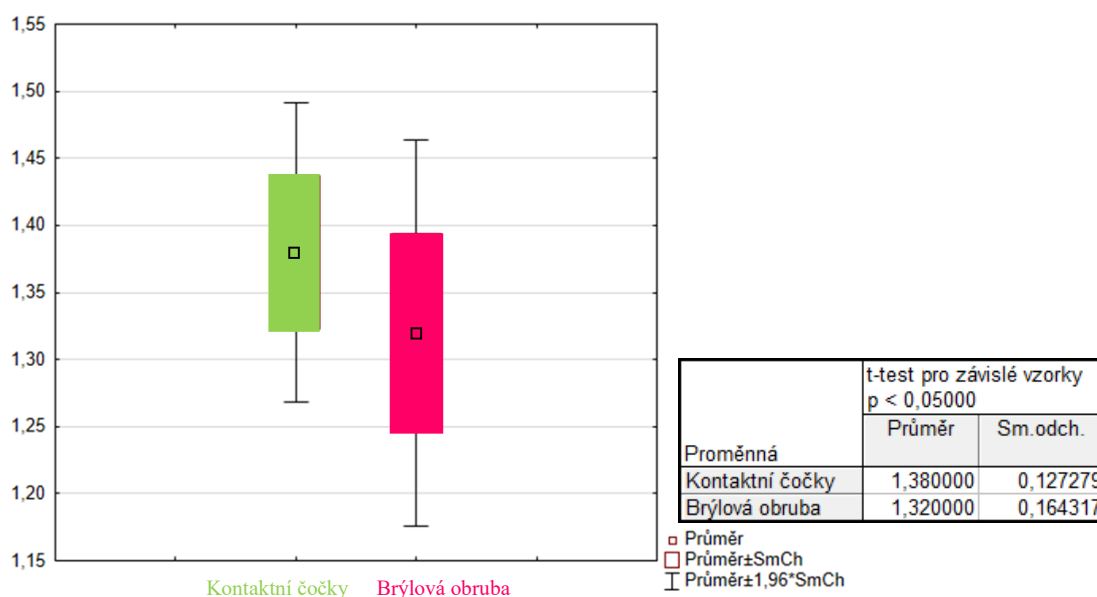
V současné době vzhledem k vývoji materiálů torických kontaktních čoček jsou stejně pohodlné torické kontaktní čočky jako sférické kontaktní čočky a navíc u osob s nízkou hodnotou astigmatismu poskytují prokazatelné zlepšení zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti. Pacienti s nízkou hodnotou astigmatismu nemusejí na první pohled pozorovat významné zlepšení zrakové ostrosti při vyšetření ve vyšetřovací místnosti, avšak v běžném životě nemají objekty stejný jas a vysoký kontrast.

9.5. Analýza korekce hypermetropie a nízkého stupně astigmatismu asférickou kontaktní čočkou

Hypermetropie a hypermetropie nízkého stupně astigmatismu představovala celých 17 % z celkového zkoumaného počtu očí, čímž se řadí do méně početné skupiny experimentální části, avšak i přesto pro úplnost práce je i minoritní skupina statisticky zpracována a vyhodnocena. Sférická složka hypermetropie se pohybovala v rozmezí od +0,25 dioptrie až +3,75 dioptrie s hodnotou cylindru mezi -0,25 dioptriemi až -0,75 dioptriemi.

Stanovená hypotéza o předpokladu změny zrakové ostrosti po aplikaci kontaktních čoček, přesněji řečeno její zlepšení, nebyla u hypermetropických subjektů potvrzena. Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, se nepodařilo zamítnout hypotézu H_0 . I přesto, že nebylo statisticky prokázáno zlepšení zrakové ostrosti po aplikaci jednodenních kontaktních čoček, v krabicovém grafu 10 je zobrazena změna zkoumaného stavu před aplikací kontaktních čoček, tedy v brýlové obrubě a dále s kontaktními čočkami.

Graf 12: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u hypermetropických respondentů



Z důvodu nízkého počtu vzorků v skupině hypermetropických klientů s nízkou hodnotou cylindru, nebyla prokázána statisticky významná diference zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti s brýlovou obrubou a následně kontaktní čočkou.

Tabulka číslo 3 zobrazuje přehledně výsledky hypotéz u jednotlivých skupin respondentů.

Tabulka 3: Výsledky hypotéz u hypermetropických respondentů s nízkou hodnotou astigmatismu

<i>Refrakční vada</i>	<i>Zraková ostrost</i>	<i>Kontrastní citlivost prostorová frekvence 12 čar/stupeň</i>	<i>Kontrastní citlivost prostorová frekvence 18 čar/stupeň</i>
<i>Hypermetropie</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Hypermetropie s cyl -0,25 dpt</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Hypermetropie s cyl -0,5 dpt</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Hypermetropie s cyl \leq -0,5 dpt</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Hypermetropie s cyl $>$ -0,5 dpt</i>	H_0	H_0	H_0
<i>Hypermetropie s cyl \leq -0,75 dpt</i>	H_0	H_0	H_0

Diskuze

Hypermetropická skupina se skládala z 5 % z celkového počtu očí, avšak i přesto nedošlo k statisticky významnému zlepšení zrakové ostrosti, což bylo na počátku měření předpokládáno. K jistým změnám při vyšetření zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti došlo od hodnoty cylindru -0,5 dioptrie, ale párový t-test závislých vzorků na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, nevyhodnotil tyto změny jako významné. V případě skupiny myopických respondentů bylo možné dojít ke konečnému závěru experimentální části, avšak v případě minoritního počtu hypermetropických subjektů s nízkou hodnotou astigmatismu se nepodařilo zamítnout hypotézu H_0 u žádné ze skupin.

Závěr

Cílem práce bylo porovnat kompenzační pomůcky pro korekci ametropie z různých hledisek zejména technických, medicínských a finančních. Ke zjištění požadovaných informací jsem v teoretické části práce využila zdrojů odborné literatury.

Změnou korekční pomůcky z brýlí na kontaktní čočky dochází u hypermetropického a myopického oka k rozdílům v zorném poli. V případě hypermetropa se jeho zorné pole zvětší, naopak u myopického oka, jež místo brýlové korekce využívá kontaktní čočky, dochází ke zmenšení zorné pole. Velikost sítnicových obrazů závisí na vzdálenosti kompenzační pomůcky od oka, ale také na tom, zda se jedná o myopické nebo hypermetropické oko. Velikost sítnicového obrazu u hypermetropa má za následek snížení zrakové ostrosti vlivem zmenšení velikosti retinálního obrazu při přechodu z brýlové korekce na kontaktní čočky, na druhé straně u myopického oka je tomu právě naopak. Při porovnání těžké myopie popřípadě hypermetropie s refrakční vadou $\mp 6,0$ dioptrie jsem zjistila shodné akomodační úsilí u myopie a hypermetropie s naaplikovanou kontaktní čočkou. Myopické oko korigované brýlemi má nižší akomodační úsilí než s kontaktní čočkou.

