

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2020

**KATEŘINA
KROTKÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů

Vhodnost aplikace metody monovision u presbyopických pacientů

Suitability of application of the monovision method in presbyopic patients

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Kateřina Krotká

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jakub Král

Konzultantka bakalářské práce: Mgr. Zdeňka Vaňharová

Kladno 2020



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Krotká** Jméno: **Kateřina** Osobní číslo: **474286**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Optika a optometrie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Vhodnost aplikace metody monovision u presbyopických pacientů

Název bakalářské práce anglicky:

Suitability of application of the monovision method in presbyopic patients

Pokyny pro vypracování:

Studentka zpracuje problematiku akomodace a akomodačních anomálií. V úvodní části popíše jednotlivé složky akomodace a vznik presbyopie. Zaměří se na problematiku očních laserových a nitroočních operací, které řeší stařeckou vetchozrakost pomocí mikromonovisionu a monovisionu. Popíše principy aplikace zhodnocení vhodnosti způsobu řešení pomocí monovisionu. V praktické části studentka zpracuje rizika a vhodnost na operaci metodou monovision vzhledem k pracovním a životním nárokům klienta.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BRAUN, E.H.P., LEE, J., STEINERT, R.F., Monovision in LASIK, Ophthalmology, ročník 115, číslo 7, 2008, 1196-1202 s., DOI: 10.1016/j.ophtha.2007.09.018
- [2] EFRON, N., Optometry A-Z, ed. 1, Brisbane, Australia: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007, ISBN 0-7506-4913-5
- [3] KUČHYNKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Jakub Král

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Mgr. Zdeňka Vaňharová

Datum zadání bakalářské práce: **10.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

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

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

Název bakalářské práce: Vhodnost aplikace metody monovision u presbyopických pacientů

Abstrakt:

Hlavním bodem bakalářské práce s názvem „Vhodnost aplikace metody monovision u presbyopických pacientů“ je metoda monovision. Kapitoly v teoretické části jsou zaměřeny na presbyopii, akomodaci a oční dominanci. V závěrečné kapitole je popsána monovision, která je zaměřena na související studie, možnosti korekce, její výhody a nevýhody.

Experimentální část se zaměřuje na metodu monovision a prostorové vidění. Kapitoly se rozdělují na komfortní binokulární vidění do dálky při metodě monovision, akceptovatelné binokulární vidění do dálky při monovision a na plné monovision. Další část je zaměřena na prostorové vidění, při kterém je zkoumána maximální plusová hodnota předsazená před nedominantní oko, při které pacient ještě vnímá zrakový vjem jako prostorový.

Cílem práce je ověřit, zda je dle hypotézy H1 metoda monovision stále komfortní do +1,0 D a zda je prostorové vidění dle hypotézy H2 porušeno při +1,0 D.

Klíčová slova:

presbyopie, akomodace, oční dominance, monovision, kontaktní čočka, brýlová čočka

Bachelor's Thesis title: Suitability of application of the monovision method in presbyopic patients

Abstract:

The main point of the bachelor's thesis entitled "Suitability of the application of the monovision method in presbyopic patients" is the monovision method. The chapters in the theoretical part are focused on presbyopia, accommodation and eye dominance. The final chapter describes the monovision, which is focused on related studies, correction options, its advantages and disadvantages.

The experimental part focuses on the method of monovision and spatial vision. The chapters are divided into comfortable binocular distance vision in the monovision method, acceptable binocular distance vision in the monovision method and full monovision. The next part is focused on spatial vision, in which the maximum plus value suspended in front of the non-dominant eye is examined, in which the patient still perceives visual perception as spatial.

The aim of the thesis is to verify whether according to hypothesis H1 the method of monovision is still comfortable until +1,0 D and whether spatial vision according to hypothesis H2 is impaired at +1,0 D.

Key words:

presbyopia, accommodation, eye dominance, monovision, contact lens, spectacle lens

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Jakubovi Královi za cenné rady a připomínky při vedení mé bakalářské práce. Dále velmi děkuji oční optice Zlatá fontána spol. s.r.o. za vypůjčené prostředky umožňující vykonání experimentální části vzhledem k situaci spojené s Covid-19 a za jejich velkou podporu. Zároveň bych ráda poděkovala oční optice JL, s.r.o., Remi optic spol. s.r.o., oční optice Valuchová Cvikrová spol. s.r.o. a Doktor Optik Group spol. s.r.o. za poskytnuté zázemí k vypracování mé experimentální části bakalářské práce.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Vhodnost aplikace metody monovision u presbyopických pacientů*“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V Kladně dne

.....

Podpis

Obsah

Úvod	1
1. Presbyopie	2
1.1 Příznaky presbyopie.....	2
1.2 Vývoj presbyopie	2
1.3 Korekce presbyopie	3
1.3.1 Korekce presbyopie pomocí brýlových čoček.....	3
1.3.2 Korekce presbyopie kontaktními čočkami	5
2. Akomodace	7
2.1 Teorie akomodace	7
2.1.1 Helmholtzova (kapsulární) teorii.....	7
2.1.2 Schacharova a Tscherningova teorie	8
2.1.3 Colemanova teorie	9
2.2 Poruchy akomodace	10
2.2.1 Insuficience akomodace	10
2.2.2 Spasmus akomodace.....	10
2.2.3 Obrna akomodace	11
2.2.4 Akomodační exces.....	11
3. Oční dominance	12
3.1 Druhy oční dominance	12
3.2 Vyšetření senzorické oční dominance	13
3.3 Test na vyšetření okulomotorické oční dominance	14
3.4 Vyšetření směrové oční dominance	14
4. Monovision.....	16
4.1 Výhody a nevýhody metody monovision	17
4.2 Oční dominance u metody monovision	18
4.3 Naturální monovision	19
4.4 Metody korekce monovision	19
4.4.1 Korekce monovision pomocí kontaktních čoček.....	20
4.4.2 CK-Monovision (konduktivní keratoplastika)	21
4.4.3 LASIK-Monovision.....	21
4.4.4 Monovision pomocí implantace IOL.....	23

4.5	Porovnání jednoohniskových kontaktních čoček za použití metody monovision s multifokálními kontaktními čočkami.....	24
5.	Experimentální část	26
5.1	Metodika výzkumu	26
5.1.1	Podmínky vyšetřování	27
5.1.2	Měřené osoby	29
5.1.3	Postup výzkumu	29
5.2	Hypotézy	31
5.3	Výsledky analýzy.....	32
5.3.1	Komfortní binokulární vidění do dálky při metodě monovision.....	32
5.3.2	Akceptovatelné binokulární vidění do dálky při metodě monovision.....	34
5.3.3	Plné monovision	36
5.3.4	Maximální hodnota zachované stereopse	38
6.	Diskuze	39
	Závěr.....	41
	Seznam zdrojů	42
	Seznam zkratk.....	48
	Seznam obrázků a grafů	49
	Seznam tabulek.....	50

Úvod

Presbyopie, obecně řečeno stařecká vetchozrakost, způsobuje problémy pacientům po 40. roce života s prací do blízka. Existuje celá řada možností, jak tento stav řešit. Lze korigovat chirurgicky, brýlovými čočkami, kontaktními čočkami nebo implantací nitroočních čoček. Jednou z alternativ je metoda zvaná monovision, při které se koriguje dominantní oko na dálku a nedominantní do blízka. Monovision není příliš často využívaný způsob korekce presbyopie, proto jsem se rozhodla svou práci na toto téma zaměřit a detailně zjistit, jaké jsou její výhody a naopak nevýhody.

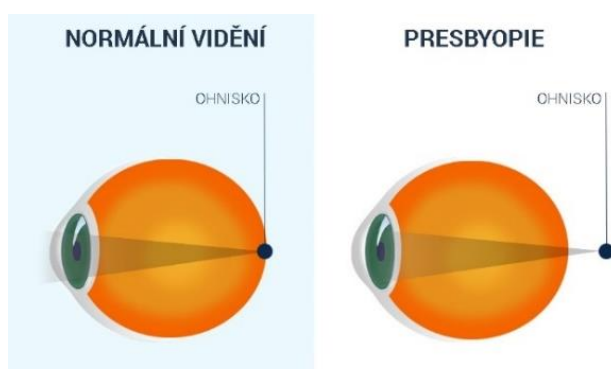
Kapitoly teoretické části se zaměřují na presbyopii, akomodaci, oční dominanci a metodu monovision. Úvodní část se zabývá presbyopií, jejím vývojem, příznaky a metodami korekce. Následující kapitola akomodace je zaměřena na její charakteristiku, teorie akomodace a její poruchy. Zejména téma oční dominance je velice důležité vzhledem k závislosti metody monovision na určení vedoucího oka pro správné vykorigování pacienta. Kapitola je zaměřena na druhy oční dominance a způsoby vyšetření.

Hlavní část teoretické části se zaměřuje na samotnou metodu monovision, ve které jsou popsány možnosti korekce, a to kontaktními čočkami, refrakční chirurgií a implantací nitroočních čoček. Zároveň jsou vypsány výhody a nevýhody plynoucí z tohoto způsobu korekce a související studie. Jsou zde uvedeny i studie, které porovnávají úspěšnost metody monovision oproti korekci multifokálními kontaktními čočkami.

Cílem bakalářské práce je ověření, zda metoda monovision bude dosahovat komfortnosti při hodnotách do +1,0 D a zda dojde k porušení prostorového vidění při +1,0 D. Experimentální část se bude zaměřovat na grafické a tabulkové zpracování hodnot metody monovision, při kterých je zachováno komfortní binokulární vidění do dálky, akceptovatelné binokulární vidění do dálky a plné monovision. Druhá část výzkumu se bude zaměřovat na maximální plusovou dioptrickou hodnotu, při které ještě nebylo porušeno prostorové vidění.

1. Presbyopie

Presbyopie, jiným názvem vetchozrakost, je fyziologický proces, při němž dochází ke snížení akomodační šíře vlivem změny akomodačního aparátu při stoupajícím věku. Změny se projevují např. u oční čočky, u které se snižuje pružnost, plasticita a rovněž ciliární sval snižuje svou funkčnost. Objevuje se u lidí po 40. roce života, někdy i dříve, a to zejména u hypermetropů. Hypermetrop využívá rezervní akomodaci (tzn., aby člověk viděl pohodlně bez námahy, musí být 1/3 akomodační šíře nevyužita) pro vidění do dálky, a proto u něj dochází k presbyopii předčasně. U myopů a emetropů dochází ke vzniku presbyopie později. Naopak u myopů, kteří mají refrakční vadu -4 D a více, presbyopie nevzniká nikdy. [1, 2]



Obrázek 1: Srovnání emetropického oka s presbyopickým [3]

1.1 Příznaky presbyopie

Okolo 40. roku života se nejčastěji začínají objevovat příznaky spojené s presbyopií. Projevují se, jakmile akomodační rezerva zeslabí natolik, že je menší než 1/3 akomodační šíře. Se stoupajícím věkem se čím dál více zhoršuje schopnost práce do blízka bez korekce. Presbyopie je známá v laické veřejnosti jako „nemoc krátkých rukou“, při čtení bez korekce si presbyop musí dávat text dále od očí. Vlivem stárnutí dochází k rozmazanému vidění do blízka, k posouvání blízkého bodu u emetrova do vzdálenosti delší než 20 cm (k prodlužování pracovní vzdálenosti). Při dlouhotrvající práci do blízka mohou vznikat astenopické obtíže jako např. bolest hlavy, únava a bolest očí. [1, 2, 4, 5, 6]

1.2 Vývoj presbyopie

Presbyopie se vyvíjí na základě akomodační šíře, která v průběhu života postupně klesá. Děti mají akomodační šíři okolo 14 D a blízký bod se jim zobrazuje přibližně ve vzdálenosti 7 cm. Zatímco presbyopové kolem 45. roku mají akomodační šíři již pouze kolem 4 D, což odpovídá blízkému bodu v přibližné vzdálenosti 25 cm. Okolo 65. roku života dosahuje pouze hodnot okolo 1 D a blízký bod se zobrazuje přibližně v 1 m od očí. [7]

1.3 Korekce presbyopie

Při refrakci presbyopie se ke stávajícím dioptriím přidává plusová korekce pro pohodlné čtení. Následný rozdíl mezi korekcí do dálky a do blízka nazýváme adice. Pokud je presbyop emetrop, přidává se pouze plusová čočka do blízka. U ametropie se adice doplní ke stávající korekci. V případě myopa může dojít k zeslabení minusových hodnot, k nulové anebo k plusové korekci (závisí na stupni myopie a adice). Hodnota adice je závislá na pracovní vzdálenosti. Při kratší je potřeba silnější adice a při delší slabší. Při korekci presbyopie musí být zachována 1/3 akomodace pro práci do blízka jako rezerva. Důležité je zohlednit, v jaké blízkosti se presbyopovi pracuje nebo čte nejpohodlněji anebo jakou pracovní vzdálenost využívá nejvíce, dle toho pak rozhodnout o vhodné adici. [1, 2, 8]

Tabulka 1: Přibližné hodnoty adice dle věku [9]

Věk	Přibližná adice (D)
40–44	+0,75 až +1,0
45–49	+1,0 až +1,50
50–54	+1,50 až +2,0
55–59	+2,0 až +2,25
60+	+2,25 až +2,50

Existuje mnoho způsobů, jak korigovat presbyopii. Lze využít brýlových čoček (brýle na blízko, bifokální, trifokální, degresivní a progresivní brýlové čočky) a kontaktních čoček (monovision, multifokální a bifokální KČ). Dalšími alternativami je refrakční chirurgie či implantace IOL.

1.3.1 Korekce presbyopie pomocí brýlových čoček

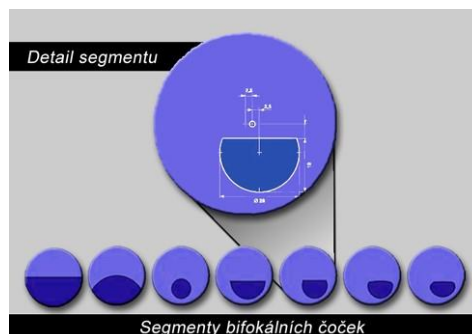
Jednoohniskové brýlové čočky pro vidění do blízka

Jednoohniskové brýlové čočky do blízka jsou charakteristické přidavnými plusovými hodnotami ke stávající korekci a jsou určeny přímo pro vidění do blízka, a tak při pohledu do dálky presbyop vidí rozmazaně. Tato korekce je především využívána u emetropů nebo v případě nezvyknutí na progresivní korekci. [10]

Bifokální brýlové čočky

Bifokální brýlové čočky jsou využívány pro vidění na dálku a do blízka. Základ tvoří korekce do dálky, která je doplněna malým viditelným přidavným dílkem s adicí. Měl by být umístěn ideálně u okraje dolního víčka pro pohodlné vidění na obě vzdálenosti. V místě

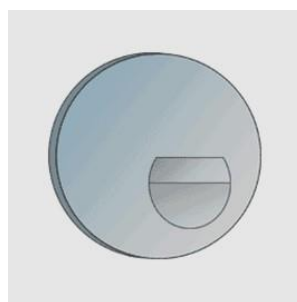
dělicí linie mezi dioptriemi do dálky a do blízka se nacházejí prizmatické účinky. Nevýhodou bifokálních brýlových čoček je, že při změně pohledu z dálky do blízka obraz „skočí“, a tak přechod mezi vzdálenostmi není plynulý jako u progresivní korekce. [11]



Obrázek 2: Bifokální brýlové čočky [12]

Trifokální brýlové čočky

Trifokální brýlové čočky umožňují vidění na tři vzdálenosti, a to na blízko, střed a dálku. Stejně jako u bifokálních brýlových čoček jsou jednotlivé segmenty odděleny ostrými liniemi, které jsou na první pohled viditelné a neumožňují plynulý přechod při změně pohledových směrů. Pro pohodlné vidění na střední vzdálenost (ve většině případů 1/2 adice) je využíván malý segment ihned nad přidatným dílkem s adicí. Trifokální korekce je vhodnou volbou pro ty, kteří hledají kompromis mezi bifokální a progresivní brýlovou korekcí. Je levnější než progresivní a zároveň splňuje všechny tři vzdálenosti pro vidění. [11, 13, 14]

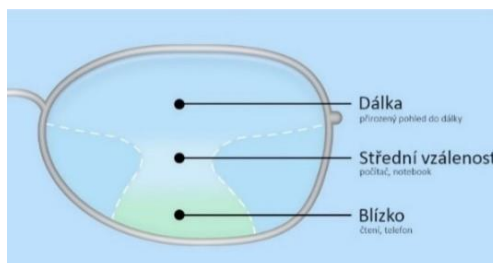


Obrázek 3: Trifokální brýlová čočka [15]

Progresivní brýlové čočky

Progresivní brýlová korekce je složena ze tří částí část pro vidění na dálku, na střední vzdálenost a na blízko. Přechody mezi jednotlivými vzdálenostmi nejsou viditelně oddělené a jsou díky postupnému zvětšování optické mohutnosti seshora dolů plynulé. Lidé s nízkou adicí si prozatím vystačí s bifokální či jednoohniskovou korekcí, na střední vzdálenost vidí pohodlně pomocí zbývající akomodace. Presbyopové s vysokou adicí (nad +2 D) již potřebují korekci i na střední vzdálenost z důvodu nedostatečné akomodace. Ačkoli progresivní brýlové

čochky jsou vyznačeny řadou výhod, existují lidé, kteří si na ně nemohou zvyknout. V dnešní době je to jedna z nejpoužívanějších metod řešení presbyopie. Vypadá esteticky dobře a není oddělena ostrými liniemi jako bifokální nebo trifokální brýlové čochky. [10]



Obrázek 4: Progresivní brýlová čochka [16]

1.3.2 Korekce presbyopie kontaktními čochkami

Korekce multifokálními kontaktními čochkami

Multifokální kontaktní čochky s alternujícím viděním

Tento druh multifokálních kontaktních čochek je velmi podobný bifokálním brýlovým čochkám vzhledem k viditelným a vyhraničeným oblastem pro vidění do blízka a do dálky. Aby kontaktní čochka na oku nerotovala, využívá se např. prizmatického balastu (nestejná tloušťka kontaktní čochky) nebo oříznutí spodního okraje kontaktní čochky kvůli lepšímu přiléhání ke spodnímu víčku oka. Z důvodu opírání kontaktní čochky o spodní víčko, je při pohledu do blízka využit segment s adicí. Naopak při pohledu do dálky je využit základní segment. Existují také alternující kontaktní čochky s trifokálním designem, umožňující pohled do všech vzdáleností. [17, 18]

Multifokální kontaktní čochky se simultánním viděním

S multifokálními simultánními kontaktními čochkami lze vidět do dálky, středu a blízka. Simultánní vidění zajišťuje dopad obrazů ze všech tří vzdáleností současně. Zrakový aparát je schopen zvolit ten obraz, který je v danou situaci požadovaný. Tím je umožněno vidění na dálku, do středu a blízka. Simultánní vidění zajišťuje kontaktní čochka s designem více koncentrických zón, difrakční a asférická kontaktní čochka. Difrakční kontaktní čochky se již nepoužívají. [18]

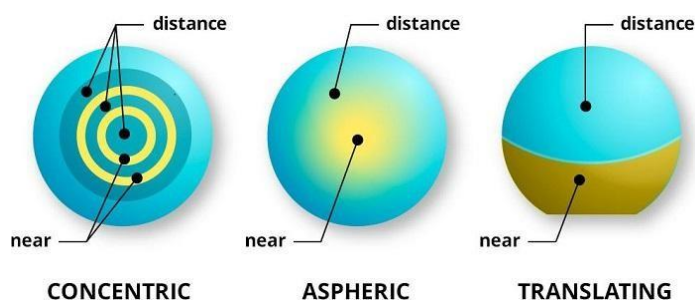
Asférické multifokální kontaktní čochky

Asférické kontaktní čochky se vyznačují plynulým nárůstem optické mohutnosti od centra kontaktní čochky směrem k periférii. Dělí se na asférické kontaktní čochky s centrem pro vidění do dálky (centre distance) nebo do blízka (centre near). U typu centre distance je ve středu

nejsilnější minusová dioptrie (nebo nejslabší plusová), která se směrem k periférii postupně snižuje (u plusových hodnot zvyšuje) pro pohodlné vidění do blízka v periferní části kontaktní čočky. Asférická křivka je u typu centre distance na zadní ploše kontaktní čočky. U typu centre near se v centrální části nachází hodnota odpovídající dioptriím do blízka (nejsilnější plusová nebo naopak nejslabší minusová dioptrie), která směrem k periférii zeslabuje (u minusových dioptrií se postupně zvyšuje) pro pohodlné vidění do dálky. U tohoto typu je asférická křivka na přední ploše kontaktní čočky. Nejčastěji je využíván typ centre distance. Jsou to jedny z nejpoužívanějších kontaktních čoček pro korekci presbyopie, avšak dají se využít jen u nižších adicí. [1, 17, 18]

Multifokální kontaktní čočky s designem více koncentrických zón

Kontaktní čočka je uspořádána do více koncentrických zón, ve kterých se střídají dioptrie do dálky a blízka. Kvalita obrazu je ovlivněna množstvím přijatých světelných paprsků vstupujících do oka z koncentrické zóny pro vidění do dálky i blízka. Ku příkladu, jakmile větší množství světla vstupuje do oka ze zóny pro vidění na dálku, ostrost do blízka nebude příliš vysoká. Množství přijatého světla z každé koncentrické zóny je ovlivněno šíří zornice. Velikost jednotlivých koncentrických zón se z tohoto důvodu počítá jako průměrná proměnlivost šířky zornice při změně osvětlení u presbyopů. Tento typ kontaktní čočky je preferován pro vidění do dálky při extrémně nízkých anebo vysokých světelných podmínkách a zajišťuje vyrovnanější poměr rozdělování světla z prostředí. [18]



Obrázek 5: Koncentrická, asférická a alternující kontaktní čočka [19]

2. Akomodace

Akomodace se vyznačuje schopností zaostřit pohledem na různé vzdálenosti vlivem změn optické mohutnosti refrakčního systému oka. Je řízena na základě elasticity oční čočky a vlivem síly ciliárního svalu. Při pohledu do blízka dochází ke stažení ciliárního svalu, díky čemuž je uvolněn závěs oční čočky. Ta se vlivem elasticity a působení sklivce vyklene a dojde ke zvětšení optické mohutnosti. Pozorováním předmětů v blízké vzdálenosti, dochází ke zvětšení akomodace a oční čočka dosahuje velkého zakřivení. Naopak u vzdálených předmětů se akomodace snižuje a oční čočka má menší zakřivení. Věkem dochází ke klesání akomodace a ve stáří klesá až na nulu. V mládí je oko schopné zvětšovat optickou mohutnost nejvíce díky elasticitě oční čočky. [2, 5, 7]



Obrázek 6: Změna tvaru oční čočky při akomodaci [20]

Při uvolněné (nulové) akomodaci se daleký bod zobrazuje ostře na sítnici a u emetropa je v nekonečnu. Vzdálenost dalekého bodu R od hlavního předmětového bodu H se označuje jako a_R [m]. Blízký bod se vyznačuje ostrým zobrazením na sítnici při maximální akomodaci. Vzdálenost blízkého bodu P od hlavního předmětového bodu H se označuje jako a_P [m]. Nejkratší vzdálenost, při které člověk ještě dokáže vidět tento bod ostře, je 6-8 cm od oka. Při stoupajícím věku se posunuje dále. [1, 7]

2.1 Teorie akomodace

Teorie akomodace se dělí na:

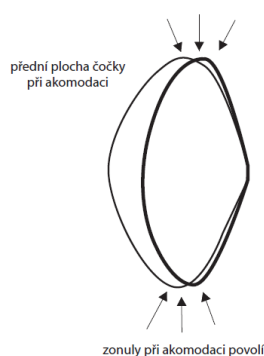
- Helmholtzovu (kapsulární) teorii
- Schacharovu a Tscherningovu teorii
- Colemanovu teorii

2.1.1 Helmholtzova (kapsulární) teorii

Helmholtzova teorie byla poprvé popsána Thomasem Youngem a poté byla v roce 1885 zpracována Hermannem von Helmholtz, dle kterého je nyní pojmenována. Zaregistroval anterioposteriorní rozšiřování střední části čočky probíhající během akomodace. V průběhu

kontrakce ciliárního svalu, dojde k uvolnění napětí zonulárních vláken, která jsou umístěna mezi ciliárním svalem a ekvátorem čočky. Dioptrická síla čočky se zvětší, když se čočka vyklene vlivem elasticity pouzdra (kapsuly). Proces akomodace je závislý na kontrakci, díky níž dochází ke zmenšení ciliárního svalu a k povolení závěsného aparátu. V momentě, kdy akomodace přestane, dochází k povolení ciliárního svalu, k návratu do jeho původní pozice a k jeho relaxaci. Dojde ke zvětšení napětí zonulárních vláken a čočka se opět vrací do původní ploché podoby. Během akomodace se pohyb ekvatoriální části čočky uskutečňuje směrem od skléry a pohybuje se zpět k ní, jakmile se akomodace uvolňuje. [1, 21]

Později byla tato teorie vyvrácena a Fincham objasnil v roce 1937, že se vyklenuje jen přední plocha čočky. Vysvětlil, že tloušťka kapsuly je v různých místech jiná. Přední a zadní periferní části kapsuly jsou tlustější v zóně úponu závěsného aparátu, a tak je pravděpodobná nejmenší změna tvaru čočky, protože je v této oblasti nejpevnější a kapsula je zde nejsilnější. Naopak kapsula se nejvíce vyklenuje na přední ploše ve středové části, kde je velmi tenká. Jelikož dosahuje maximálního vyklenutí již před akomodací, v nejtenčí části, která je v oblasti zadního pólu, nemůže docházet ke zvětšení vyklenutí. [1]



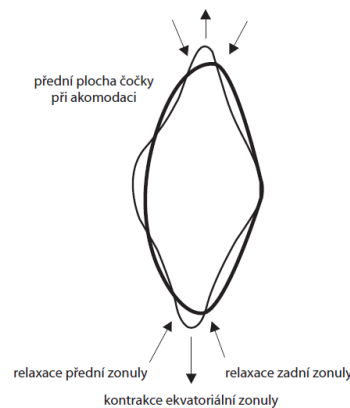
Obrázek 7: Helmholtzova teorie [22]

2.1.2 Schacharova a Tscheringova teorie

Schachar v roce 1993 a Tschering v roce 1904 objevili mechanismus akomodace, který je sestavený na odlišné anatomické poloze úponu ciliárních vláken, tzn. přední a zadní část zonuly se upíná do zadní části ciliárního svalu a ekvatoriální část zonuly do nejpřednější části. Jakmile probíhá kontrakce ciliárního svalu, konkrétně jeho longitudinálních a radiálních vláken, přední část svalu se posune směrem ke kořeni duhovky a ke sklěře. Vlivem tohoto pohybu řasnatého tělíska dojde k natažení ekvatoriální zonuly a zároveň k povolení zadní i přední zonuly, díky němuž dojde k zdelšení vertikálního průměru čočky, která má rozšířenou střední část čočky a současně ztenčenou periferní část čočky (neboli k elongaci). [1]

Tscherning na rozdíl od Schachara předpokládal, že při akomodaci je zúčastněný i sklivec. Helmholtzova teorie je založena na pasivním povolení zonuly a na oddálení se ekvátoru čočky směrem od skléry během akomodace. Schacharova teorie akomodace je zakládána na aktivní účasti ciliárního svalu spolu se závěsným aparátem a na rozdíl od Helmholtze předpokládá, že se ekvátor čočky přibližuje směrem ke sklěře. [1]

Schachar předpokládá, že k presbyopii dochází vlivem neustálého růstu čočky zejména ve vertikálním průměru. Ekvátor čočky se čím dál více přibližuje k ciliárnímu tělísku vlivem růstu a díky tomu dochází ke snížení účinnosti kontrakce zonulárních vláken. Zatímco dle Helmholtze presbyopie vzniká ubýváním elasticity čočky, čímž čočka postupně tvrdne a není schopna při akomodaci kulatět. Glasser v roce 2005 dokázal, že je pravdivější Helmholtzova teorie než Schacharova. [1]



Obrázek 8: Tscherningova a Schacharova teorie [23]

2.1.3 Colemanova teorie

Teorie akomodace dle Colemana v roce 1986 je založena na tvrzení, že akomodace nelze popsat jen na základě Helmholtzovy a Schacharovy teorie. Namítá hlavně přesně opakovatelné a pohotové změny tvaru oční čočky. Předpokládá, že sklivec, oční čočka a závěsný aparát vytváří přepážku mezi sklivcovým prostorem a přední komorou. Dochází k tlakovému gradientu mezi přední komorou a předním sklivcem, který způsobí ciliární sval při konstrikci. Jakmile se zvýší tlak ve sklivcovém prostoru, dojde ke snížení tlaku v přední komoře. Vlivem tlaku sklívce směrem na zadní pouzdro čočky, utvoří přepážka na bočním řezu obraz trampolíny, která je vypouklá směrem do přední komory, nebo obraz síťové houpačky. [1]

2.2 Poruchy akomodace

Poruchy akomodace se dělí na fyziologické a patologické. Mezi fyziologické poruchy se zařazuje presbyopie, která je popsána v kapitole 1. Mezi patologické poruchy patří:

- a) Insuficience akomodace
- b) Spasmus akomodace
- c) Obrna akomodace
- d) Akomodační exces

2.2.1 Insuficience akomodace

Insuficience akomodace vzniká u myopů či emetropů již před 40. rokem života. Příznaky jsou velmi podobné presbyopii, ale před 40. rokem věku ještě nedochází k fyziologickému úbytku akomodace (k předčasné presbyopii může docházet pouze u hypermetropů). Vzniká vlivem nedostatečné kontrakce ciliárního svalu, předčasné sklerotizace oční čočky, účinkem systémových (např. diabetes mellitus, podvýživa, těhotenství, stres, anémie nebo oslabující nemoc) nebo lokálních příčin (primární glaukom s otevřeným úhlem, mírná cyklotida stejně jako při nástupu sympatické oftalmie). Mezi příznaky insuficience patří bolest hlavy, zhoršené vidění při práci do blízka, únava, bolesti očí a v některých případech může dojít zároveň ke střídavé diplopii vlivem poruchy konvergence. [21, 24]

Neefektivní akomodace, tzv. konvergence je větší a neodpovídá stupni akomodace, vede ke vzniku akomodačního excesu. Insuficienci můžeme vylepšit např. pravidelným cvičením akomodace. Při trvale vzniklé insuficienci se pacient koriguje totožně jako presbyopie. Někdy může být potřeba i prizmatická korekce z důvodu konvergenčního excesu. [2, 24, 25]

2.2.2 Spasmus akomodace

Ke spasmu akomodace dochází při nadměrné a dlouhotrvající akomodaci. Vzniká při nekorigované či podkorigované hypermetropii, při astigmatismu a vzácně i při myopii. Může k ní dojít rovněž v důsledku aplikace silných miotik (echothiofát, DFP), intoxikací jedy nebo vlivem iridocyklitidy. Mezi hlavní příznaky patří bolesti hlavy, předměty se jeví mnohem větší, než ve skutečnosti jsou (makropsie) a rozmazané vidění. Pokud se spasmus akomodace neuvolní samovolně, nejefektivnější metodou léčby je dlouhodobá atropinová cykloplegie po dobu 4 týdnů nebo déle. Jestliže dojde k samovolnému uvolnění, měla by být předepsána vhodná korekční pomůcka. [2, 21, 24, 25]