Z medicínského hlediska je menší pravděpodobnost vzniku možných komplikací při nošení brýlové korekce v porovnání s kontaktními čočkami. V důsledku nošení kontaktních čoček, popřípadě nedodržení hygienických zásad, je zvýšené riziko vzniku gigantopapilární konjunktivitidy vyvolané kontaktními čočkami, vznik syndromu suchého oka, bakteriální keratitidy a další.

Experimentální část práce, jejíž součástí bylo vyšetření studentů Fakulty biomedicínského inženýrství, kde celkový soubor tvořilo 100 očí, se zabývala vlivem korekce sférické ametropie a nízkého stupně astigmatismu čočkou v brýlové zkušební obrubě a následně kontaktní čočkou na zrakovou ostrost a kontrastní citlivost. Kontaktní čočky aplikované v praktické části práce byly vybrány po konzultaci s vedoucím bakalářské práce prof. Ing. Jiřím Novákem, Ph.D., kdy vzhledem k momentální nedostatečné dostupnosti kontaktních čoček se sférickým designem v požadovaných dioptrických hodnotách ve vyšetřovací místnosti na Fakultě biomedicínského inženýrství od firmy Johnson & Johnson a také z důvodu nepříznivé situace mezi dodavateli, byly vybrány kontaktní čočky s asférickým designem od firmy Bausch + Lomb. Asférické kontaktní čočky při standardní velikosti pupily, za fotopických a mesopických podmínek, vzhledem k užšímu průměru pupily oproti velikosti za skotopických podmínek, poskytují podle studií srovnatelné hodnoty zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti, jako kontaktní čočky se sférickým designem. Výrobci kontaktních čoček Bausch + Lomb a Cooper Vision na českém

trhu nabízejí pouze asférický design kontaktních čoček, firma Johnson & Johnson poskytuje sférické kontaktní čočky se sférickým designem, ale vzhledem k nepříznivé spolupráci se společnostmi v současné době, byl vybrán asférický design, který přináší nositelům kontaktních čoček srovnatelné vizuální předpoklady za fotopických a skotopických podmínek, kterých bylo při vyšetření zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti dodrženo.

Z analýzy, do níž byla zařazena skupina myopických respondentů s nízkou hodnotou astigmatismu, můžeme konstatovat skutečnost, že u myopických respondentů v celkovém zastoupení 32 % bylo zaznamenáno zlepšení zrakové ostrosti po aplikaci jednodenní kontaktní čočky z vizu $1,41 \pm 0,21$ naměřeného s brýlovou obrubou na střední hodnotu vizu $1,51 \pm 0,09$ v kontaktních čočkách, čímž byla potvrzena hypotéza stanovená v úvodu práce.

Aplikací asférické kontaktní čočky v dioptrické hodnotě sférického ekvivalentu u myopických respondentů s hodnotou cylindru $-0,25$ dioptrie nebyla objevena významná změna zrakové ostrosti ani kontrastní citlivosti na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň, která by způsobovala zúčastněným studentům Fakulty biomedicínského inženýrství snížené vizuální vnímání.

Na základě statisticky významných výsledků experimentální části práce byla zaznamenána změna zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti na prostorové frekvenci 18 čar/stupeň po aplikaci sférického ekvivalentu u subjektů s dioptrickou hodnotou cylindru větší nebo rovno $-0,50$ dioptrie. Skupina respondentů, která představovala 23 očí, jejíž součástí jsou subjekty s hodnotou astigmatismu větší nebo rovno $-0,50$ dioptrie, zaznamenala pokles zrakové ostrosti z průměrné hodnoty $1,37 \pm 0,21$ na hodnotu vizu v kontaktních čočkách $1,12 \pm 0,27$.

Pro výrobce torických kontaktních čoček by se toto zjištění mohlo stát potenciálem, aby došlo k posunu prahové hodnoty cylindru u doposud produkovaných torických kontaktních čoček.

Seznam použité literatury

- [1] GROSVENOR, Theodore P. c2007. Primary care optometry. 5th ed. St. Louis, Mo.: Butterworth-Heinemann/Elsevier, xiii, 510 p. ISBN 9780750675758.
- [2] WILLIAMS, Katie M., Virginie J. M. VERHOEVEN, Phillippa CUMBERLAND, Geir BERTELSEN, Christian WOLFRAM, Gabriëlle H. S. BUITENDIJK, Albert HOFMAN, Cornelia M. VAN DUIJN, Johannes R. VINGERLING, et al. 2015. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E3) Consortium. European Journal of Epidemiology [online]. 2015-11-22, 30(4): 305-315 [cit. 2015-11-22]. DOI: 10.1007/s10654-015-0010-0. ISSN 03932990. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10654-015-0010-0>
- [3] BENJAMIN, William J a Irvin M BORISH. Borish's clinical refraction. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006, xviii, 1694 p. ISBN 0750675241.
- [4] Oční vady a jejich korekce. Essilor [online]. Praha [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: http://www.essilor.cz/CS/o_vasem_zraku/ocni_vady_a_jejich_korekce/Stranky/default.aspx
- [5] SACHSENWEGER, Rudolf a Karl MÜTZE. 1979. Oftalmologická optika a nauka o brýlích: programovaný text. 1., české vyd. Překlad Jan Ondráček. Praha: Avicenum, 397 s.
- [6] RABBETTS, Ronald B. 2007. Bennett & Rabbetts' clinical visual optics. 4th ed. New York: Elsevier/Butterworth Heinemann, xiv, 470 p. ISBN 9780750688741.
- [7] Pokorný, Petr. Korekce sférické ametropie [přednáška]. Kladno: ČVUT, 25. dubna 2014
- [8] ELLIOTT, David B. 2013. Clinical procedures in primary eye care. Edinburgh: Elsevier. ISBN 9780702051944.
- [9] ANTON, Milan. 1993. Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 108 s. ISBN 8070131489.
- [10] HRYNCHAK, Patricia. Prescribing spectacles: reasons for failure of spectacle lens acceptance [online]. : 111-115 [cit. 2015-10-31]. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2005.00351.x.
- [11] KRAUS, Hanuš. 1997. Kompendium očního lékařství. Vyd. 1. Praha: Grada, 341 s. ISBN 8071690791.
- [12] Severa David, Petr Veselý, Pavel Beneš: Základy metod korekce refrakčních vad. Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů :: Portál Lékařské fakulty

Masarykovy univerzity [online] 5.8.2015, poslední aktualizace 19.8.2015 [cit. 2015-12-27]
Dostupný z WWW: <<http://portal.med.muni.cz/clanek-639-zaklady-metod-korekce-refrakcnich-vad.html>>. ISSN 1801-6103.

[13] MEISTER, Darryl; SHEEDY, James E. Introduction to Ophthalmic Optics. SOLA Optical USA, 2000.