2.2.3 Obrna akomodace

Při obrně (paralýze) akomodace dochází k její úplné absenci (akomodace je nulová). Mezi příčiny patří např. chronický alkoholismus, diabetes, použití cykloplegik, vaskulární léze, úraz či infekce centrální nervové soustavy, záškrť, přímý úraz oka nebo botulismus. Paralýza vzniká v důsledku oftalmoplegie, při které dochází k obrně sfinkteru pupily a ciliárního svalu v důsledku zánětu nervů navozeného např. syfilem, záškrtem, diabetem nebo chronickým alkoholismem. Paralýza může rovněž vznikat jako součást úplné obrny třetího hlavového nervu. Parasymptická vlákna zásobují ciliární sval a zároveň i zornicový svěrač, a proto se paralýza akomodace ve většině případů projevuje současně s mydriázou (rozšíření zornice). Projevuje se zhoršeným viděním do blízka (u hypermetropů i do dálky), které myopové či presbyopové většinou ani nezaznamenají. Dochází také ke světloplachosti, která se projevuje současně s mydriázou. [2, 21, 24, 25]

Pro úspěšnou léčbu paralýzy akomodace je třeba vyléčit základní příčinu, která obrnu způsobuje. Jakmile obtíže přetrvávají, je nutné předepsat vhodnou presbyopickou korekci. Léčba paralýzy zornice lze provést plastikou duhovky nebo využitím stenopeické KČ. [25]

2.2.4 Akomodační exces

K akomodačnímu excesu dochází, jakmile zejména mladý pacient s hypermetropií (méně pak s myopií) dlouhodobě čte buď u příliš intenzivního osvětlení, nebo naopak velmi nízkého. Mladý hypermetrop v této situaci nadměrně využívá akomodaci pro práci do blízka než za normálních okolností. Myopický pacient rovněž využívá přílišné akomodace, ale společně s nadměrnou konvergencí. Další z možných příčin vzniku akomodačního excesu může být špatná korekce refrakční vady. Při nesprávné diagnostice dochází k zesílení minusové korekce a vlivem toho se potíže více zhorší. [2, 21, 24, 25]

Mezi hlavní příznaky akomodačního excesu patří astenopické potíže a rozmazané vidění do blízka. K léčbě se využívají cykloplegika, po jejichž aplikaci se předepisuje vhodná korekční pomůcka. Pacient by neměl určitou dobu pracovat do blízka, poté jen omezeně a kontrolovat si, za jakých podmínek práci provádí. [2, 21, 24, 25]

3. Oční dominance

Oční dominance nebývá zpravidla vrozená, ale vybudovává se v průběhu raného dětství. Vytváří se společně s vývojem binokulárních funkcí. Vyšetření oční dominance se využívá při aplikaci metody monovision, při sférickém dokorigování, u progresivních brýlových čoček či při aplikaci multifokálních kontaktních čoček. Zároveň tím zajišťujeme při korekci pohodlné vidění. Většinou převažuje dominance oka pravého či nebývá příliš průkazná ani na jednom oku, jakmile je zraková ostrost na obou očích téměř totožná. Vedoucí oko nemusí mít vždy lepší zrakovou ostrost, ale nesmí být visus o mnoho horší než na druhém oku. Jakmile je oko zatíženo heteroforií nebo heterotropií, bývá nedominantní. V případě výrazných odlišností mezi oběma očima (např. vlivem strabismu na jednom oku, z důvodu patologických změn nebo refrakčních vad), dominantní oko velmi převažuje při vidění. Při plné korekci nedominantního oka může být porušen vliv vedoucího oka, a to může způsobit astenopické potíže jako je např. bolest hlavy a očí. [5, 26, 27]

3.1 Druhy oční dominance

Senzorická oční dominance

Senzoricky dominantní oko je přednostně využíváno při monokulárním vidění. Zrakový systém snadněji utlumuje jedno oko anebo upřednostňuje jedno oko před druhým. To může ovlivňovat kvalita obrazu nebo vzdálenost předmětu, který je pozorován při alternujícím vidění. Jedná se např. o pozorování mikroskopem. [26]

Okulomotorická oční dominance

Jakmile je oko okulomotoricky dominantní, projevuje se lepší fixací při binokulárním vidění. To znamená, že dochází k menší odchylce osy vidění okulomotoricky dominantního oka při fixační disparitě u vzniklé heteroforie. [26]

Směrová oční dominance

Směrovou oční dominanci má oko, které se při binokulárním vidění zaměřuje na určitý objekt a nazývá se okem řídicím (neboli controlling eye). Při směrové oční dominanci dochází k automatickému potlačení vjemu jednoho oka. Oko využívané při monokulárním vidění, se nazývá zaměřovací (neboli sighting eye). V praxi se využívá nejvíce. [26, 27, 28]

3.2 Vyšetření sensorické oční dominance

Postupné jednostranné zamlžování

Metoda postupné jednostranné vyšetření slouží ke zjištění sensorické oční dominance. Nejvhodnější je pro ni využít foropter z důvodu rychlejšího vyměňování dioptrických skel před očima pacienta. Pacient sleduje optotyp ve vzdálenosti 5–6 metrů a pozoruje řádek, který ještě přečte. Plusové dioptrie se jednostranně předsazují nejprve před jedním okem a poté před druhým. Jakmile před jedním okem dojde k zhoršenému vidění dříve než před tím druhým, takové oko označujeme jako sensoricky dominantní. [27]



Obrázek 9: Foropter [29]

Alternující zamlžení

Při metodě alternujícího zamlžení pacient pozoruje optotyp se svou stávající korekcí ve vzdálenosti 5–6 m a zaměřuje se na nejmenší řádek, který ještě dokáže přečíst. Vyšetřující pacientovi předsazuje před obě oči plusové dioptrie a zjišťuje rozdíl v jasnosti a kontrastu obou očí při pozorování optotypu. Nejvhodnější je použít +1,5 D či +2,0 D. Slouží-li tato metoda vyšetření např. k určení dominantního oka pro metodu monovision, pro multifokální KČ nebo pro předoperační vyšetření, měla by se využít ta plusová dioptrie, kterou později vyšetřující použije jako adici. Respektive, je-li pacient presbyop, vyšetřující využije hodnoty jeho adice. Oko, před kterým je předsazování určených plusových hodnot více nepohodlné a u kterého pacient pozoruje zhoršené vidění, je sensoricky dominantním okem. Jakmile pacient porovná vnímání obrazu obou očí, sensoricky nedominantní oko bude vidět lépe. [26, 27]

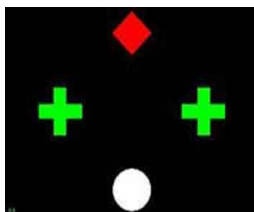
Sensorická dominance jde vyšetřit i do blízka s tím rozdílem, že místo plusových dioptrií vyšetřující využije minusové hodnoty. Pacient pohodlněji uvidí při předložení minusové dioptrie před sensoricky nedominantní oko. [26]

Worthova světla

Worthova světla slouží nejen k určení dominantního oka, ale jsou primárně určena k vyšetření fúze (tzv. normální binokulární vidění). Jakmile pacient zpozoruje méně znaků,

než kolik je jich na optotypu zobrazených, dochází k potlačení vjemu jednoho oka a tím ke zmíněné supresi.

Vyšetřující pacientovi předsadí červené a zelené filtry do zkušební obruby. Červený filtr před pravé oko a zelený filtr před levé oko. Pacient pozoruje test, který se skládá z černého pozadí a obsahuje horizontálně umístěné dva zelené křížky a vertikálně umístěný červený šikmý čtverec a bílé kolečko. Vyšetřující se dotáže pacienta, jakou barvu dolního znaku (kolečka) pozoruje. Jestliže se pacientovi zobrazuje kolečko červené nebo růžové, jedná se o dominanci oka pravého. V případě, že se pacientovi zobrazuje jako zelené nebo žluté, jedná se o dominanci oka levého. Jakmile dochází ke střídání barev, dominance je neprůkazná (popř. nevytvořená). Tato metoda není příliš přesná, a proto je lepší ji využívat jen orientačně. [27]



Obrázek 10: Worthova světla [30]

3.3 Test na vyšetření okulomotorické oční dominance

Test přerušení konvergence

Test přerušení konvergence je metoda sloužící ke zjištění okulomotorické oční dominance a je ve většině případů neprůkazná. Pacient si vezme do ruky např. propisku, bude pozorovat její hrot a začne si ji postupně přibližovat směrem k nosu. Nedominantní je to oko, které se jako první uvolní z konvergence. [27]

3.4 Vyšetření směrové oční dominance

Hole in card test

Při metodě „Hole in card test“ vyšetřující využije kartu s otvorem, kterou pacient bude držet rukama nataženýma před sebou a přes otvor bude oběma očima pozorovat optotyp (nebo jiný předmět). Pacient bude střídavě zavírat oči. Nedominantní je to oko, jehož obraz bude více uskakovat. [27]

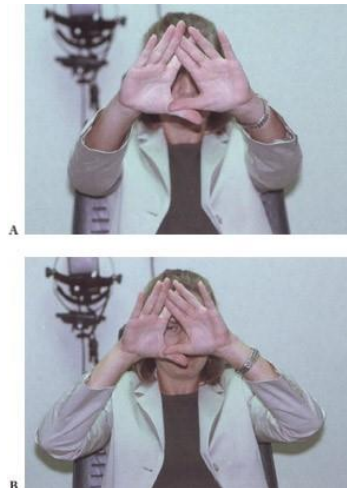
Pointing a finger test

Při metodě Pointing a finger test není třeba žádná speciální pomůcka. Testuje se pomocí tzv. hrany a palce. Pacient využije vztyčeného palce, který natáhne před sebe a bude přes něj

pozorovat vzdálenou hranu stěny střídavým zavírání očí. Nedominantní je to oko, u kterého prst uskočí více. [26, 27]

Objektivní test s otvorem

Pacient si pomocí spojení rukou natažených před sebe vytvoří otvor, přes který bude pozorovat oběma očima vyšetřujícího, který je vzdálený 5 metrů. Oko, které se vyšetřujícímu objevuje v otvoru, je okem dominantním. Test je třeba zopakovat alespoň 3x. [27]



Obrázek 11: Objektivní test s otvorem [31]

4. Monovision

Monovision je metoda, při které se dominantní oko koriguje na dálku a nedominantní do blízka. Při pohledu do dálky jedno oko vidí ostře a druhé rozmazaně, díky tomu dochází k problému se stereopsí (tzv. prostorové vidění). Nedominantní oko zvolené pro vidění do blízka je při binokulárním vidění více či méně potlačované. Úspěšnost monovision se odvíjí od schopnosti presbyopického pacienta suprimovat neostrý obraz. [1, 32, 33, 34]

Je několik možností korekce metodou monovision, a to kontaktními čočkami, brýlovou korekcí, konduktivní keratoplastikou (CK-Monovision), LASIK-Monovision či nitroočními čočkami (implantace IOL). Této metodě dávají především přednost počínající presbyopové, kteří chtějí využívat dobrého vidění do blízka i do dálky. Monovision není určené pro každého, a tak je vhodné nejprve vyzkoušet kontaktní čočky metodou monovision a teprve poté lze vykonat refrakční zákroky určené pro korekci presbyopie. [1, 33]

V případě akomodační šíře 2,5 D již dojde při poprvé podstoupeném refrakčním zákroku monovision k binokulárním problémům, které vznikají z důvodu nedostatečné akomodační rezervy. Doporučuje se podstoupit refrakční zákrok monovision při počínající presbyopii, po 50. roce věku to již není vhodné. Potíže mohou nastat, jestliže pacientova adice přesahuje +2 D. Pokud je presbyopovi aplikována monovision v době nízké adice, zpravidla bývá tato metoda úspěšná. Adaptační období při korekci kontaktními čočkami bývá obvykle do dvou týdnů, pokud je delší, presbyopický pacient není vhodný pro tuto metodu. V zaměstnáních, ve kterých jsou zvýšené nároky na stereopsi, nelze metodu monovision doporučit. Jedná se např. o strojvedoucí a piloty. [34, 35, 36]

U myopa a hypermetropa se korekce na nedominantním oku upravuje nejčastěji o +0,5 až +2,0 D, dominantní oko je korigováno do dálky. U emetropa je dominantní oko bez korekce a nedominantní oko myopizované do blízka. Myopizace by neměla přesáhnout 1–2 D, jinak by mohlo dojít ke zvětšení rozdílu v lomivosti obou očí, a to by porušilo binokulární vidění. [34]

4.1 Výhody a nevýhody metody monovision

Výhody

Jedná se o nejméně komplikovanou a jednu z nejlevnějších metod řešení presbyopie. Výhodou monovision je, že lze využít jakýkoli typ kontaktních čoček a zároveň není třeba stabilizačního mechanismu z důvodu nezávislosti této metody na centraci kontaktních čoček. Presbyop může mít vyšší refrakční vadu, popřípadě astigmatismus, i v takovém případě lze monovision aplikovat. Jestliže je presbyopickému pacientovi monovision aplikována v době počínající presbyopie, zpravidla nemívá problém s přizpůsobením. U korekce kontaktními čočkami bývá většinou adaptační období do dvou týdnů, a tak se pacienti obvykle rychle rozhodnou, zda monovision přijmou. [32, 35, 36, 37, 38]

Nevýhody

Metoda monovision je vhodnější spíše pro počínající presbyopy z důvodu zhoršujících se binokulárních potíží při stoupající adici. Dochází ke snížení stereopse vlivem rozmazaného vidění nedominantního oka při pohledu do dálky, proto monovision není vhodné pro pacienty požadující stereopsi např. z důvodu zaměstnání. Monovision nelze využít u presbyopů, kteří používají k vidění pouze jedno oko (mají-li supresi). Vždy je potřeba, aby presbyopický pacient měl zachovanou fúzi. V případě rozdílné korekce obou očí, dochází k aniseikonii (tzv. k rozdílné velikosti obrazů na sítnici), z toho důvodu je nutné vybírat vhodné pacienty, kteří mohou metodu monovision mít a kterým nebude způsobovat problémy. [32, 34, 37, 39]

Při metodě monovision dochází k problémům s kontrastní citlivostí. Při této korekci je zejména v noci vyžadována opatrnost při řízení automobilu z důvodu vznikajících zářivých efektů okolo světelných zdrojů. [34]

Nevýhodou je, že u monovision není využita střední vzdálenost, proto je vhodnější tuto metodu použít u presbyopů, kteří mají nízkou adici (při pohledu do středu je využita zbývající akomodace). Je velmi pravděpodobné, že bude potřeba využít brýlí na dokorigování pro plnou korekci při dlouhodobé práci do blízka nebo při řízení automobilu. [34]

4.2 Oční dominance u metody monovision

Určování oční dominance je důležité z hlediska rozhodnutí, které oko korigovat do dálky a které do blízka, zároveň pomáhá odhadnout úspěšnost s metodou monovision u konkrétního presbyopického pacienta. Lékaři často provádějí test směrové oční dominance pouze do dálky a poté dominantní oko korigují do dálky a nedominantní do blízka. Ale je velmi zásadní, jak se pacient dokáže přizpůsobit rozmazanému obrazu sítnice na jednom oku a jasnému obrazu na druhém oku, proto je důležitější určení sensorické dominance než směrové. Nejvhodnější metodou je vyzkoušet na každém oku dominanci do dálky i do blízka. Při jejím určení pro monovision je vhodnější zjistit, jak rozostření obou očí zasahuje do binokulárního vidění než testovat zaměřovací oko. [40]

Monokulární rozmazání snižuje citlivost binokulárního kontrastu a účinek se zvětšuje při rostoucím rozostření. Podobně lze očekávat, že monokulární rozmazání může degradovat binokulární zrakovou ostrost. U obou uvedených testů se účinek může odlišovat v závislosti na oční dominanci. [40]

V případě vyvinuté silné dominance na jednom oku do dálky i do blízka, lze předpokládat potíže s akceptací metody monovision. Může nastat rovněž opačná situace, kdy je rozvinuta relativně slabá oční dominanci anebo není prokazatelná ani na jednom oku (do dálky i do blízka). Tito pacienti mají větší předpoklady pro úspěšnou aplikaci metody monovision než ti, kteří mají silnou dominanci téhož oka jak do dálky, tak i do blízka. [40]

Výše je uvedeno, že je nutno určit oční dominanci ke správnému korigování oka na dálku. Ale zároveň existují studie, které se zabývají nejen oční dominanci, ale i jinými metodami pro správné určení oka pro vidění do dálky. Např. podle McMonniese z roku 1974 existuje 7 způsobů, kterými lze zjistit, které oko je vhodné pro korekci do dálky. Mezi tyto metody patří: [41]