[14] PETROVÁ, Sylvie, Zdeňka MAŠKOVÁ a Tomáš JUREČKA. 2008. Základy aplikace kontaktních čoček. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 219 s. ISBN 9788070134702.

[15] SEVER, Anja. 2010. Night myopia. In: S B O R N Í K P Ř E D N Á Ť E K: 2. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÉ KONFERENCE OPTOMETRIE. Brno, s. 118-124.

[16] EFRON, Nathan (ed.). c2007. Optometry A-Z. 1st ed. Edinburgh: Elsevier, ix, 414 s. ISBN 9780750649131.

[17] SCOTT A. READ, STEPHEN J. VINCENT a MICHAEL J. COLLINS. The visual and functional impacts of astigmatism and its clinical management. Ophthalmic and Physiological Optics [online]. 2014, 34(3): 267-294 [cit. 2015-10-28]. DOI: 10.1111/opo.12128.

[18] KOLKER, Richard J. Subjective refraction and prescribing glasses: the number one (or number two) guide to practical techniques and principles [online]. pages cm [cit. 2015-12-27]. ISBN 978-099-6765-008.

[19] HOM, Milton M. 1997. Manual of contact lens prescribing and fitting. Boston: Butterworth-Heinemann, xiii, 418 p. ISBN 0750697415.

[20] MANNIS, Mark J. c2003. Contact lenses in ophthalmic practice. New York: Springer, 315 p. ISBN 0387404007.

[21] Sborník přednášek - Kurz kontaktologů: 3. teoretická část. 2000, Česká kontaktologická společnost, Praha

[22] Toric contact lenses. *Mivision: Bringing optics into focus* [online]. [cit. 2015-12-10]. Dostupné z: <https://www.mivision.com.au/2cpd-soft-torics-stability-beyond-the-chair/>

[23] Aplikace měkkých torických kontaktních čoček. 2014. The Vision Care Institute of Johnson & Johnson [online]. Praha, 2014 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/Aplikace_mekkych_toricky_ch_KC_kapitola_7.pdf

- [24] Purslow C., Using contact lenses in sport. *Optometry Today*. 2010; 50(12):31-7.
- [25] Benefits of Contact Lenses. Brienholdenvisioninstitute [online]. [cit. 2015-10-28]. Dostupné z: <http://www.brienholdenvision.org/education/learn-about-your-eyes/benefits-of-contact-lenses.html>
- [26] Contact Lenses vs. Eyeglasses: Which Are Best for You? 2015. Allaboutvision.com [online]. [cit. 2015-10-28]. Dostupné z: <http://www.allaboutvision.com/contacts/faq/contacts-vs-glasses.htm>
- [27] ZEISS, Carl. 1991. Handbook of Ophthalmic Optics. Germany.
- [28] Baštecký, Richard. Optické rozdíly mezi korekcí brýlovou a kontaktní čočkou [přednáška]. Kladno: ČVUT, 19. březen 2014
- [29] FANNIN, Troy E a Theodore GROSVENOR. 1987. Clinical optics. Boston: Butterworths, xii, 467 s. ISBN 0409900605.
- [30] DANAYAK, Parul M., et al. A comparative study of the status of binocular vision and accommodation with spectacles and contact lenses in myopes. *Indian Journal of Applied Basic Medical Sciences*, 2014, 16.22: 34-50.
- [31] EFRON, Nathan (ed.). 2010. Contact lens practice. 2nd ed. Oxford: Elsevier, x, 474 s. ISBN 9780750688697.
- [32] ELKINGTON, A. R., FRANK, H. J., GREANEY M. J., *Clinical Optics*, ed. 3, Blackwell Science Ltd., 1999, 276 s., ISBN 0-632-04989-8
- [33] DOUTHWAITE, W. Contact lens optics and lens design. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2006, x, 419 s. ISBN 0750688793.
- [34] Vision with Contact lenses. *Optometry* [online]. University of California [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: http://optometry.berkeley.edu/class/opt260a/othertopics_pp/cleval_vision.htm
- [35] JALIE, M. 1984. The principles of ophthalmic lenses. 4th ed. London: The Association of British Dispensing Opticians, xii, 580 s. ISBN 0900099208.
- [36] RUTRLE, Miloš. 2001. Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 143 s. ISBN 8070133473.

- [37] NAJMAN, Ladislav. Požadavky na centrování jednoohniskových brýlových čoček. *Česká oční optika*, Brno: SČOO, 2005, vol. 46, No 1, p. 22-24. ISSN 1211-233X.
- [38] BROOKS, Clifford W a Irvin M BORISH. c2007. System for ophthalmic dispensing. 3rd ed. St. Louis, MO: Butterworth Heinemann, p. ISBN 0750674806.
- [39] WU, Yvonne T., et al. Impact of air-drying lens cases in various locations and positions. *Optometry & Vision Science*, 2010, 87.7: 465-468.
- [40] YANOFF, Myron a Jay S. DUKER. 2013. Ophthalmology. Fourth edition. Pittsburgh: Elsevier/Saunders. ISBN 9781455750016.
- [41] KUČHYNKA, Pavel. 2007. Oční lékařství. 1.vyd. Praha: Grada, [40], 768 s. ISBN 9788024711638.
- [42] RADFORD, C F. 2002. Acanthamoeba keratitis in England and Wales: incidence, outcome, and risk factors. *British Journal of Ophthalmology* [online]. 86(5): 536-542 [cit. 2015-12-06]. DOI: 10.1136/bjo.86.5.536. ISSN 00071161. Dostupné z: <http://bjo.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjo.86.5.536>
- [43] Spaní v kontaktních čočkách. 2012. The Vision Care Institute of Johnson & Johnson [online]. Praha, 2012 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/Spani_v_KC.pdf
- [44] SYNEK, Svatopluk. Kontaktní čočky [online]. 1 vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009 [cit. 2016-05-04]. Elportál. Dostupné z: <<http://is.muni.cz/elportal/?id=848180>>. ISSN 1802-128X.
- [45] SHEHZAD A. NAROO. 2004. Refractive surgery: a guide to assessment and management. Elsevier. Edinburgh: Butterworth-Heinemann. ISBN 0750655607.
- [46] TUNNACLIFFE, Alan H. Introduction to visual optics. 4th ed. London: Association of British Dispensing Opticians, 1993, vii, 603 s. ISBN 0-900099-28-3.
- [47] Moderní metody a přístroje v oční optice 2009: sborník přednášek : 17. září, Praha 2009. 2009. Editor Jiří Novák, Pavel Novák. V Praze: ČVUT, 106 s. ISBN 9788001043967.
- [48] AZAR, Dimitri T, Massimo CAMELLIN a Richard W YEE. c2005. LASEK, PRK, and excimer laser stromal surface ablation. New York: Marcel Dekker, xii, 339 p. ISBN 0824754344.

- [49] AZAR, Dimitri T a Douglas D KOCH. c2003. LASIK: fundamentals, surgical techniques, and complications. New York: Marcel Dekker, xiv, 506 p. ISBN 0824707974.
- [50] ROZSÍVAL, Pavel. c2006. Oční lékařství. 1. vyd. Praha: Galén, 373 s. ISBN 8072624040.
- [51] EDITED BY JORGE ALIO AND DIMITRI AZAR. 2007. Management of complications in refractive surgery. Berlin: Springer. ISBN 9783540375845.
- [52] EDITED BY JOSEF F. BILLE, edited by Josef F.Carol F. 2003. Aberration-Free Refractive Surgery New Frontiers in Vision. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 9783642979187.
- [53] MICHAEL O'KEEFE, editor. 2013. Current understanding and new techniques in refractive surgery. New York: Nova Biomedical. ISBN 9781628087543.
- [54] ISABELLE ELISE YANNIC, Saelens. 2011. Corneal transplantations and intracorneal implants. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam. ISBN 9789461691354.
- [55] Úhradový katalog VZP - ZP [online]. 2015. In: . ČR, 1.3.2015, s. 34-36 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: http://www.tenacz.cz/Documents/6_Region_East/Czech%20republic/Documents/metodika%202015.pdf
- [56] NeoVize oční klinika. www.neovize.cz [online]. Brno [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: www.neovize.cz
- [57] Gemini oční klinika. Gemini: Oční klinika [online]. [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: www.gemini.cz
- [58] LEXUM. Lexum: Evropská oční klinika [online]. [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://www.lexum.cz/>
- [59] TOPCON. Instruction manual LCD Computerized Chart: CC-100XP. Nederland, 2009.
- [60] MORGAN, Philip B. a Nathan EFRON. 2009. Prescribing soft contact lenses for astigmatism. Contact Lens and Anterior Eye [online]. 32(2), 97-98 [cit. 2016-05-02]. DOI: 10.1016/j.clae.2008.10.006. ISSN 13670484. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1367048408001616>

-
- [61] GAIB, Sara N. a Balamurali VASUDEVAN. 2015. Low toric soft contact lens acceptance study. *Contact Lens and Anterior Eye* [online]. 38(3), 194-198 [cit. 2016-05-02]. DOI: 10.1016/j.clae.2015.01.009. ISSN 13670484. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1367048415000119>
- [62] DAVE, Trusit. Aspheric Contact Lenses—What’s the Deal?. *Optician*, 7.08: 22-5.
- [63] EFRON, Suzanne; EFRON, Nathan; MORGAN, Philip B. Optical and visual performance of aspheric soft contact lenses. *Optometry & Vision Science*, 2008, 85.3: 201-210.
- [64] COX, Ian G. The why and wherefore of soft lens visual performance. *Contact Lens and Anterior Eye*, 2000, 23.1: 3-9.
- [65] Biotrue [online]. 2015. © 2016 Myfreeproductsamples.com [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: http://www.myfreeproductsamples.com/awesome_deals/the-biotrue-challenge/
- [66] Biotrue one day lens cross section [online]. © 2016 Bausch & Lomb Incorporated [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.bausch.com/ecp/our-products/contact-lenses/myopia-hyperopia/biotrue-oneday-lenses>
- [67] VISION SCIENCES RESEARCH CORPORATION. ContrastSensitivity.net:thepremiere online source of in formationfor vision science and testing technology [online]. 2002 [cit. 2015-12-16]. Dostupné z:<http://contrastsensitivity.net/>
- [68] Contrast sensitivity, Clinical assessment of intra-ocular light scatter, recovery from glare. 2014. SlideShare [online]. Institute of Community Ophthalmology [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/schizophrenicSabbir/contrast-sensitivity-clinical-assessment-of-intraocular-light-scatter-recovery-from-glare-macular-photo-stress-test>
- [69] MORGAN, PHILIP B., SUZANNE E. EFRON, NATHAN EFRON a ELIZABETH A. HILL. 2005. Inefficacy of Aspheric Soft Contact Lenses for the Correction of Low Levels of Astigmatism. *Optometry and Vision Science* [online]. 82(9), 823-828 [cit. 2016-05-02]. DOI: 10.1097/01.opx.0000177792.62460.58. ISSN 10405488. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00006324-200509000-00011>
- [70] KURNA, Sevda Aydin, et al. Success rates in the correction of astigmatism with toric and spherical soft contact lens fittings. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*, 2010, 4: 959.

Seznam symbolů a zkratek

dpt	dioptrie
RGP	tvrdé plynopropustné kontaktní čočky (z anglického termínu Rigid Gas Permeable)
CLPC	Papilární konjunktivitida vyvolaná kontaktními čočkami
PRK	Fotorefraktivní keratektomie
LASEK	Laser-assisted subepithelial keratectomy
LASIK	Laser in situ keratomileusis
FemtoLASIK	Femtosekundový laser in situ keratomileusis
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (z anglického Food and Drug Administration)
OP	pravé oko
OL	levé oko
sph	sféra
cyl	cylindr
ax	osa cylindru
VN	visus naturalis
VN bino	binokulární visus naturalis
BCVA	nejlepší zraková ostrost (z anglického termínu best correction visual acuity)
BCVA bino	binokulární nejlepší zraková ostrost
CS	kontrastní citlivost
SE	sférický ekvivalent

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení refrakčních vad [2].....	2
Obrázek 2: Vidění krátkozrakého pacienta bez korekce [4].....	3
Obrázek 3: Korekce myopie [7]	4
Obrázek 4: Korekce myopie kontaktní čočkou [1].....	6
Obrázek 5: Vidění dalekozrakého pacienta bez korekce [4]	7
Obrázek 6: Korekce hypermetropie [7]	8
Obrázek 7: Korekce hypermetropie kontaktní čočkou [1]	8
Obrázek 8: Vidění klienta s astigmatismem [4]	9
Obrázek 9: Stabilizační mechanismy u torických kontaktních čoček (ztenčené zóny, prizmatické ztluštění) [22].....	11
Obrázek 10: Laserové značky na měkkých kontaktních čočkách [23]	11
Obrázek 11: Zorné pole u myopa a hypermetropa [13].....	14
Obrázek 12: Velikost sítnicových obrazů [29]	15
Obrázek 13: Zmenšení předmětu O rozptylnou čočkou [13]	18
Obrázek 14: Zvětšení předmětu O spojnou čočkou [13].....	19
Obrázek 15: Prizmatický účinek klínu [37].....	21
Obrázek 16: Kritické směry nežádoucí korekce brýlových čoček u hypermetropa a myopa [37]	22
Obrázek 17: Správná inklinace obruby [38].....	22
Obrázek 18: Míra kontaminace pouzdra v různé pozici a na odlišných místech [39].....	24
Obrázek 19: Papilární konjunktivitida vyvolaná kontaktními čočkami [40]	26
Obrázek 20: Edém epitelu rohovky [44]	28
Obrázek 21: Snellenovy znaky na optotypu [46]	29
Obrázek 22: Intrakorneální čočky [41].....	35
Obrázek 23: Osternbergův test, Schoberův test a Worthova světla [59] [58]	38
Obrázek 24: Základní směry mřížky při vyšetření kontrastní citlivosti [59]	39
Obrázek 25: Biotrue ONEday kontaktní čočky [65]	40
Obrázek 26: Materiál kontaktní čočky Biotrue ONEday [66].....	41
Obrázek 27: Znázornění jasu u sinusové mřížky [3].....	42
Obrázek 28: Funkce fotopické kontrastní citlivosti [3]	43
Obrázek 29: Prostorové frekvenční kanály [67].....	43
Obrázek 30: Sine Wave Contrast Test [3]	44
Obrázek 31: Functional Acuit Contrast Test [3]	45
Obrázek 32: Melbourne Edge Test [68]	45
Obrázek 33: Bailey-Lovie test [68]	46
Obrázek 34: Pelli-Robson test [68]	46