- 1) Oko se směrovou oční dominancí
- 2) Oko s lepší zrakovou ostrostí do dálky
- 3) Oko s horší zrakovou ostrostí do blízka
- 4) Oko, které se zdá být nedominantní při pohledu do blízka
- 5) Oko, při jehož zakrytí dochází k větší nejistotě při aktivitách, které podmiňují odhad vzdálenosti nebo při pohybových aktivitách
- 6) Oko, které vyžaduje větší adici na čtecí vzdálenost
- 7) Oko, které pociťuje horší zrakovou ostrost s menší minusovou čočkou [41]

4.3 Naturální monovision

K naturální monovision dochází vlivem binokulární nestability obou očí. Vzniká z důvodu anizometropie, která se vyznačuje odlišnou refrakcí obou očí. Anizometropie může vzniknout na základě úrazu, chirurgického zákroku nebo při nestejném vývoji refrakční vady. Dojde ke vzdálenostní preferenci obou očí, což způsobí, že jedno oko je využíváno pro vidění do dálky a jedno pro vidění do blízka. Dochází k poruše nebo úplnému vymizení stereopse následkem chybění fúze. Např. na jednom oku může být korekce -2,0 D a druhé může být emetropické. [2, 27]



Obrázek 12: Vidění s anizometrií [42]

4.4 Metody korekce monovision

Monovision se koriguje pomocí:

- a) Konzervativní metody
 - i) Kontaktní čočky
 - ii) Brýle
- b) LASIK-Monovision
- c) CK-Monovision (konduktivní keratoplastika)
- d) Implantace IOL [33, 34]

Je důležité, aby všichni presbyopičtí pacienti, kteří plánují tuto korekci pomocí LASIK, CK či implantace IOL, vyzkoušeli přibližně na dva týdny nosit kontaktní čočky metodou monovision. Teprve poté se zjistí, zda jsou ochotni přizpůsobit se kompromisům ve zrakové ostrosti, nebo zda jsou schopni se na tuto korekci adaptovat. V situaci, kdy pacient nesnese ani minimální refrakční rozdíl mezi oběma očima, je nevhodný pro uvedené metody korekce. [1, 34]

4.4.1 Korekce monovision pomocí kontaktních čoček

Kontaktní čočky jsou nejběžnějším způsobem korekce pomocí metody monovision a zároveň v případě nespokojenosti se mohou přestat kdykoli využívat, na rozdíl od refrakčního zákroku, který je nevratný. Je možné využít v podstatě všech typů měkkých i tvrdých kontaktních čoček, zároveň mohou být sférické i torické. Ovšem obrovskou komplikací bývá snášenlivost a manipulace s kontaktními čočkami, na které může ztroskotat úspěšnost této metody. [32, 34]

Při korekci kontaktními čočkami metodou monovision lze pacienty rozdělit do tří skupin. Do první skupiny patří naprosto spokojení pacienti, do druhé naopak ti, kteří metodu monovision odmítají. Do třetí skupiny pak patří pacienti, kteří jsou s metodou relativně spokojeni, avšak nejsou naplno přesvědčeni, zda je tato volba ta správná. Ve většině případů se obávají noční jízdy automobilem z důvodu nepřesného odhadu vzdálenosti. [39]

Částečná monovision

Je obecně známo, že akceptace a zároveň oblíbenost metody monovision klesá, jakmile se zvyšuje adice do blízka. Jakmile adice přesahuje +2,0 D, tolerance monovision klesá. Snížením přídávku do blízka a tím klesnutí adice pod +2,0 D, se zvyšuje schopnost akceptace této metody. Pro čtení drobného písma je vyžadovaná navíc brýlová korekce pro zvýšení přídávku do blízka. Částečná monovision je vhodná pro presbyopy, kteří nemají vysoké požadavky pro práci do blízka a zároveň vyžadují dobré vidění na střední vzdálenost. [43, 44]

Rozšířená monovision

Rozšířená monovision je často zaměňována za modifikovanou. Nejčastějším způsobem korekce je pomocí jednoohniskové kontaktní čočky aplikované na dominantním oku pro vidění do dálky a bifokální nebo multifokální kontaktní čočky na nedominantním oku do blízka. Metoda lze využít také při vysoké adici. [43, 44]

Modifikovaná monovision

Metoda modifikovaná monovision zahrnuje úpravu dioptrií jednoohniskových kontaktních čoček tak, aby se na jednom oku zlepšilo vidění na dálku a zároveň zhoršilo do blízka a na druhém oku naopak. Lze toho dosáhnout zvýšením minusových nebo snížením plusových dioptrií na dominantním oku, aby došlo ke zlepšení vidění do dálky a ke zhoršenému vidění do blízka. Naopak na nedominantním oku zesílením plusových nebo zeslabením minusových dioptrií, aby se dosáhlo zlepšení vidění do blízka a zhoršení do dálky. Další z možností je

zvolení rozdílné adice na obou očích (např. snížení adice na dominantním oku). Lze využít také multifokálních kontaktních čoček, u kterých zvolíme na jedno oko kontaktní čočku, která má střed určený na dálku a na druhé oko střed do blízka. [43, 44]

4.4.2 CK-Monovision (konduktivní keratoplastika)

Metoda CK-Monovision je doporučována u pacientů majících hypermetropii v rozmezí od +0,75 D až +3,5 D s nízkým astigmatismem do -0,75 D. V tomto případě je nedominantní oko překorigováno. U emetropického pacienta je keratoplastika řešena pouze na nedominantním oku ke zlepšení vidění do blízka. Operace je prováděna v lokální anestezii a řeší se pomocí radiových vln, které podmiňují vznik tepelné energie. Ta je aplikována v bodech v periferní části rohovky pomocí speciální sondy, čímž dojde k zahřátí kolagenu, který způsobí vyklenutí centrální části rohovky. Výsledkem keratoplastiky je zvětšení strmosti rohovky se současným zvýšením její optické mohutnosti, což je podmíněno smrštěním tkáně rohovky v periferní části. [6, 34]



Obrázek 13: CK-Monovision [45]

Dochází k problému s nestabilní refrakcí po CK-Monovision. Vlivem anizometropie, která vzniká rozdílem mezi dioptriemi obou očí, dochází k binokulárním potížím (čím je větší odlišnost mezi refrakcí obou očí, tím větší binokulární potíže bude pacient mít). Vznikajícím rozdílem mezi ostrotí obrazů je podmíněná narušení stereopse. Úspěšnost této operace je podmíněna schopností pacienta suprimovat neostrý obraz. Pooperační adaptace na vzniklé změny binokulárního vidění může trvat až několik měsíců. [34]

4.4.3 LASIK-Monovision

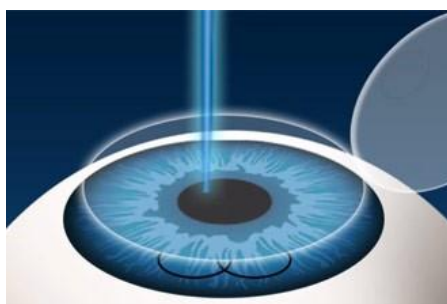
LASIK metoda se zařazuje mezi refrakční zákroky, při níž je kombinován operační výkon společně s využitím laserového paprsku pro modelování tkáně rohovky. Provádí se seříznutím rohovkové lamely, jejichž tloušťka je přibližně 130–180 μm v závislosti na typu využívaného mikrokeratomu, nebo vytvořením rohovkové lamely femtosekundovým laserem pracujícím na

principu fotodisrupce tkáně. Po odklopení rohovkové lamely je pomocí excimetrického laseru prováděna fotoablace v hloubce rohovky. Po fotoablaci je lamela vrácena zpět. [6, 24]

Z excimetrického laseru vyzařuje elektromagnetické záření vlnové délky 193 nm, které patří již do ultrafialové části světelného spektra a pomocí každého vydaného pulsu dokáže odstranit rohovkovou tkáň s přesností na 0,25 μm . Zásadní je ponechat 260 μm intaktní rohovkové tkáň při laserové fotoablaci k zabránění vzniku iatrogenní ektázie rohovky, která je mnohokrát spojována s poklesem centrální zrakové ostrosti a lze velmi obtížně korigovat brýlemi či kontaktními čočkami. [7, 24, 46]

Před samotným zákrokem je potřeba provést pachymetrii ke zjištění tloušťky rohovky, která je důležitým faktorem při rozhodování, o kolik lze snížit dioptrie. [7]

Při technice LASIK-Monovision je plně korigováno dominantní oko pro vidění na dálku a nedominantní záměrně tak, aby bylo mírně myopické. Je zvolen takový postup korekce, který zajistí dobré vidění dominantního oka do dálky a nedominantního do blízka. [47]



Obrázek 14: Metoda LASIK [48]

U metody LASIK-Monovision bývá značný problém se snížením hustoty nervové pleteně v rohovce i po třech letech po provedené operaci. U starších presbyopů dochází tudíž k daleko výraznějším problémům se syndromem suchého oka. [34]

Je nutné provést ještě rohovkovou topografii u presbyopických pacientů vyššího věku a její údaje zanechat, z důvodu změny rohovkové topografie po provedené operaci. Vlivem toho dochází k problémům s výpočtem správných údajů nitroční čočky v případné operaci katarakty (neboli šedého zákalu). [34]

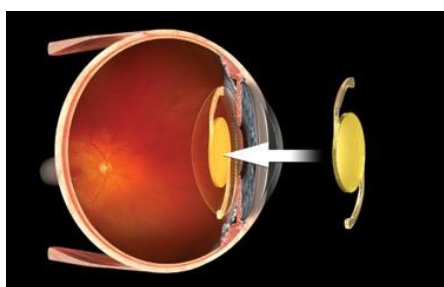
Společnost Advanced Medical Optics provedla studii k ověření úspěšnosti metody LASIK-Monovision. Více než 97 % dotázaných pacientů uvedlo, že jsou se zákrokem spokojeni a klidně by operaci absolvovali znovu. Počet nespokojených pacientů po zákroku se ovšem zvyšuje, proto je důležité vybírat jen ty vhodné. Mezi nevhodnými pacienty jsou osoby vyžadující pro výkon svého povolání, vysokou zrakovou ostrost nebo naprosto zachovanou

stereopsi. Rovněž tato metoda není vhodná pro presbyopy, kteří nejsou ochotni přizpůsobit se kompromisu ve vidění. [34]

V roce 2001 byla uvedena obsáhlá studie, během které byla využita metoda LASIK u 432 presbyopů, z nichž někteří se rozhodli pouze pro korekci do dálky a někteří podstoupili navození metody monovision. Dotázáno bylo 94 (100 %) presbyopických pacientů, z nichž pouze 18 (19 %) vyzkoušelo kontaktní čočky metodou monovision předtím, než samotný refrakční zákrok podstoupili. 2 (2 %) pacienti uvedli, že nevidí žádný rozdíl mezi metodou LASIK a kontaktními čočkami, naproti tomu 16 (17 %) z nich potvrdilo, že monovision pomocí kontaktních čoček je subjektivně vnímáno hůře než s LASIK metodou. Z 86 (100 %) dotázaných vyzkoušelo pouze 20 (23 %) pacientů monovision pomocí kontaktních čoček, ale 19 (22 %) z nich s touto metodou nebylo spokojeno, a tak zvolili LASIK jen pro korekci do dálky. Závěrem lze říci, že je velmi důležité vyzkoušet nejprve zkušební kontaktní čočky pro korekci monovision a teprve až poté se případně pustit do refrakčního zákroku. [49]

4.4.4 Monovision pomocí implantace IOL

Existují dva možné způsoby řešení presbyopie pomocí monovision implantací nitroočních čoček (IOL) po operaci katarakty. Při metodě pseudo-monovision se implantují monofokální nitrooční čočky do očí. Do dominantního oka je implantována nitrooční čočka pro vidění do dálky a do nedominantního do blízka. Další možností je technika hybridní monovision, při které je do dominantního oka implantována IOL monofokální a do nedominantního oka multifokální. [50, 51]



Obrázek 15: Implantace nitrooční čočky [52]

Technika Pseudo-Monovision může pacientovi způsobovat nepohodlné vidění vlivem rozdílné refrakce obou očí (anizometropie). Naopak u metody hybridní monovision je pomocí monofokální nitrooční čočky zajištěno dobré vidění na dálku a pomocí multifokální dobré vidění do blízka. Výhodou této techniky je, že je na obou očích stejná refrakce do dálky, díky

čemuž nedochází ke vzniku anizometropie, která způsobuje subjektivní potíže jako u Pseudo-Monovision. [51]

Dle studie, při které se porovnávalo 33 pacientů s technikou hybridní monovision, se prokázalo, že hybridní monovision je bezpečná, poměrně levná a efektivní metoda řešení presbyopie po operaci katarakty. [51]

4.5 Porovnání jednoohniskových kontaktních čoček za použití metody monovision s multifokálními kontaktními čočkami

Ve studii, která se konala v roce 1999, byly porovnávány měkké multifokální kontaktní čočky (Acuvue Bifocal) společně s metodou monovision u 19 presbyopických pacientů. Nošení daných kontaktních čoček trvalo týden a poté byly provedeny testy na prostorové vidění, zrakovou ostrost a supresi. U 89 % pacientů se zjistilo, že potlačují zrakovou ostrost do blízka během metody monovision, zatímco u multifokálních kontaktních čoček pouze 26 %. Výsledkem studie je, že multifokální kontaktní čočky zlepšují prostorové vidění a zároveň snižují potlačení zrakové ostrosti oproti metodě monovision. [53]

V roce 2006 se porovnávaly jednorázové multifokální kontaktní čočky (Bausch & Lomb SofLens Multifocal) s metodou monovision pomocí kontaktních čoček SofLens 59. Studie se účastnilo 38 presbyopů, z nichž polovina vyzkoušela první měsíc nejprve multifokální kontaktní čočky a další měsíc monovision, druhá polovina naopak. Na konci studie byli pacienti požádáni o subjektivní zhodnocení obou variant. 76 % presbyopů uvedlo, že by raději zvolili multifokální kontaktní čočky a zbylých 24 % metodu monovision. [54]

V roce 2009 byla provedena studie u 20 presbyopických pacientů, ve které porovnávali multifokální kontaktní čočky (Bausch a Lomb PureVision multifocal) a metodu monovision (PureVision single vision). Studie trvala měsíc a poté byla vyzkoušena kontrastní citlivost na dálku i do blízka, prostorové vidění, zraková ostrost na všechny vzdálenosti, subjektivní snášenlivost a schopnost čtení. Výsledkem bylo, že s multifokálními kontaktními čočkami, které byly opatřeny vysokou adicí, presbyopové pociťovali horší zrakovou ostrost na blízko i na dálku a slabší kontrastní citlivost než s monovision. Zraková ostrost na střední vzdálenost byla totožná s oběma způsoby korekce, naproti tomu prostorové vidění se prokázalo lepší s multifokálními kontaktními čočkami. [55]

V roce 2010 byla prováděna klinická studie na pacientech s počínající presbyopií, při níž byla pacientům aplikována metoda monovision a korekce multifokálními kontaktními

čočkami, které byly opatřeny nízkou adicí (AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL). Zúčastnění pacienti porovnávali vidění při obou metodách během sledování televize, řízení automobilu ve dne i v noci, čtení jídelního menu na střední vzdálenost, práce na počítači a čtení SMS. Studie uvádí, že korekce multifokálními kontaktními čočkami (AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL) nabízí pacientům lepší řešení než s monovision. Určitým kompromisem ve vidění na dálku a do blízka je metoda monovision. O dost lépe byla hodnocena u multifokálních kontaktních čoček schopnost měnit pohledové směry. Rovněž bylo pozitivněji hodnoceno vidění na střední vzdálenost, na dálku, řízení automobilu ve dne i v noci a sledování televize. [18]

Další ze studií byla prováděna v roce 2013. Byly porovnávány multifokální kontaktní čočky (Biofinity multifocal) s metodou monovision (Biofinity-single vision) u 20 pacientů, u kterých byly zmíněné korekce vyzkoušeny po dobu 15 dní. Porovnávala se stereopse, kontrastní citlivost a zraková ostrost. Presbyopičtí pacienti udávali, že stereopse byla mnohem lepší s multifokálními kontaktními čočkami, kdežto zraková ostrost a kontrastní citlivost byla u obou korekcí stejná. [56]

Dle provedené studie 76 % pacientů raději volí multifokální kontaktní čočky než metodu monovision v případě, že měli možnost porovnat oba způsoby korekce. Monovision lze využít na přechodnou dobu, kdy má pacient ještě nízkou adici. [57]

5. Experimentální část

Experimentální část bakalářské práce je věnována výzkumu na téma „Vhodnost aplikace metody monovision u presbyopických pacientů“. Cílem práce je ověřit, při jaké hodnotě korekce bude metoda monovision pro pacienty komfortní. Další část se poté zaměřuje na maximální hodnotu, při které bude pacient ještě vnímat zrakový vjem prostorově.