Seznam grafů

Graf 1: Počet respondentů v závislosti na věku.....	47
Graf 2: Rozložení respondentů dle pohlaví	47
Graf 3: Procentuální rozložení refrakčních vad.....	48
Graf 4: Procentuální rozložení refrakčních vad dle astigmatismu	49
Graf 5: Procentuální rozdělení astigmatismu dle typu umístění fokál	50
Graf 6: Histogram rozložení složeného astigmatismu.....	50
Graf 7: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u myopických respondentů	52
Graf 8: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u myopických respondentů s hodnotou cylindru větší než -0,5 dioptrie.....	53
Graf 9: Kontrastní citlivost u třech vybraných subjektů.....	53
Graf 10: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u myopických respondentů s hodnotou cylindru větší nebo rovno -0,5 dpt.....	54
Graf 11: Kontrastní citlivost u vybraných respondentů.....	54
Graf 12: Krabicový graf zobrazující změnu zrakové ostrosti u hypermetropických respondentů	58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Akomodace u myopie a hypermetropie korigované brýlemi a kontaktní čočkou [6]	17
Tabulka 2: Výsledek hypotéz u myopických respondentů nízkou hodnotou astigmatismu....	55
Tabulka 3: Výsledky hypotéz u hypermetropických respondentů s nízkou hodnotou astigmatismu.....	59

Seznam příloh

Příloha 1: Přepočtová tabulka vrcholové vzdálenosti	73
Příloha 2: Hygiena rukou.....	74
Příloha 3: Seznam respondentů experimentální části práce	75

Příloha 1: Přepočtová tabulka vrcholové vzdálenosti

PŘEPOČTOVÁ TABULKA VERTEX DISTANCE (VRCHOLOVÁ VZDÁLENOST)

DAILIES®
AquaComfort PLUS®
ONE-DAY CONTACT LENSES

Optická mohutnost kontaktní čočky
v závislosti na vzdálenosti zadní plochy brýlové čočky od vrcholu rohovky.