Vyšetření stereopse probíhalo u všech věkových kategorií, zatímco výzkum metody monovision pouze u presbyopických pacientů od 40 let věku. Měření bylo vykonáváno za využití optotypu, Jägerovy tabulky, zkušební brýlové obruby, brýlových čoček a v případě stereopse také polarizačních filtrů. Výzkum probíhal na více pracovištích, které jsou blíže popsány v metodické části.

Veškeré výsledky jsou následně graficky a tabulkově zpracovány v podkapitole „Výsledky analýzy“.

5.1 Metodika výzkumu

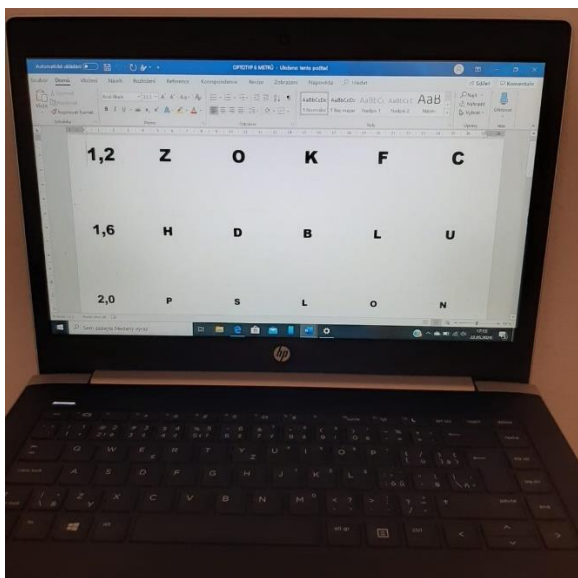
Výzkum bakalářské práce měl po celou dobu probíhat na oční klinice Gemini v Praze s konzultantkou Mgr. Zdeňkou Vaňharovou, ale vzhledem k situaci související s Covid-19 byla možnost vykonat měření pouze u 3 lidí. Poté byla oční klinika v omezeném provozu a bylo nutno najít jiné alternativy, jak splnit experimentální část bakalářské práce. Vzhledem ke karanténnímu opatření bylo nutno vytvořit vlastní optotyp přesných rozměrů na notebook, přičemž vyšetření probíhalo v domácích podmínkách pomocí zapůjčených optických pomůcek od Oční optiky Zlatá fontána spol. s.r.o. Časem byla možnost začít navštěvovat i oční optiky k vykonání výzkumu. Mezi něž patřila oční optika JL, s.r.o., Remi optic spol. s.r.o., oční optika Valuchová Cvikrová spol. s.r.o. a Doktor Optik Group spol. s.r.o. V oční optice JL, s.r.o. a Doktor Optik Group spol. s.r.o. probíhala pouze druhá část výzkumu, a to vyšetření stereopse. Bylo zapotřebí vystřídat několik provozoven z důvodu splnění počtu probandů, jejichž nabídka byla velmi omezená. Experimentální část probíhala od března 2020 do května 2020, ale z důvodu situace související s Covid-19 byla možnost vykonat v březnu 2020 výzkum pouze u 3 probandů, poté probíhal aktivně od 22. dubna 2020 do 15. května 2020.

5.1.1 Podmínky vyšetřování

Výzkum bakalářské práce probíhal kvůli situaci související s Covid-19 na více místech, tudíž bylo zahrnuto více podmínek pro vyšetření. Prvním místem, kde probíhal výzkum, byla klinika Gemini v Praze, ale z důvodu nečekaného omezení provozu, nebyla možnost návratu, a tak nejsou pořízeny fotografie ani poznamenány názvy přístrojů. Vyšetřovací vzdálenost činila 6 metrů.

Vyšetřování v domácích podmínkách

Další vyšetřování probíhalo v domácích podmínkách, ve kterých byl vytvořen v programu Microsoft Word optotyp pomocí přesně vyměřených rozměrů na 4 a 6 metrů. Optotyp byl vytvořen na notebooku typu HP ProBook 440 G5 (*Obrázek 17*). Veškeré vyšetření probíhalo za pomoci vypůjčené brýlové skříně, zkušební brýlové obruby a Jägerovy čtecí tabulky. Vzhledem k omezenému počtu probandů, bylo nutno střídat místa měření za domácích podmínek, a tak výzkum probíhal buď na 4 metry nebo na 6 metrů. Osvětlení bylo pokaždé přírodní z důvodu přirozeně osvětlených místností. Výzkum za těchto podmínek byl zaměřen pouze na hypotézu H1 (vyšetření metody monovision) vzhledem k chybějícím polarizačním filtrům a stereo testu.



Obrázek 16: Notebook HP ProBook 440 G5

Remi optic spol. s.r.o.

Další vyšetřování probíhalo v oční optice Remi optic spol. s.r.o., ve které již bylo umožněno vyšetření stereopse i metody monovision. Vyšetřovací vzdálenost byla upravena

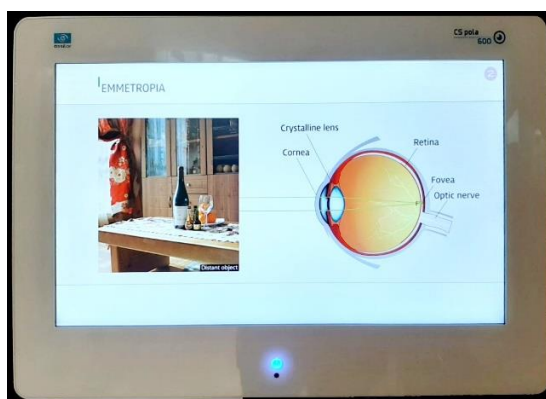
pomocí zrcadla na 6 metrů a bylo využito projekčního optotypu Tomey TCP-1000 (*Obrázek 18*). Vyšetřovací místnost byla upravena pomocí umělého osvětlení.



Obrázek 17: Projekční optotyp Tomey TCP-1000

Oční optika Valuchová Cvikrová spol. s.r.o.

V oční optice Valuchová Cvikrová spol. s.r.o. probíhal výzkum za pomocí LCD optotypu CS Pola 600 (*Obrázek 19*). Vyšetřovací vzdálenost byla přizpůsobena 4 metrům a místnost byla upravena umělým osvětlením. Zde bylo rovněž umožněno vyšetření stereopse i metody monovision.



Obrázek 18: LCD optotyp CS Pola 600

Doktor Optik Group spol. s.r.o.

V oční optice Doktor Optik Group spol. s.r.o. probíhalo vyšetřování pouze stereopse vzhledem k účasti probandů mladších 40 let. Vyšetřovací vzdálenost byla přizpůsobena 4 metrům a bylo využito projekčního optotypu (*Obrázek 20*). Osvětlení bylo vytvořeno uměle.



Obrázek 19: Projekční optotyp

Oční optika JL, s.r.o.

Rovněž v oční optice JL, s.r.o. probíhal výzkum pouze hypotézy H2 (vyšetření stereopse). Zde se nacházel LCD optotyp Tomey TCP-3000P (*Obrázek 21*). Vyšetřovací místnost byla osvětlena uměle a vzdálenost byla upravena na 5 metrů.



Obrázek 20: LCD optotyp Tomey TCP-3000P

5.1.2 Měřené osoby

Celkem bylo naměřeno 37 probandů, z nichž pro vyšetření metody monovision bylo využito 15 presbyopických pacientů ve věku od 40 let (průměrný věk 50,4 let) a pro vyšetření stereopse 26 osob všech věkových kategorií (průměrný věk 33,85 let). Z celkového počtu vyšetřovaných osob se výzkumu zúčastnilo 19 žen a 18 mužů. Výzkumu se zúčastnil větší počet probandů, ale z důvodu nesplnění požadavků pro výzkum, jich muselo být několik vyřazeno.

Do experimentální části byli zařazeni i probandi, kteří neměli zachované stoprocentní binokulární vidění. U nich byly zpracovány pouze typy testů, u nichž byly výsledky validní. Mezi nejčastější typy binokulárních problémů patřila porucha stereopse, výrazná stranová dominance, tupozrakost a suprese.

5.1.3 Postup výzkumu

Nejprve bylo nutno zjistit základní údaje o pacientovi (ročník narození, dosavadní korekce, zda se u probanda nevyskytují oční či jiné potíže). Poté přišla na řadu samotná refrakce. Z důvodu přesunutí měření i do domácích podmínek, kde nebyl k dispozici autorefraktometr, bylo vyšetření zaměřeno pouze na subjektivní refrakci.

Prvním krokem bylo správné vycentrování zkušební brýlové obruby dle parametrů probanda. Následovala subjektivní refrakce za monokulárních podmínek. Z důvodu nevyužití objektivní refrakce, se během korigování nejlepší sféry vycházelo z hodnot předchozí brýlové

korekce nebo na základě stanovení naturálního visu. Po stanovení nejlepší sféry se vyšetřoval astigmatismus za využití Jacksonova zkříženého cylindru a bodového testu. Po monokulárním dokorigování sférické i torické složky obou očí následovalo binokulární vyvážení. K tomu bylo využito Humphrisovy metody (monokulární předsazení +0,75 D). Nebylo opomenuto ani stanovení adice u presbyopických pacientů. Na pravé nekonečno byl proband dotázán, zda je daná korekce komfortní a zrakový vjem dostatečně ostrý. Následně byl monokulární i binokulární visus zaznamenán.

Po vykonání základní subjektivní refrakce byla zjišťována směrová oční dominance. K tomu byl využit „Objektivní test s otvorem“ (viz Kapitola 3.4), který byl vyhodnocován ze vzdálenosti 5–6 metrů od pacienta. Pro správné stanovení byl test zopakován 3x.

Vyšetření metody monovision

Po vyšetření směrové oční dominance následoval hlavní bod výzkumu. Měření probíhalo monokulárně i binokulárně na dálku i blízko při každé předsazené plusové hodnotě před nedominantní oko. Při monokulárním vyšetření bylo zakryto dominantní oko. Plusové dioptrické hodnoty byly předsazovány postupně po +0,25 D. Během každého kroku byl pacient dotazován, zda je vidění s předsazenou hodnotou příjemné, neutrální či nepříjemné. Následně byl zaznamenán visus a subjektivní pocity pacienta.

Prvním krokem výzkumu bylo předsazení +0,25 D před nedominantní oko. Nejprve byl pacient požádán, aby binokulárně přečetl nejmenší čtený řádek do dálky. Následovalo zhodnocení, zda je vidění s touto hodnotou příjemné, neutrální či nepříjemné. To samé bylo provedeno monokulárně se zakrytím dominantního oka. Poté bylo vyšetřováno monokulární vidění do blízka s využitím Jägerovy čtecí tabulky v přibližné vzdálenosti 40 cm. Pacient byl požádán, aby se pokusil přečíst nejmenší čtený řádek a následně vyhodnotil své subjektivní pocity. Po odkrytí dominantního oka následovalo binokulární vyšetření do blízka.

Během každého kroku byl zapsán nejmenší čtený visus a subjektivní pocity pacienta. Tento postup probíhal stejně u každé předsazené plusové hodnoty před nedominantní oko. Měření metody monovision bylo ukončeno v momentě, kdy pacient dokázal binokulárně na blízko přečíst visus 1,0.

Byl zaznamenán poslední komfortní pocit při největším monovision, a to bylo zapsáno jako komfortní vidění. Pacienti však udávali i neutrální vidění, které bylo uspokojivé a proband potvrdil, že by tuto korekci dokázal využívat. Jedná se o největší rozdíl mezi očima, který popisoval vyšetřovaný jako neutrální. Toto je zapsáno jako akceptovatelné vidění.

Ovšem výzkumu se účastnili i pacienti, u kterých nebylo možné dosáhnout binokulárního vidění 1,0 do blízka. Mohlo se jednat např. o silně vytvořenou oční dominanci či tupozrakost. Ve většině případů, kdy dojde např. k silně vytvořené oční dominanci jednoho oka, je možné monokulární vjem nedominantního oka na čtecí vzdálenost se stoupající plusovou hodnotou monovision zlepšovat. Ale následně při odkrytí dominantního oka, pacienti vnímají takový vjem jako nekomfortní a binokulární vidění se zvyšující hodnotou monovision nelepší. U těchto probandů byly provedeny pouze typy testů, které byly validní.

Vyšetření stereopse

Vyšetření stereopse do dálky probíhalo u presbyopických pacientů ihned po dokončeném vyšetření metody monovision. Zatímco u mladších probandů byla stereopse vyšetřována po subjektivní refrakci. K vyšetření stereopse byly použity polarizační filtry vsazené do zkušební brýlové obruby. Nejprve bylo zjištěno, zda je stereopse plně přítomna za využití stereo testu do dálky. Pokud byla stereopse zachována, před nedominantní oko se předsazovaly postupně plusové dioptrické hodnoty po +0,25 D. Při každé předsazené plusové dioptrii byl proband dotázán, zda se mu znaky u stereo testu jeví prostorově. Tento postup byl prováděn do té doby, dokud pacient nezaznamenal všechny znaky ve stejné rovině. V tomto momentě byla zaznamenána poslední plusová hodnota, při které proband ještě vnímal znaky prostorově.

Výzkumu se zúčastnili také pacienti, kteří neměli plně přítomnou stereopsi. V takovém případě byli z výzkumu buď vyloučeni nebo u presbyopických pacientů byla vyšetřena pouze metoda monovision. Mezi nejčastější důvody ztráty stereopse patří například suprese jednoho oka či jiné binokulární potíže.

5.2 Hypotézy

V bakalářské práci byly zvoleny dva cíle. Prvním bylo zjistit, při jaké plusové hodnotě bude metoda monovision pro presbyopického pacienta komfortní. Druhým cílem bylo zaznamenat maximální plusovou dioptrickou hodnotu, u které proband ještě dokáže vnímat zrakový vjem jako prostorový. Byly stanoveny dvě hypotézy, které vychází ze všeobecného předpokladu a na základě výzkumu byly potvrzeny či vyvráceny.

Hypotéza H1: „Metoda monovision bude dosahovat komfortnosti při hodnotách do +1,0 D“

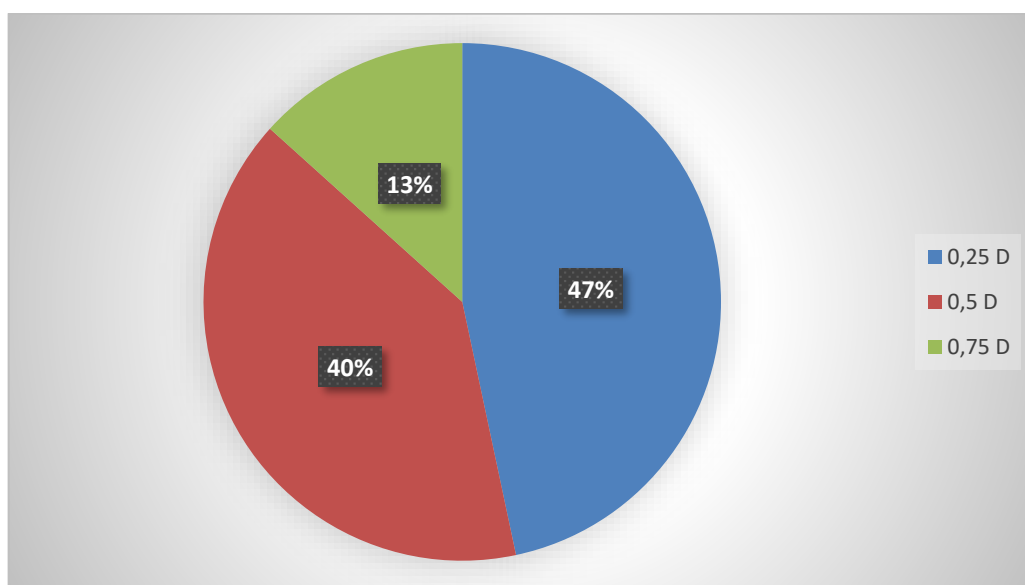
Hypotéza H2: „K porušení stereopse dojde při předsazené hodnotě +1,0 D.“

5.3 Výsledky analýzy

Následující podkapitoly jsou věnovány vypracovaným výsledkům výzkumu za využití programu Microsoft Excel. Ke zhodnocení výsledků bylo využito grafického a tabulkového zpracování.