BRÝLE MÍNUS					KONTAKTNÍ ČOČKA				BRÝLE PLUS			
20 mm	18 mm	16 mm	14 mm	12 mm	10 mm	0 mm	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm
3,25	3,25	3,25	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	2,75	2,75
3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,00	3,00	3,00
3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,75	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,00	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
4,75	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,25	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
5,00	5,00	4,75	4,75	4,75	4,75	4,50	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
5,25	5,25	5,25	5,00	5,00	5,00	4,75	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
5,50	5,50	5,50	5,50	5,25	5,25	5,00	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75
5,75	5,75	5,75	5,75	5,50	5,50	5,25	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
6,25	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,75	5,50	5,25	5,00	5,00	5,00	5,00
6,50	6,50	6,25	6,25	6,25	6,00	5,75	5,50	5,50	5,25	5,25	5,25	5,25
6,75	6,75	6,75	6,50	6,50	6,50	6,00	5,75	5,50	5,50	5,50	5,50	5,25
7,25	7,00	7,00	6,75	6,75	6,75	6,25	6,00	5,75	5,75	5,75	5,50	5,50
7,50	7,25	7,25	7,25	7,00	7,00	6,25	6,00	6,00	6,00	6,00	5,75	5,75
7,75	7,75	7,50	7,50	7,25	7,25	6,75	6,25	6,25	6,25	6,00	6,00	6,00
8,25	8,00	8,00	7,75	7,75	7,50	7,00	6,50	6,50	6,50	6,25	6,25	6,25
8,50	8,25	8,25	8,00	8,00	8,00	7,75	7,25	6,75	6,75	6,50	6,50	6,25
8,75	8,75	8,50	8,50	8,25	8,00	7,25	7,00	7,00	6,75	6,75	6,50	6,50
9,25	9,00	8,75	8,75	8,50	8,50	7,75	7,25	7,00	7,00	7,00	6,75	6,75
9,50	9,25	9,25	9,00	8,75	8,75	8,00	7,50	7,25	7,25	7,00	7,00	7,00
10,00	9,75	9,50	9,25	9,25	9,00	8,25	7,50	7,50	7,50	7,25	7,25	7,00
10,25	10,00	9,75	9,75	9,50	9,25	8,50	7,75	7,75	7,50	7,50	7,25	7,25
10,50	10,50	10,25	10,00	9,75	9,50	8,75	8,00	8,00	7,75	7,75	7,50	7,50
11,00	10,75	10,50	10,25	10,00	10,00	9,00	8,25	8,00	8,00	7,75	7,75	7,50
11,25	11,00	10,75	10,75	10,50	10,25	9,25	8,50	8,25	8,25	8,00	8,00	7,75
11,75	11,50	11,25	11,00	10,75	10,50	9,50	8,75	8,50	8,50	8,25	8,00	8,00
12,00	11,75	11,50	11,25	11,00	10,75	9,75	9,00	8,75	8,50	8,50	8,25	8,25
12,50	12,25	12,00	11,75	11,25	11,00	10,00	9,00	9,00	8,75	8,50	8,50	8,25
13,00	12,50	12,25	12,00	11,75	11,50	10,25	9,25	9,25	9,00	8,75	8,75	8,50
13,25	13,00	12,50	12,25	12,00	11,75	10,50	9,50	9,25	9,25	9,00	8,75	8,75
13,75	13,25	13,00	12,75	12,25	12,00	10,75	9,75	9,50	9,25	9,25	9,00	8,75
14,00	13,75	13,25	13,00	12,75	12,25	11,00	10,00	9,75	9,50	9,25	9,25	9,00
14,50	14,00	13,75	13,25	13,00	12,75	11,25	10,00	10,00	9,75	9,50	9,25	9,25
15,00	14,50	14,00	13,75	13,25	13,00	11,50	10,25	10,00	10,00	9,75	9,50	9,25
15,25	15,00	14,50	14,00	13,75	13,25	11,75	10,50	10,25	10,00	10,00	9,75	9,50
15,75	15,25	14,75	14,50	14,00	13,75	12,00	10,75	10,50	10,25	10,00	9,75	9,75
16,25	15,75	15,25	14,75	14,25	14,00	12,25	11,00	10,75	10,50	10,25	10,00	9,75
16,75	16,25	15,50	15,25	14,75	14,25	12,50	11,00	10,75	10,75	10,50	10,25	10,00
17,00	16,50	16,00	15,50	15,00	14,50	12,75	11,25	11,00	10,75	10,50	10,25	10,25
17,50	17,00	16,50	16,00	15,50	15,00	13,00	11,50	11,25	11,00	10,75	10,50	10,25
18,00	17,50	16,75	16,25	15,75	15,25	13,25	11,75	11,50	11,25	11,00	10,75	10,50
18,50	17,75	17,25	16,75	16,00	15,50	13,50	12,00	11,50	11,25	11,00	10,75	10,75
19,00	18,25	17,75	17,00	16,50	16,00	13,75	12,00	11,75	11,50	11,25	11,00	10,75
19,50	18,75	18,00	17,50	16,75	16,25	14,00	12,25	12,00	11,75	11,50	11,25	11,00
20,00	19,25	18,50	17,75	17,25	16,50	14,25	12,50	12,25	12,00	11,50	11,25	11,00
20,50	19,50	19,00	18,25	17,50	17,00	14,50	12,75	12,25	12,00	11,75	11,50	11,25
21,00	20,00	19,25	18,50	18,00	17,25	14,75	12,75	12,50	12,25	12,00	11,75	11,50
21,50	20,50	19,75	19,00	18,25	17,75	15,00	13,00	12,75	12,50	12,00	11,75	11,50
22,00	21,00	20,25	19,50	18,75	18,00	15,25	13,25	13,00	12,50	12,25	12,00	11,75
22,50	21,50	20,50	19,75	19,00	18,25	15,50	13,50	13,00	12,75	12,50	12,00	11,75
23,00	22,00	21,00	20,25	19,50	18,75	15,75	13,50	13,25	13,00	12,50	12,25	12,00
23,50	22,50	21,50	20,50	19,75	19,00	16,00	13,75	13,50	13,00	12,75	12,50	12,00
24,00	23,00	22,00	21,00	20,25	19,50	16,25	14,00	13,50	13,25	13,00	12,50	12,25
24,75	23,50	22,50	21,50	20,50	19,75	16,50	14,25	13,75	13,50	13,00	12,75	12,50
25,25	24,00	23,00	22,00	21,00	20,00	16,75	14,25	14,00	13,50	13,25	12,75	12,50
25,75	24,50	23,25	22,25	21,25	20,50	17,00	14,50	14,00	13,75	13,25	13,00	12,75
26,25	25,00	23,75	22,75	21,75	20,75	17,25	14,75	14,25	14,00	13,50	13,25	12,75
27,00	25,50	24,25	23,25	22,25	21,25	17,50	15,00	14,50	14,00	13,75	13,25	13,00
27,50	26,00	24,75	23,50	22,50	21,50	17,75	15,00	14,75	14,25	13,75	13,50	13,00
28,00	26,75	25,25	24,00	23,00	22,00	18,00	15,25	14,75	14,50	14,00	13,50	13,25
28,75	27,25	25,75	24,50	23,25	22,25	18,25	15,50	15,00	14,50	14,25	13,75	13,25
29,25	27,75	26,25	25,00	23,75	22,75	18,50	15,50	15,25	14,75	14,25	14,00	13,50
30,00	28,25	26,75	25,50	24,25	23,00	18,75	15,75	15,25	14,75	14,50	14,00	13,75
30,75	29,00	27,25	26,00	24,50	23,50	19,00	16,00	15,50	15,00	14,50	14,25	13,75
31,25	29,50	27,75	26,25	25,00	23,75	19,25	16,25	15,75	15,25	14,75	14,25	14,00
32,00	30,00	28,25	26,75	25,50	24,25	19,50	16,25	15,75	15,25	14,75	14,50	14,00
32,75	30,75	28,75	27,25	26,00	24,50	19,75	16,50	16,00	15,50	15,00	14,50	14,25
33,25	31,25	29,50	27,75	26,25	25,00	20,00	16,75	16,25	15,50	15,25	14,75	14,25
34,00	31,75	30,00	28,25	26,75	25,50	20,25	16,75	16,25	15,75	15,25	14,75	14,50
34,75	32,50	30,50	28,75	27,25	25,75	20,50	17,00	16,50	16,00	15,50	15,00	14,50
35,50	33,00	31,00	29,25	27,75	26,25	20,75	17,25	16,50	16,00	15,50	15,00	14,75
36,25	33,75	31,75	29,75	28,00	26,50	21,00	17,25	16,75	16,25	15,75	15,25	14,75
37,00	34,50	32,25	30,25	28,50	27,00	21,25	17,50	17,00	16,50	15,75	15,25	15,00
37,75	35,00	32,75	30,75	29,00	27,50	21,50	17,75	17,00	16,50	16,00	15,50	15,00
38,50	35,75	33,25	31,25	29,50	27,75	21,75	17,75	17,25	16,75	16,25	15,75	15,25
39,25	36,50	34,00	31,75	30,00	28,25	22,00	18,00	17,50	16,75	16,25	15,75	15,25

VC/DD/DA/OP/PI/14/1121/CZ Plamost do 11/2016 © 2014 Novartis AG

DAILIES TOTAL¹
WATER GRADIENT CONTACT LENSES

DAILIES[®]
AquaComfort PLUS[®]
ONE-DAY CONTACT LENSES

AO
SEPT
PLUS

AIR
OPTIX[®]
breathable contact lenses

AIR OPTIX[®] COLORS
breathable contact lenses*

OPTI-FREE[®]

VÝSLEDKY PODLOŽENÉ VĚDOU

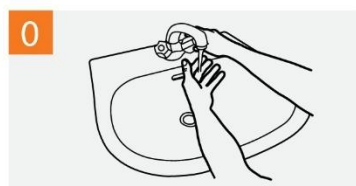
Alcon[®]

a Novartis company

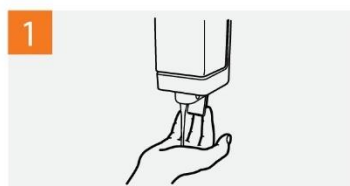
Postup při mytí rukou

MYJTE SI POUZE VIDITELNĚ ZNEČIŠTĚNÉ RUCE, JINAK POUŽÍVEJTE DEZINFEKCI!

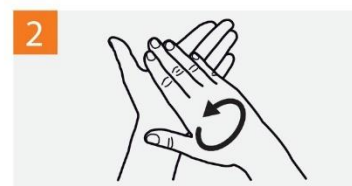
🕒 Doba trvání celé procedury: 40–60 vteřin



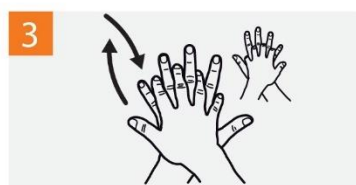
0 Navlhčete si ruce vodou.