5.3.1 Komfortní binokulární vidění do dálky při metodě monovision

Tato část výzkumu byla zaměřena na největší plusovou dioptrickou hodnotu předsazenou před nedominantní oko, při níž je binokulární vidění do dálky ještě pro pacienta subjektivně hodnoceno jako komfortní. K tomu bylo využito 15 presbyopických pacientů, kteří uváděli validní výsledky, které bylo možné následně zpracovat. Z uvedeného grafu vyplývá, že nejčastější hodnota, při které pacienti vnímají tuto metodu stále jako komfortní, je +0,25 D. Tuto hodnotu potvrdilo 47 % probandů. Zatímco 40 % uvedlo, že jako poslední komfortní hodnotu monovision vnímají +0,5 D. Nejméně procent pacientů (13 %) uvedlo, že poslední komfortní hodnota monovision je +0,75 D.



Graf 1: Komfortní binokulární vidění do dálky při monovision

Z uvedených hodnot v *Grafu 1* byla vytvořena průměrná hodnota komfortního vidění do dálky při monovision, která dosahovala +0,41 D.

Vzhledem k rozdílným binokulárním visum na dálku, při kterých pacienti hodnotili metodu monovision ještě jako komfortní, byla zpracována *Tabulka 2*. Uvádí, kolik procent pacientů má visus 1,0, 1,2 či 1,6. Nejčastěji byl uveden jako nejmenší čtený řádek visus 1,0, který komfortně přečetlo 46,67 % probandů. 33,33 % pacientů mělo visus 1,6 a nejméně probandů (20 %) visus 1,2.

Tabulka 2: Visus při binokulárním komfortním vidění do dálky při metodě monovision

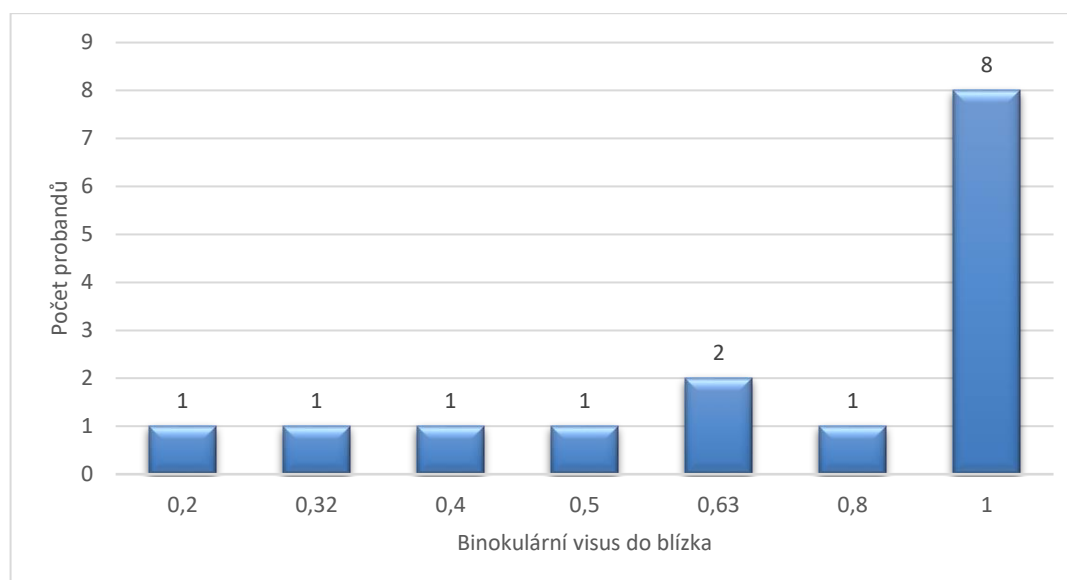
Binokulární visus při komfortním vidění do dálky	Počet probandů
1,0	46,67 %
1,2	20 %
1,6	33,33 %

Následně byla zpracována *Tabulka 3* vyhodnocující rozdíl binokulárního visus do dálky po plné korekci a při komfortní binokulární hodnotě monovision do dálky. *Tabulka 3* byla rozdělena dle dioptrických hodnot. Při +0,25 D byl zaznamenán pouze nulový rozdíl u 7 pacientů. U hodnoty +0,5 D vnímal rozdíl visus 0,2 pouze 1 pacient, zatímco 5 probandů zaznamenalo rozdíl 0. Při hodnotě +0,75 D vznikl již u 1 pacienta rozdíl 0,4, rovněž byl zaznamenán nulový rozdíl u 1 probanda.

Tabulka 3: Rozdíl visus po plné korekce a při komfortní binokulární hodnotě do dálky při monovision

	Rozdíl visus o 0	Rozdíl visus o 0,2	Rozdíl visus o 0,4
+0,25 D	7 probandů	-	-
+0,5 D	5 probandů	1 proband	-
+0,75 D	1 proband	-	1 proband

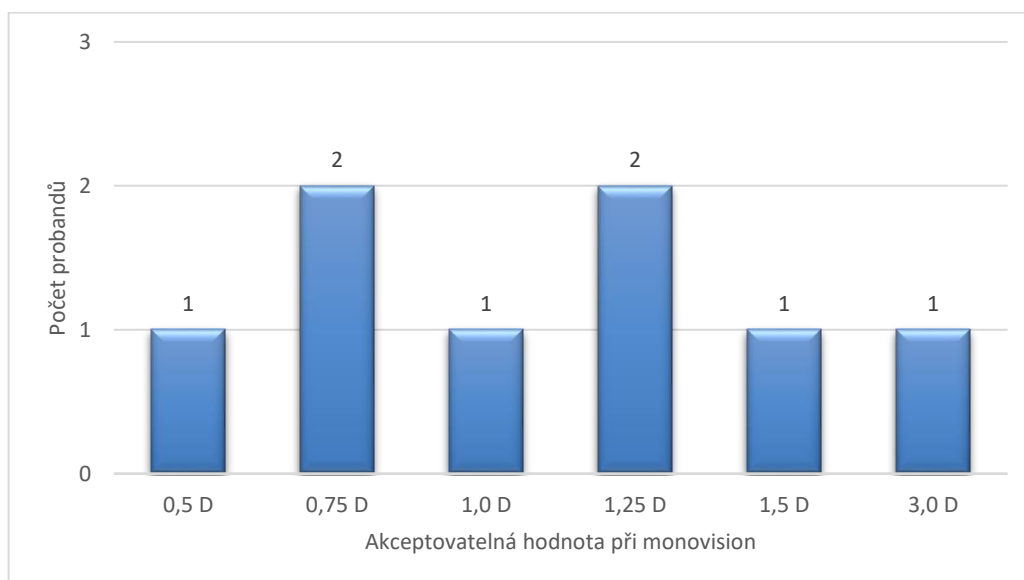
V *Grafu 2* je znázorněn binokulární visus do blízka při komfortním binokulárním vidění do dálky při metodě monovision. Nejčastěji se vyskytoval binokulární visus do blízka 1,0, a to konkrétně u 8 pacientů. 2 pacienti uváděli jako nejmenší čtený řádek 0,63. Zatímco visus 0,2–0,5 a 0,8 měl vždy jen 1 proband.

**Graf 2:** Binokulární visus do blízka při komfortní binokulární hodnotě do dálky při monovision

5.3.2 Akceptovatelné binokulární vidění do dálky při metodě monovision

Tento výzkum se zaměřuje na akceptovatelné binokulární vidění do dálky. Jedná se o poslední předsazenou plusovou dioptrickou hodnotu před nedominantní oko, při které presbyopický pacient uváděl, že je binokulární vidění subjektivně vnímáno jako neutrální. Stejně jako v předchozím výzkumu, se zúčastnili pouze probandí, u nichž byly výsledky validní a bylo možné je do této části zařadit. Zúčastnilo se pouze 8 probandů, u nichž bylo zaznamenáno akceptovatelné binokulární vidění do dálky, zbytek z celkově 15 pacientů dosahoval plného monovision již při komfortním binokulárním vidění do dálky.

Graf 3 znázorňuje 8 probandů, které bylo možné do výzkumu zařadit. Dioptrické hodnoty +0,75 D a +1,25 D potvrdili jako akceptovatelné binokulární vidění do dálky vždy 2 probandí. Zatímco hodnoty +0,5 D, +1,0 D, +1,5 D a +3,0 D vnímal vždy jen 1 pacient jako akceptovatelné.



Graf 3: Akceptovatelné binokulární vidění do dálky při monovision

Následně byl vypočten vážený průměr z *Grafu 3* a bylo zjištěno, že akceptovatelné binokulární vidění do dálky činí průměrnou hodnotu +1,25 D.

Stejně jako u poslední hodnoty komfortního binokulárního vidění do dálky při monovision, se také u akceptovatelného binokulárního vidění pacienti odlišovali binokulárním visem do dálky. V *Tabulce 4* je uvedeno, že nejvíce procent probandů mělo visus 1,0 a 1,6, a to konkrétně 37,5 %. Méně pak visus 1,2, kterého dosahovalo 25 % pacientů.

Tabulka 4: Visus při akceptovatelném binokulárním vidění do dálky při monovision

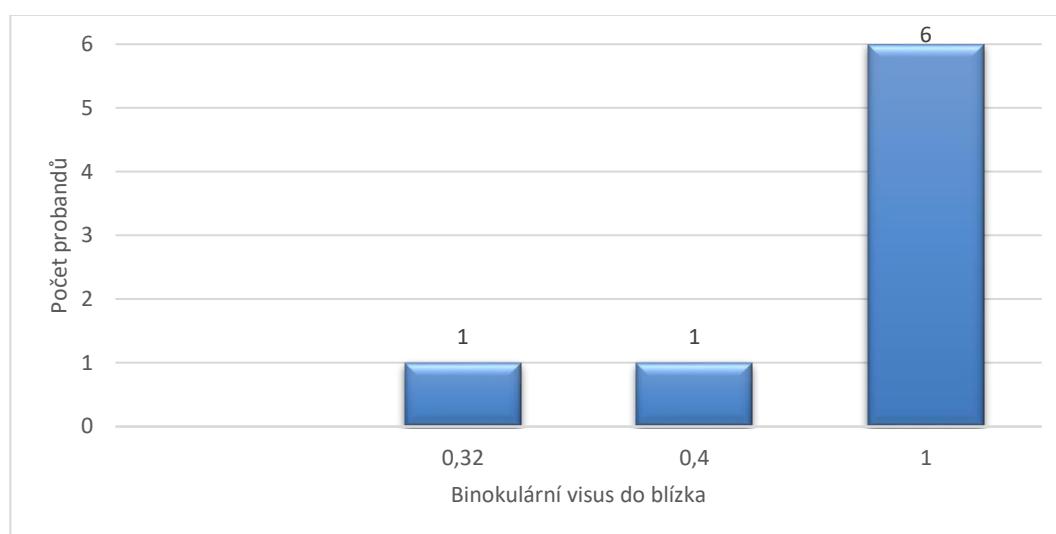
Binokulární visus při akceptovatelném vidění do dálky	Počet probandů
1,0	37,5 %
1,2	25 %
1,6	37,5 %

Následně byla zpracována *Tabulka 5* vyhodnocující rozdíl binokulárního visus do dálky po plné korekci a při akceptovatelném binokulárním vidění do dálky při monovision. *Tabulka 5* byla rozdělena dle dioptrických hodnot. Při hodnotě +0,5 D, +1,0 D a +3,0 D byl zaznamenán pouze nulový rozdíl pokaždé jen u 1 pacienta. U hodnoty +0,75 D a +1,25 D vnímali nulový rozdíl 2 probandi. Zatímco u hodnoty +1,5 D byl zaznamenán rozdíl 0,4 u 1 probanda.

Tabulka 5: Rozdíl visus po plné korekci a při akceptovatelné binokulární hodnotě do dálky při monovision

	Rozdíl visus o 0	Rozdíl visus o 0,4
+0,5 D	1 proband	-
+0,75 D	2 probandi	-
+1,0 D	1 proband	-
+1,25 D	2 probandi	-
+1,5 D	-	1 proband
+3,0 D	1 proband	-

V *Grafu 4* je znázorněn binokulární visus do blízka při akceptovatelném binokulárním viděním do dálky při monovision. Nejčastěji se vyskytoval binokulární visus do blízka 1,0, a to konkrétně u 6 pacientů. Visus 0,32 a 0,4 měl vždy jen 1 proband.

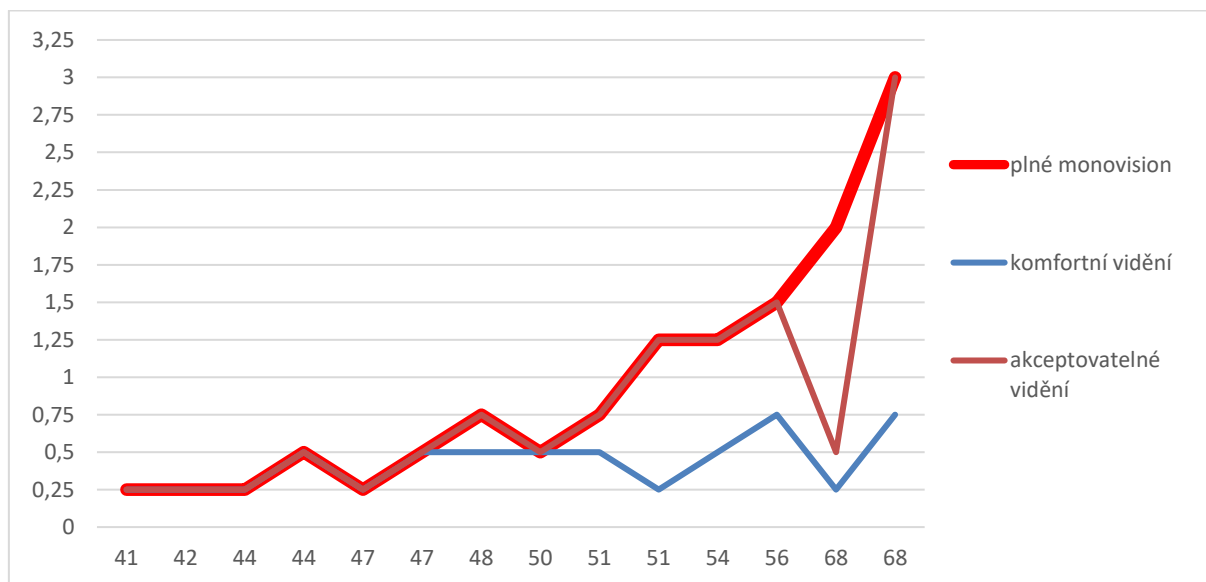
**Graf 4:** Binokulární visus do blízka při akceptovatelné binokulární hodnotě do dálky při monovision

5.3.3 Plné monovision

Podkapitola se zaměřuje na plné monovision, u kterého je cílem dosáhnout binokulárně visu 1,0 nebo minimálně 0,8 na čtecí vzdálenost a zároveň 1,0 visu do dálky. Výzkum byl proveden u 14 presbyopických pacientů ve věkovém rozmezí od 41 do 68 let, u kterých bylo možné plného monovision dosáhnout.

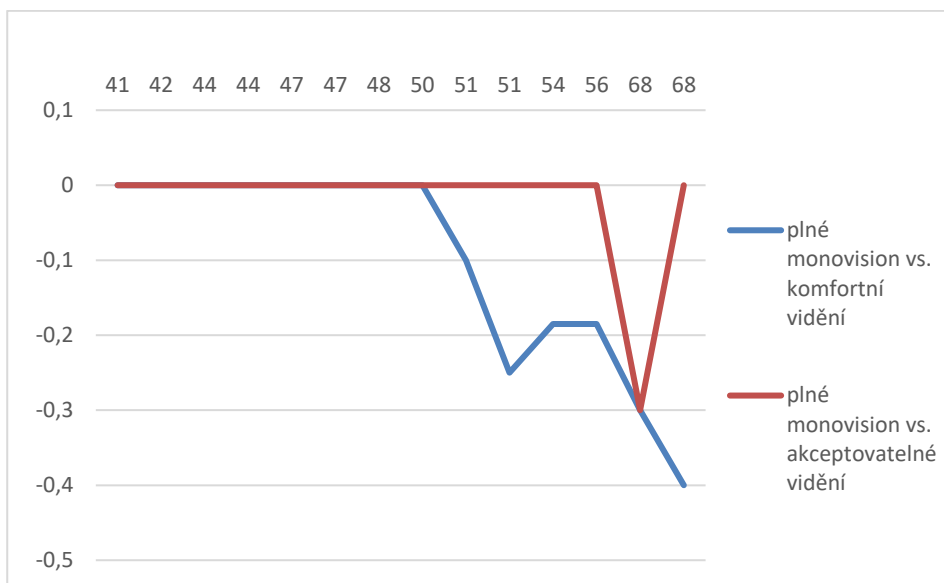
Do následujících grafů byly zpracovány jednotlivé hodnoty plného monovision dle věku probandů. Pacienti ve věkovém rozmezí od 41 do 47 let dosahovali plného monovision již při hodnotě +0,25 D. Výjimkou byl presbyopický pacient ve věku 44 let, u kterého se docílilo plného monovision až při hodnotě +0,5 D. Vyšetřovaní ve věku 47 a 50 let měli stejné dioptrické hodnoty, a to +0,5 D. Zatímco u pacienta ve věku 48 let byl plný monovision při hodnotě +0,75 D, takové hodnoty dosahoval rovněž proband ve věku 51 let. Od 51 let věku hodnota monovision postupně vzrůstala.

V *Grafu 5* byly porovnávány hodnoty plného monovision a subjektivního pocitu pacienta. Z grafického zpracování je zřejmé, že do 47 let je metoda plného monovision komfortní. Od 47 do 51 let již dochází k rozdílům do +0,5 D. Od 51 let je rozdíl oproti plnému monovision a komfortního vidění větší než +1 D.



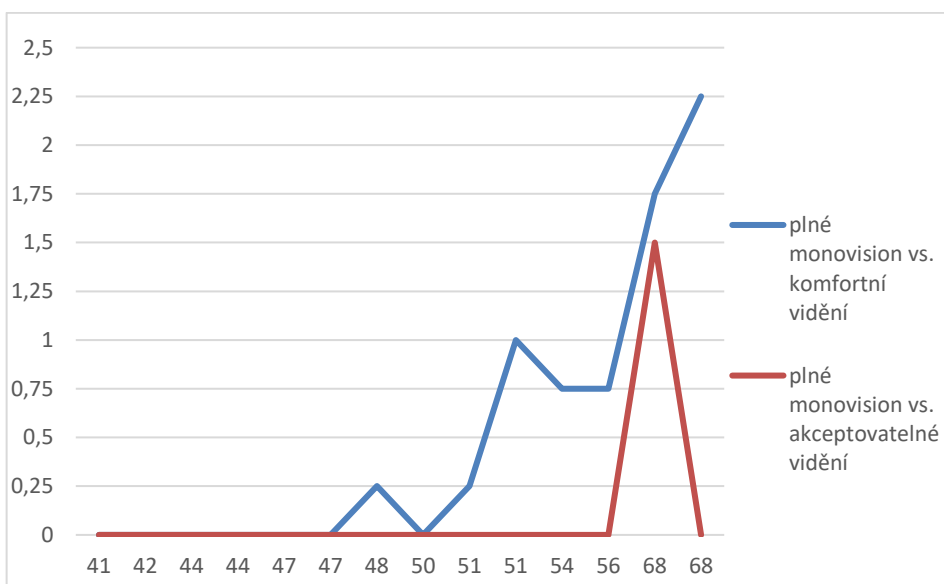
Graf 5: Porovnání plného monovision a subjektivního pocitu

V *Grafu 6* je znázorněno, jak docházelo k poklesu visu při plném monovision v závislosti na věku a subjektivním pocitu pohodlného vidění probanda. Komfortního vidění bez poklesu visu dosahovali pacienti pouze do 50 let. Od 50 let již docházelo k snížení visu při komfortním vidění. U akceptovatelného vidění nedocházelo ke změně visu. Výjimkou byl 68letý pacient, u kterého došlo k prudkému poklesu visu.



Graf 6: Snížení visu dle subjektivního pocitu

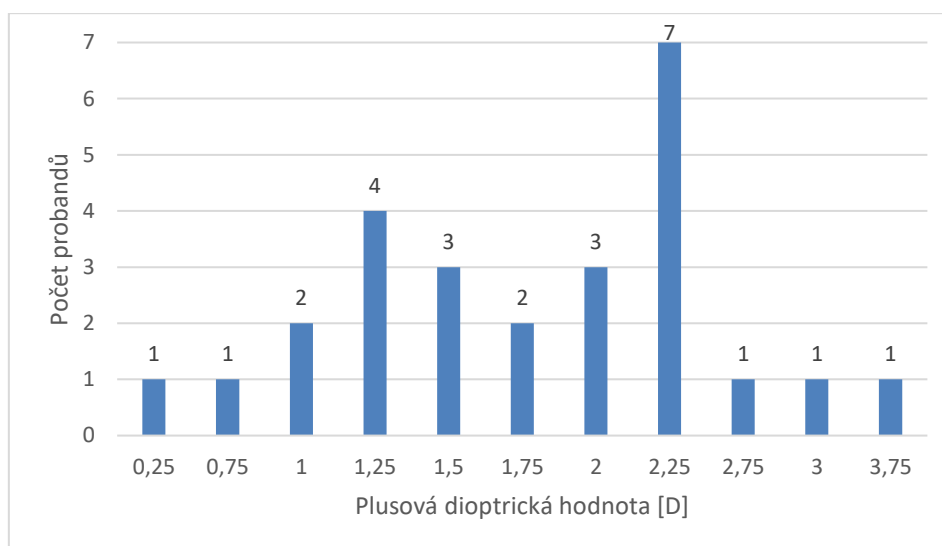
Graf 7 znázorňuje, k jakým dioptrickým rozdílům docházelo při plném monovision a subjektivním pocitu pacienta jak komfortního vidění, tak akceptovatelného vidění. Při komfortním vidění se dioptrické hodnoty neměnily do 50 let, výjimkou byl pacient ve 48 letech, u kterého docházelo k rozdílu +0,25 D. Od 51 let již docházelo k postupnému nárůstu dioptrické hodnoty. U akceptovatelného vidění se dioptrie neměnily. Výjimkou byl 68letý presbyopický pacient, u kterého došlo k prudkému rozdílu dioptrické hodnoty, a to o +1,5 D.



Graf 7: Rozdíl dioptrické hodnoty plného monovision a subjektivního pocitu

5.3.4 Maximální hodnota zachované stereopse

Tento výzkum je zaměřen na maximální plusovou dioptrickou hodnotu předsazenou před nedominantní oko, při které je ještě zachována stereopse. Výzkumu se účastnilo 26 probandů a na rozdíl od šetření metody monovision, nebyl závislý na věku. Z uvedeného *Grafu 8* vyplývá, že nejčastější hodnota, při které pacienti vnímají ještě prostorově, je +2,25 D. Tuto hodnotu potvrdilo 7 probandů. Zatímco 4 pacienti uvedli, že jako poslední maximální hodnotu vnímají +1,25 D. 3 pacienti měli zachované prostorové vidění při maximální hodnotě +1,5 D a další 3 při hodnotě +2,0 D. Menší počet pacientů potvrdil hodnotu +1,0 D a +1,75 D, u každé hodnoty vnímali ještě prostorově 2 probandi. U hodnoty +0,25 D, +0,75 D, +2,75 D, +3,0 D a +3,75 D zaznamenal zachované prostorové vidění vždy pouze 1 pacient.



Graf 8: Maximální hodnota zachované stereopse

V *Tabulce 6* je uvedené, k jakému monokulárnímu visu do dálky došlo při maximální plusové hodnotě předsazené před nedominantní oko. Toto šetření není součástí cílů experimentální části, proto je uvedeno pouze u minimálního vzorku probandů. Výzkum proběhl u 4 pacientů, z nichž 50 % dosáhlo maximální hodnoty +2,25 D a monokulární visus byl 0,15. Zbylých 50 % uvedlo jako maximální hodnotu +1,25, ale dosahovali odlišného visu. 1 pacient dokázal přečíst nejmenší čtený řádek 0,3 a druhý 0,2.

Tabulka 6: Monokulární visus do dálky při maximální hodnotě zachované stereopse

Maximální hodnota zachované stereopse	Monokulární visus do dálky na nedominantním oku
+1,25 D	0,3
+1,25 D	0,2
+2,25 D	0,15
+2,25 D	0,15

6. Diskuze

Po prostudování dané problematiky a provedení analýzy bylo zjištěno, že hodnoty, při kterých je metoda monovision komfortní, jsou závislé na věku. Hypotéza H1 pojednává o komfortnosti metody monovision do hodnot +1,0 D. Dle sestaveného *Grafu 5* se tato hypotéza potvrzuje, ale pouze do určitého věkového rozmezí. Z *Grafu 5* je zřejmé, že do 47 let je metoda plného monovision komfortní. Od 47–51 let již dochází k rozdílům do +0,5 D, ale stále je tato metoda pro pacienty akceptovatelná a nemělo by docházet k žádným subjektivním potížím. Norma měření dioptrií je běžně akceptovatelná do $\pm 0,5$ D, mohlo tudíž dojít pouze k odchýlení při refrakci. Od 51 let je rozdíl oproti plnému monovision a komfortnímu vidění větší než +1,0 D, jedná se již pouze o akceptovatelné vidění. V takovém případě záleží na individualitě pacienta, zda metodu monovision dokáže přijmout s kompromisem.

Do výzkumu byl zahrnut také proband ve věku 68 let, který byl extrémně citlivý na změnu dioptrií během měření metody monovision, a tak u něj docházelo k velkým rozdílům. Takový pacient potřebuje individuální přístup z důvodu neznámé anamnézy, popřípadě nezvyku na nový typ korekce.

Výzkum se také zabýval tím, k jakým změnám visu a dioptrických hodnot docházelo během plného monovision. Komfortního vidění při plném monovision bez poklesu visu a dioptrií dosahovali pacienti pouze do 50 let. Výjimkou byl pacient ve věku 48 let, u kterého došlo k změně visu o +0,25 D, ale opět zde mohlo dojít pouze k odchýlení během refrakce. Od 50 let již docházelo k poklesu visu a vzestupu dioptrických hodnot při komfortním vidění. U akceptovatelného vidění k dioptrickým změnám nedocházelo. Výjimkou byl pouze výše zmiňovaný proband, u kterého došlo k vzestupu dioptrií o +1,5 D, a tak i k prudkému poklesu visu.

Pacienti nejčastěji dosahovali maximálního komfortního binokulárního vidění do dálky při hodnotách +0,25 D, jednalo se o 47 % probandů. 40 % mělo maximální komfortní vidění při +0,5 D. Průměrná hodnota činila +0,41 D. U akceptovatelného binokulárního vidění do dálky bylo nejčastěji dosaženo hodnot +0,75 D a +1,25 D, a to pokaždé u 2 probandů. Hodnoty +0,5 D, +1,0 D, +1,5 D a +3,0 D vnímal akceptovatelně vždy pouze 1 pacient. Průměrná hodnota vyšla +1,25 D.

V *Grafu 2* a *4* byl zjišťován binokulární visus do blízka při komfortní a akceptovatelné hodnotě do dálky při metodě monovision. Při komfortní hodnotě do dálky docházelo k větším

rozdílům při binokulárních visech do blízka. Nejvíce probandů (8) však dosahovalo visu 1,0, ale tyhle hodnoty opět potvrzují, že metoda monovision je závislá na věku. Se stoupajícím věkem klesá hodnota visu do blízka při komfortním binokulárním vidění do dálky. Visu 0,2–0,5 a 0,8 dosahoval vždy jen 1 pacient, 2 pacienti přečetli nejmenší čtený řádek 0,63.

Hypotéza H1 byla potvrzena. Komfortnost metody monovision záleží na věku pacienta. Nejlépe tuto metodu snášeli pacienti do 50 let, kteří měli stále zachované komfortní binokulární vidění při plném monovision.

Při sběru dat rovněž docházelo k překvapivým odpovědím. Např. při nižším monovision byl pocit neutrální a při vyšším monovision byl pocit příjemný. Toto mohou ovlivňovat faktory učící křivky, kdy pro pacienta bylo měření nové a neměl srovnání s předchozí zkušeností. Bohužel bylo šetření ztíženo situací související s Covid-19 a časovou náročností. Přesnější výsledky by byly, pokud by se výzkum na probandovi opakoval ve více sériích v odstupem dnů, aby již věděl, co se bude dít. Nelze však vyloučit binokulární spojení, kdy při vyšším monovision dochází k separaci obrazů v mozku a probandovi se zdá pozorovaný test komfortnější. Metodiku by chtělo jistě změnit, ale z časového presu to nebylo v průběhu výzkumu možné.

Vnímání stereopse není pouze foveou, ale dochází k prostorovému vidění i na okolní prostoru sítnice. Proto nejspíše vidí proband prostorově i když má zamlžené vidění. Při nižším rozdílu lze vysvětlit porušení stereopse z jiného důvodu jako je lehká tupozrakost, suprese, heteroforie či jiné anatomické anomálie. Cílem výzkumu však bylo měření monovision, a tudíž nebylo provedeno oční vyšetření plně. Pro lepší výsledky je nutný podrobnější výzkum. Proto doufám, že tato práce dá podnět k sepsání nového výzkumu a zjištění, proč dochází k porušení stereopse v nižším rozdílu korekce mezi očima. Pro tuto část výzkumu byla zvolena hypotéza H2, která pojednává o porušení stereopse při hodnotách +1,0 D. Je však velice patrné z *Grafu 8*, že nejčastější maximální hodnota rozdílu korekce, při které ještě nedochází k plnému porušení stereopse, je +2,25 D. Nejčastější visus při monokulárním vidění na zamlženém oku byl 0,15. Metodika však nebyla navržena na zjišťování visu nad nekomfortní vidění, proto jsou data jen od 4 pacientů. Byl naměřen visus 0,15, 0,2 a 0,3. Z teoretického výpočtu je visus při vidění se zamlžením +2,0 D okolo 0,2, pokud se jedná o probandy, u které jsou stereo testy validní. Závěrem lze říci, že hypotéza H2 byla vyvrácena vzhledem k nejčastějším maximálním hodnotám +2,25 D, kdy ještě pacient viděl prostorově. Hypotéza H1 je ovlivněna věkem, naopak hypotéza H2 není.

Závěr

Hlavním cílem teoretické části bakalářské práce bylo seznámit se s problematikou metody monovision. Dále byly kapitoly rozděleny na presbyopii, akomodaci a oční dominanci. Kapitola o presbyopii pojednává o příznacích, vývoji a o možnostech korekce. V kapitole o akomodaci je rozebírána hlavní charakteristika, teorie akomodace a poruchy akomodace. Téma oční dominance je důležitou součástí této práce vzhledem k určování dominantního oka pro metodu monovision. Pojednává tedy o druzích oční dominance a o jejím vyšetření. V hlavní kapitole metody monovision byly popisovány výhody a nevýhody, možnosti korekce a související studie. Ke zpracování těchto informací byly využity zdroje odborné literatury.