1 Aplikujte dostatek mýdla na pokrytí celého povrchu rukou.



2 Třete ruce dlaní o dlaň.



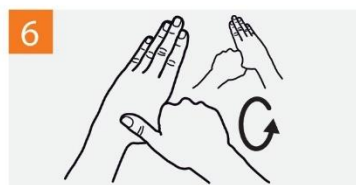
3 Třete pravou dlaní o levý hřbet ruky se zaklesnutými prsty a naopak.



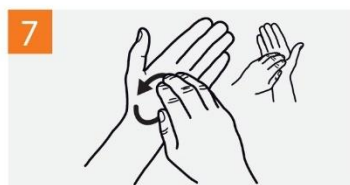
4 Třete dlaní o dlaň se zaklesnutými prsty.



5 Třete hřbety prstů o druhou dlaň se zaklesnutými prsty.



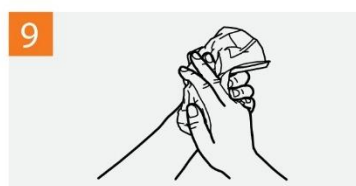
6 Krouživým pohybem třete levý palec v sevřeném pravé dlaní a naopak.



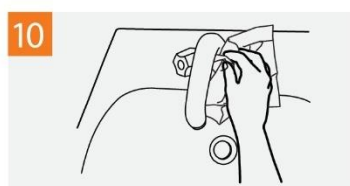
7 Obousměrnými krouživými pohyby třete sevřené prsty pravé ruky levou dlaň a naopak.



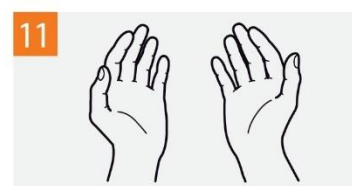
8 Opláchněte si ruce vodou.



9 Ruce si pečlivě osušte ručníkem na jedno použití.



10 Použijte ručník k zastavení kohoutku.



11 Nyní jsou Vaše ruce čisté.



Příloha 3: Seznam respondentů experimentální části práce

Respondent	Brýlová korekce												Kontaktní čočka								Refrakční deficit				
									prostorová frekvence								prostorová frekvence								
		VN	VN bino	sph	cyl	ax	BCVA	BCVA bino		3	6	12	18	SE	BCVA	BCVA bino		3	6	12	18		sph	cyl	ax
1	OP	0,05	0,05	-4,25			1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-4,00	1,44	1,90	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,25		
	OL	0,05		-3,25			1,20							-3,25	1,44							OL	0,00		
2	OP	0,50	0,70	-0,50			1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,50	1,50	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,00		
	OL	0,60		-0,50			1,20							-0,50	1,50							OL	0,00		
3	OP	1,20	1,50	-0,25			1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,70	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,20		0,00			1,20							0,00	1,50							OL	0,00		
4	OP	0,78	0,86	-1,00			1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,00	1,70	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	0,52		-1,00			1,50							-1,00	1,70							OL	0,00		
5	OP	1,20	1,50	-0,25			1,44	1,44	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,44	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,44		-0,25			1,44							-0,25	1,50							OL	0,00		
6	OP	0,20	0,20	-1,75			1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,75	1,44	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	0,16		-2,25			1,20							-2,25	1,44							OL	0,00		
7	OP	1,20	1,50	-0,25			1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,70	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	0,90		-0,25			1,50							-0,25	1,32							OL	0,00		
8	OP	0,62	1,50	-0,75			2,00	2,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,75	1,60	1,70	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,50		-0,50			2,00							-0,50	1,50							OL	0,00		
9	OP	0,60	1,20	-0,75			1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,75	1,50	1,70	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,00		-0,50			1,50							-0,50	1,60							OL	0,00		
10	OP	0,05	0,05	-6,75			1,38	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-6,25	1,38	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,50		
	OL	0,05		-6,50			1,44							-6,00	1,50							OL	-0,50		
11	OP	1,00	1,20	-0,25			1,50	2,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,60	2,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,00		-0,25			1,50							-0,25	1,60							OL	0,00		
12	OP	0,05	0,05	-5,25			1,44	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-5,00	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,25		
	OL	0,05		-5,00			1,44							-4,75	1,50							OL	-0,25		
13	OP	1,00	1,00	0,00	-1,00	180	1,44	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,50	0,78	1,08	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,50	-1,00	180
	OL	0,60		-0,25	-1,00	10	1,44							-0,75	0,98							OL	0,50	-1,00	10
14	OP	0,20	0,50	-1,75	-0,25	82	1,12	1,38	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,75	1,20	1,32	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	82
	OL	0,40		-1,50	-0,25	97	1,20							-1,50	1,20							OL	0,00	-0,25	97
15	OP	0,16	0,20	-1,75	-0,50	30	1,20	1,20	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-2,00	1,00	1,16	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,25	-0,50	30
	OL	0,16		-1,50	-0,50	175	1,20							-1,75	1,04							OL	0,25	-0,50	175
16	OP	0,80	0,90	-1,00	-0,25	95	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,00	1,26	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	95
	OL	0,90		-1,00			1,20							-1,00	1,44							OL	0,00		
17	OP	0,70	0,90	-0,75	-0,50	87	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,00	1,38	1,32	log CS	2,079	2,204	1,699	1,477	OP	0,25	-0,50	87
	OL	0,70		-0,75	-0,50	59	1,50							-1,00	1,32							OL	0,25	-0,50	59