Experimentální část bakalářské práce se rozdělovala na kapitoly zabývající se komfortním binokulárním viděním do dálky při monovision, akceptovatelným binokulárním viděním do dálky při monovision a plným monovision. Další část výzkumu byla zaměřena na maximální plusovou dioptrickou hodnotu, při které ještě nedošlo k poruše prostorového vidění.

Cílem bakalářské práce bylo ověřit zvolené hypotézy, které byly vytvořeny na základě všeobecného předpokladu. Hypotéza H1 předpokládá, že metoda monovision bude pro pacienta komfortní do hodnoty +1,0 D. Hypotéza H2 předpokládá, že dojde k porušení prostorového vidění při hodnotě +1,0 D. Výsledky z šetření byly na základě tabulkového a grafického zpracování uvedeny v kapitole „Výsledky analýzy“.

Na základě statistického vyhodnocení byla hypotéza H1 potvrzena, ale pouze do určitého věkového rozmezí. Nejvíce komfortní byla metoda monovision u pacientů do 50 let. Hypotéza H2 byla naopak vyvrácena. Pacienti uváděli jako poslední dioptrickou hodnotu, při které vnímají zrakový vjem jako prostorový, nejčastěji +2,25 D.

Do experimentální části byli zařazeni také probandi, u kterých docházelo k překvapivým odpovědím. Důvodem mohly být binokulární poruchy či neznalost této metody, ale vzhledem k situaci spojené s Covid-19 a časovému presu, nebylo možné provést bližší výzkum. Tímto bych ráda podpořila návrh na nový výzkum, který by se blíže zaměřoval na tyto extrémní případy.

Doufám, že tato bakalářská práce pomohla změnit pohled na metodu monovision a přispěla něčím novým do budoucích výzkumů.

Seznam zdrojů

- [1] KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [2] AUTRATA, Rudolf. Nauka o zraku. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [3] Oční vady: co je presbyopie a jak se léčí? In: *Vaše Čočky* [online]. Česká republika: Maternia, s.r.o [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://www.321linsen.de/images/upload/Presbyopia-VC.jpg>
- [4] GIORGI, Anna. Healthline [online]. Healthline Media, c2005-2019, February 8, 2016 [cit. 2019-10-31]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/presbyopia>
- [5] ANTON, Milan. Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-X.
- [6] Presbyopie. Wiki.medik.cz [online]. 2005 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <http://wiki.medik.cz/wiki/Presbyopie>
- [7] VLKOVÁ, Eva, Šárka PITROVÁ a František VLK. Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník. Brno: František Vlk, 2008. ISBN 978-80-239-8906-9.
- [8] PRAKTICKÁ REFRAKCE. In: Listy očních optiků, Essilor International, 2007
- [9] Reading Glasses Power By Age. In: *All About Vision* [online]. AAV Media, c2000-2019 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://cdna.allaboutvision.com/i/eyeglasses-2018/reading-glasses-chart-330x210@2x.png>
- [10] PROGRESIVNÍ ČOČKY. In: Listy očních optiků, Essilor International, 2007
- [11] BAŠTECKÝ, Richard. Praktická brýlová optika. Praha: R + H Optik, 1997.
- [12] Bifokální brýlové čočky. In: *Optika Pleyerová* [online]. Litoměřice, c2011-2019 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: http://www.ocnioptik.eu/content/images/design/2011/typy_bc_foto_2.jpg
- [13] The Differences in Bifocals, Trifocals, and Progressive Lenses: By Essilor News. Essilor [online]. ESSILOR OF AMERICA, c2017-2020 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z:

- <https://www.essilorusa.com/newsroom/the-differences-in-bifocals-trifocals-and-progressive-lenses>
- [14] Trifocal (With Lines) Lenses. Eyeglasses: Clearly Better: Vision+Value [online]. 2020 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.eyeglasses.com/prescription-lenses/trifocal/>
- [15] Bifokály / trifokály. In: *Horus optik* [online]. Praha, c2020 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.horusoptik.cz/sortiment/brylove-cocky/bifokaly/>
- [16] Multifokální brýle. In: *Moderní optika* [online]. Krnov: Optik partner, c2019 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.modernioptika.cz/wpcontent/uploads/2019/05/multifokalni-brylova-cocka.jpg>
- [17] HEITING, Gary. Multifocal contact lenses for presbyopia. All About Vision [online]. AAV Media, c2000-2019 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.allaboutvision.com/over40/multifocalcls.htm>
- [18] SHAH, Dimple. Život začíná s presbyopií. Česká oční optika [online]. 2010, 51(1), 82-90 [cit. 2020-01-04]. ISSN 1211–233X. Dostupné z: https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2010_01.pdf
- [19] Bifocal Contact Lenses. In: *Webeyeclinic.com* [online]. Webeyeclinic, c2019, 19 March, 2012 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: https://www.webeyeclinic.com/sites/default/files/styles/max_width_800px/public/2019-03/Bifocal%20Contact%20Lenses_0.jpg?itok=sV4Ltv7n
- [20] Co se děje s oční čočkou? In: *Optiscont* [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.optiscont.cz/images/blog/ocni-cocka-zmena.jpg>
- [21] KHURANA, A.K. Theory And Practice Of Optics And Refraction. B.m.: Elsevier India, 2008. ISBN 978-81-312-1132-8.
- [22] Princip Helmholtzovy teorie akomodace (činnost zonulárních vláken při akomodaci). In: KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [23] Princip teorie akomodace podle Schachara a Tcherninga (činnost zonulárních vláken při akomodaci). In: KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.

- [24] ROZSÍVAL, Pavel. Oční lékařství. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [25] KRAUS, Hanuš. Kompendium očního lékařství. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [26] ZIRMOVÁ, Kateřina. Stranová preference a oční dominance. Česká oční optika [online]. 2014, 55(1), 44-48 [cit. 2020-01-04]. ISSN 1211–233X. Dostupné z: https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2014_01.pdf
- [27] KUČERA, Přemysl. Oční dominance [prezentace]. Kladno: ČVUT FBMI. In: Moodle-výuka [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <http://moodle.cvut.cz/>.
- [28] OČNÍ DOMINANCE. *OČIMA: Studentský časopis Optometrie a Ortoptiky* [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <http://ocima.wz.cz/?p=615>
- [29] Automatický foropter NIDEK mod. RT-5100. In: *CS OPTICAL* [online]. Karviná - Nové Město: CS OPTICAL s.r.o, c2020 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: http://www.csoptical.cz/assets/res/doc/85/57d6a01a32798_thumb.jpg
- [30] Luces de worth: Examen. In: *Información de ópticas* [online]. c2020, 28 enero, 2018 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.informacionopticas.com/luces-de-worth-examen/>
- [31] Obrázek 5-2 (A) Pacient „rámuje“ cíl vzdálenosti oběma rukama. (B) Pacient by měl vybrat (orámovat) dominantní oko. In: *Ento Key: Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine* [online]. 2016 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://entokey.com/wp-content/uploads/2016/07/page38.jpg>
- [32] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. Kontaktní čočky. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-387-2.
- [33] BOYD, Kierstan. What Is Monovision (or Blended Vision)? American academy of ophthalmology [online]. May. 07, 2018 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.aao.org/eye-health/treatments/what-is-monovision-blended-vision>
- [34] ANTON, Milan. Monovision, metoda korekce presbyopie. Česká oční optika. 49(3), 22-23. ISSN 1211-233X.
- [35] DOUTHWAITE, W. A. Contact Lens Optics and Lens Desing. Third edition. ELSEVIER, 2006. ISBN 0-7506-8879-3.

- [36] CENDELÍN, Jiří. Monovision [přednáška]. Kladno: ČVUT FBMI, 21.11.2019.
- [37] GASSON, Andrew a Judith MORRIS. The contact lens manual: a practical guide to fitting. 3rd ed. New York: Butterworth-Heinemann, 2003. ISBN 0750655488.
- [38] PHILIPS, Anthony J., SPEEDWELL, Lynne. Contact Lenses. 6th edition. London: Elsevier Health Sciences, 2018. ISBN 978-0-7020-7168-3.
- [39] DOBŘENSKÝ, Tomáš. Korekce presbyopie kontaktní čočkou. Česká oční optika. 2008, 49(3), 80-81. ISSN 1211-233X.
- [40] Lecture 11 – Ocular Dominance - Arapaho Nsuok. *Yumpu* [online]. Switzerland, c2020 [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/view/18238694/lecture-11-ocular-dominance-arapaho-nsuok>
- [41] McMONNIES, C.W. Monocular fogging in contact lens practice. 1974.
- [42] Este dificil de tratat? In: *Scapa de ochelari* [online]. Romania, c2020 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.scapadeochelari.ro/wp-content/uploads/2014/01/horse-with-anisometropia-1.jpg>
- [43] EFRON, Nathan, ed. Optometry A-Z. 1st pub. Edinburgh: Elsevier ButterworthHeinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-4913-1
- [44] VEYS, Jane, John MEYLER a Ian DAVIES. Essential Contact Lens Practice: A practical guide. Johnson & Johnson Medical, 2009.
- [45] THOMPSON, Vance. Conductive Keratoplasty (CK) Reduces Need For Reading Glasses. In: *All About Vision* [online]. AAV Media, c2020 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.allaboutvision.com/static/c16028960bedcf8f24965a80a908f7d9/18f60/ck-surgery-1200x630.png>
- [46] KAPITÁNOVÁ, MUDr. Karolína. Rohovkové ektázie. *Slovenská oftalmologická spoločnosť* [online]. Bratislava, 2019, 24.07.2019 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.soska.sk/aktuality/rohovkove-ektazie>
- [47] BOXER WACHLER, Brian S. Presbyopia Surgery. All about vision [online]. AAV Media, c2000-2019 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://www.allaboutvision.com/visionsurgery/presbyopia_surgery.htm

- [48] BOXER WACHLER, Brian S. LASIK enhancement surgery: When surgery is needed a second time. In: *All About Vision* [online]. AAV Media, c2000-2019 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://i1.allaboutvision.com/i/og-2015/lasik-enhancement-330x220.jpg>
- [49] GOLDBERG, Daniel B. Laser in situ keratomileusis monovision. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2001, 27(9), 1449-1455 [cit. 2020-04-07]. DOI: 10.1016/S0886-3350(01)01001-X. ISSN 08863350. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S088633500101001X>
- [50] IOL Monovision For Cataract Surgery. Henry Ford Health System [online]. Henry Ford Health System [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.henryford.com/services/eye/treatments/cataracts/iol-monovision>
- [51] STUDENÝ, P., KACEROVSKÝ, M., KACEROVSKÁ, J., GAJAROVÁ, N., STRAŇÁK, Z. Hybrid monovision. *Česká a slovenská oftalmologie*, Vol. 73, 2017, No. 1, pp. 13–16, ISSN 1805-4447.
- [52] Lifestyle Lens Implants. In: *Omni eye services* [online]. Atlanta [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://omnieyatlanta.com/wp-content/uploads/2016/03/BasicMonofocal-IOL.jpg>
- [53] KIRSCHEN, D. G., HUNG, C. C., a NAKANO, T. R. Comparison of Suppression, Stereoacuity, and Interocular Differences in Visual Acuity in Monovision and Acuvue Bifocal Contact Lenses. *Optometry and Vision Science*. 1999, vol. 76, issue 12, s. 832-837. DOI: 10.1097/00006324-199912000-00018.
- [54] RICHDALE, K., MITCHELL, G. L., a ZADNIK, K. Comparison of Multifocal and Monovision Soft Contact Lens Corrections in Patients With Low-Astigmatic Presbyopia. *Optometry and Vision Science*. 2006, vol. 83, issue 5, s. 266-273. DOI: 10.1097/01.opx.0000216098.62165.34.
- [55] GUPTA, N., NAROO, S. A., a WOLFFSOHN, J. S. Visual Comparison of Multifocal Contact Lens to Monovision. *Optometry and Vision Science*. 2009, vol. 86, issue 2, E98-E105. DOI: 10.1097/opx.0b013e318194eb18
- [56] FERNANDES, P. R. B., NEVES, H. I. F., LOPES-FERREIRA, D. P., JORGE, J. J. M., a GONZÁLEZ-MEIJOME, J. M. Adaptation to Multifocal and Monovision Contact Lens Correction. *Optometry and Vision Science*. s. 228-235.

- [57] FALHAR, Martin. JAK POCHOPIT MULTIFOKÁLNÍ KONTAKTNÍ ČOČKY: A naučit se s nimi pracovat. Česká oční optika [online]. 2016, (03), 66-72 [cit. 2020-04-10]. ISSN 1211-233X. Dostupné z:
https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2016_03.pdf

Seznam zkratek

D dioptrie

R daleký bod

P blízký bod

H hlavní předmětový bod

aR vzdálenost dalekého bodu od hlavního předmětového bodu

aP vzdálenost blízkého bodu od hlavního předmětového bodu

CK conductive keratoplasty (česky: konduktivní keratoplastika)

LASIK laser in situ keratomileusis

IOL nitrooční čočka

μm mikrometr

cm centimetr

m metr

nm nanometr

Seznam obrázků a grafů

Obrázky:

<i>Obrázek 1:</i> Srovnání emetropického oka s presbyopickým [3]	2
<i>Obrázek 2:</i> Bifokální brýlové čočky [12].....	4
<i>Obrázek 3:</i> Trifokální brýlová čočka [15].....	4
<i>Obrázek 4:</i> Progresivní brýlová čočka [16].....	5
<i>Obrázek 5:</i> Koncentrická, asférická a alternující kontaktní čočka [19]	6
<i>Obrázek 6:</i> Změna tvaru oční čočky při akomodaci [20].....	7
<i>Obrázek 7:</i> Helmholtzova teorie [22].....	8
<i>Obrázek 8:</i> Tcherningova a Schacharova teorie [23]	9
<i>Obrázek 9:</i> Foropter [29].....	13
<i>Obrázek 10:</i> Worthova světla [30]	14
<i>Obrázek 11:</i> Objektivní test s otvorem [31]	15
<i>Obrázek 12:</i> Vidění s anizometrií [42].....	19
<i>Obrázek 13:</i> CK-Monovision [45]	21
<i>Obrázek 14:</i> Metoda LASIK [48].....	22
<i>Obrázek 15:</i> Implantace nitrooční čočky [52].....	23
<i>Obrázek 17:</i> Notebook HP ProBook 440 G5	27
<i>Obrázek 18:</i> Projekční optotyp Tomey TCP-1000.....	28
<i>Obrázek 19:</i> LCD optotyp CS Pola 600.....	28
<i>Obrázek 20:</i> Projekční optotyp.....	28
<i>Obrázek 21:</i> LCD optotyp Tomey TCP-3000P.....	29

Grafy:

<i>Graf 1:</i> Komfortní binokulární vidění do dálky při monovision.....	32
<i>Graf 2:</i> Binokulární visus do blízka při komfortní binokulární hodnotě do dálky při monovision	33
<i>Graf 3:</i> Akceptovatelné binokulární vidění do dálky při monovision.....	34
<i>Graf 4:</i> Binokulární visus do blízka při akceptovatelné binokulární hodnotě do dálky při monovision	35
<i>Graf 5:</i> Porovnání plného monovision a subjektivního pocitu	36
<i>Graf 6:</i> Snížení visu dle subjektivního pocitu	37
<i>Graf 7:</i> Rozdíl dioptrické hodnoty plného monovision a subjektivního pocitu.....	37
<i>Graf 8:</i> Maximální hodnota zachované stereopse	38

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1:</i> Přibližné hodnoty adice dle věku [9]	3
<i>Tabulka 2:</i> Visus při binokulárním komfortním vidění do dálky při metodě monovision	33
<i>Tabulka 3:</i> Rozdíl visu po plné korekce a při komfortní binokulární hodnotě do dálky při monovision	33
<i>Tabulka 4:</i> Visus při akceptovatelném binokulárním vidění do dálky při monovision	35
<i>Tabulka 5:</i> Rozdíl visu po plné korekci a při akceptovatelné binokulární hodnotě do dálky při monovision	35
<i>Tabulka 6:</i> Monokulární visus do dálky při maximální hodnotě zachované stereopse.....	38