Respondent	Brýlová korekce												Kontaktní čočka								Refrakční deficit				
									prostorová frekvence								prostorová frekvence								
		VN	VN bino	sph	cyl	ax	BCVA	BCVA bino		3	6	12	18	SE	BCVA	BCVA bino		3	6	12	18		sph	cyl	ax
18	OP	0,05	0,05	-4,75	-0,25	90	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-4,50	1,50	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,25	-0,25	90
	OL	0,05		-4,75	-0,25	160	1,20							-4,50	1,44							OL	-0,25	-0,25	160
19	OP	0,20	0,16	-1,50	-0,75	91	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,75	1,20	1,26	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,25	-0,75	91
	OL	0,10		-2,25	-0,25	80	1,50							-2,25	1,26							OL	0,00	-0,25	80
20	OP	0,30	0,50	-1,75	-0,50	8	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-2,00	1,50	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,25	-0,50	8
	OL	0,50		-1,00	-0,50	5	1,50							-1,25	1,50							OL	0,25	-0,50	5
21	OP	0,05	0,05	-4,00	-0,25	96	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-3,75	1,44	1,44	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,25	-0,25	96
	OL	0,05		-4,00	-0,25	98	1,50							-3,75	1,38							OL	-0,25	-0,25	98
22	OP	0,80	1,00	-0,25	-0,25	172	1,50	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,32	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,00	-0,25	172
	OL	0,90		-0,25	-0,25	179	1,50							-0,25	1,32							OL	0,00	-0,25	179
23	OP	0,38	0,60	-0,75	-0,25	180	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,75	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,788	OP	0,00	-0,25	180
	OL	0,60		-0,75			1,50							-0,75	1,50							OL	0,00		
24	OP	0,40	0,70	-1,00	-0,25	90	1,50	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,00	1,50	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,788	OP	0,00	-0,25	90
	OL	0,70		-0,50	-0,25	108	1,50							-0,50	1,44							OL	0,00	-0,25	108
25	OP	0,16	0,16	-2,50	-0,50	60	1,50	1,44	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-2,75	1,26	1,50	log CS	2,079	2,204	1,699	1,477	OP	0,25	-0,50	60
	OL	0,16		-2,50	-0,50	63	1,44							-2,75	1,32							OL	0,25	-0,50	63
26	OP	1,20	1,50	-0,50	-0,25	40	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	0,50	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-1,00	-0,25	40
	OL	1,20		-0,25	-0,25	140	1,50							0,25	1,26							OL	-0,50	-0,25	140
27	OP	1,20	1,20	-0,50	-0,25	10	1,20	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,50	1,44	1,38	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,00	-0,25	10
	OL	1,00		-0,50			1,50							-0,50	1,38							OL	0,00		
28	OP	0,05	0,05	-2,25	-1,00	10	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-2,75	0,76	1,44	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,50	-1,00	10
	OL	0,05		-2,50	-0,75	160	1,50							-2,75	1,16							OL	0,25	-0,75	160
29	OP	1,00	1,20	-0,25	-0,25	180	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,32	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	180
	OL	1,00		-0,25	-0,25	170	1,50							-0,25	1,20							OL	0,00	-0,25	170
30	OP	0,05	0,16	-3,75	-0,25	90	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-3,50	1,44	1,70	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,25	-0,25	90
	OL	0,05		-2,75			1,20							-2,75	1,50							OL	0,00		
31	OP	0,05	0,16	-6,00	-1,00	25	0,60	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-6,00	0,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-1,00	25
	OL	0,16		-2,00	-0,25	160	1,50							-2,00	1,60							OL	0,00	-0,25	160
32	OP	1,20	1,50	-0,50	-0,25	160	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,50	1,44	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	160
	OL	1,50		-0,50	-0,25	10	1,50							-0,50	1,38							OL	0,00	-0,25	10
33	OP	0,05	0,05	-6,50			1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-6,00	1,60	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	-0,50		
	OL	0,05		-6,50	-0,25	25	1,20							-6,00	1,50							OL	-0,50	-0,25	25
34	OP	0,30	0,40	-0,75	-0,50	100	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-1,00	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,25	-0,50	100
	OL	0,20		-0,75	-0,25	48	1,50							-0,75	1,32							OL	0,00	-0,25	48

Respondent	Břýlová korekce											Kontaktní čočka								Refrakční deficit					
									prostorová frekvence								prostorová frekvence								
	OP	VN	VN bino	sph	cyl	ax	BCVA	BCVA bino		3	6	12	18	SE	BCVA	BCVA bino		3	6	12	18	OP	sph	cyl	ax
35	OP	0,16	0,30	-2,25			1,12	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-2,25	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	0,20		-1,50	-0,75	66	1,38							-1,75	1,20							OL	0,25	-0,75	66
36	OP	1,20	1,20	-0,25	-0,25	116	1,50	2,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,60	2,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	116
	OL	1,20		-0,50	-0,25	32	1,50							-0,50	2,00							OL	0,00	-0,25	32
37	OP	0,05	0,05	-4,25	-0,75	177	1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-4,25	0,80	1,04	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,00	-0,75	177
	OL	0,05		-4,50	-1,00	175	1,20							-4,75	0,60							OL	0,25	-1,00	175
38	OP	0,10	0,16	-2,50	-0,25	76	1,20	1,20	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-2,50	1,08	1,26	log CS	2,079	2,204	1,699	1,204	OP	0,00	-0,25	76
	OL	0,10		-2,25	-1,00	88	1,20							-2,75	1,12							OL	0,50	-1,00	88
39	OP	0,7	1,00	-2,75	-0,75	170	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-3,00	1,20	1,32	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,25	-0,75	170
	OL	0,56		-2,75	-0,75	17	1,44							-3,00	1,08							OL	0,25	-0,75	17
40	OP	0,05	0,05	-4,50	-0,25	110	1,50	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-4,25	1,16	1,38	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	-0,25	-0,25	110
	OL	0,05		-5,75			1,44							-5,50	1,44							OL	-0,25		
41	OP	1,20	1,50	0,00	-0,50	170	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	-0,25	1,32	1,38	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,25	-0,50	170
	OL	1,50		0,00	-0,75	180	1,50							-0,25	1,26							OL	0,25	-0,75	180
42	OP	1,50	1,20	+2,50			1,20	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+2,50	1,38	1,60	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,00		
	OL	1,20		+4,00			1,20							+4,25	1,20							OL	-0,25		
43	OP	1,12	1,50	+0,25			1,50	1,90	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,25	1,50	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,20		+0,25	-0,75	86	1,38							0,00	1,50							OL	0,25	-0,75	86
44	OP	1,00	1,00	+0,5			1,20	1,20	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,5	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	0,70		+3,75	-0,50	18	1,20							+4,25	1,16							OL	-0,50	-0,50	18
45	OP	1,20	1,20	+0,5			1,50	1,44	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,5	1,32	1,32	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00		
	OL	1,20		+0,5	-0,25	2	1,20							+0,5	1,26							OL	0,00	-0,25	2
46	OP	1,50	1,50	+0,25	-0,25	175	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,25	1,44	1,80	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	175
	OL	1,50		+0,25	-0,25	180	1,50							+0,25	1,44							OL	0,00	-0,25	180
47	OP	0,60	0,70	+0,5	-0,75	170	1,50	2,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,25	0,50	1,00	log CS	2,079	2,204	1,996	1,477	OP	0,25	-0,75	170
	OL	0,70		+0,25	-0,50	10	1,50							0,00	0,70							OL	0,25	-0,50	10
48	OP	1,20	1,20	+0,5	-0,25	155	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,5	1,50	1,70	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	155
	OL	1,20		+0,5	-0,25	145	1,50							+0,5	1,50							OL	0,00	-0,25	145
49	OP	1,00	1,00	+2,75	-0,50	180	1,20	1,26	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+2,5	1,08	1,16	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,25	-0,50	180
	OL	1,00		+2,0	-0,50	155	1,20							+1,75	1,08							OL	0,25	-0,50	155
50	OP	1,00	1,50	+0,25	-0,25	180	1,50	1,50	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	+0,25	1,50	1,70	log CS	2,079	2,204	1,996	1,778	OP	0,00	-0,25	180
	OL	1,20		-0,25			1,50							-0,25	1,50							OL	0,00		