

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

**ANNA
KODRLOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů

Možnosti korekce presbyopie

Possibilities of presbyopia correction

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Anna Kodrlová

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jana Urzová, Ph.D.

Kladno 2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kodrlová** Jméno: **Anna** Osobní číslo: **482907**
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:

Možnosti korekce presbyopie

Název bakalářské práce anglicky:

Possibilities of presbyopia correction

Pokyny pro vypracování:

Studentka zpracuje téma presbyopie a různé možnosti její korekce. Popíše anatomii oka a jeho jednotlivých struktur se zřetelem na zaměření práce. Dále formou rešerše zpracuje pojem presbyopie - vznik, příčiny, možnosti řešení. Popíše používané způsoby korekce - monovision, multifokální čočky atd. V praktické části práce studentka provede subjektivní refrakci pro skupinu presbyopů a následně zhodnotí vztah typu používaných korekčních pomůcek a refrakčního stavu oka a spokojenost presbyopů s jejich korekcí.

Seznam doporučené literatury:

- [1] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínum, 2006, ISBN 80-7262-404-0
- [2] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ, Nauka o zraku, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, ISBN 80-7013-362-7
- [3] KUCHYŇKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8


Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Jana Urzová, Ph.D.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**


prof. RNDr. MUDr. Petr Maršálek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

Název bakalářské práce: Možnosti korekce presbyopie

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou řešení presbyopie. Na začátku je stručně zmíněna anatomie oka a proces akomodace, který ovlivňuje akomodační šíře. Dále je již popsána samotná presbyopie – jak vzniká a jaké symptomy ji doprovází. Největší část teorie je věnována možnostem korekce presbyopie jako jsou brýlové čočky (jednoohniskové, bifokální, trifokální, progresivní, office), kontaktní čočky (se segmentem na blízko, refrakční, difrakční), monovision a chirurgické řešení (nitrooční čočky, laserové zákroky, intrakorneální čočky, konduktivní keratoplastika, sklerální chirurgie). U každé z možností je popsán princip korekce, její výhody a nevýhody. Praktická část je věnována zhodnocení, jaký je nejčastější způsob korekce a jak jsou klienti se svou korekcí spokojeni.

Klíčová slova:

Presbyopie, monovision, progresivní čočky, akomodace

Bachelor's Thesis title: Possibilities of presbyopia correction

Abstract:

This bachelor's thesis is about presbyopia. At the beginning, the anatomy of the eye and the process of accommodation, which is affected by the amplitude of accommodation, are briefly mentioned. Furthermore, presbyopia itself is described – how it arises and what symptoms manifest it. The largest part of the theory is devoted to the possibilities of presbyopia correction such as spectacle lenses (single-focal, bifocal, trifocal, progressive, office), contact lenses (with segment, refractive, diffractive), monovision and surgery (intraocular lenses, corneal procedures, scleral surgery). For each of the possibilities, the principle of correction, its advantages and disadvantages are described. The practical part contains an assessment of the most used kinds of correction and how presbyopes are satisfied with their correction.

Key words:

Presbyopia, monovision, progressive lenses, accommodation

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Mgr. Janě Urzové, Ph.D. za milý a vstřícný přístup, odborné vedení, za pomoc a cenné rady při zpracování této bakalářské práce.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Presbyopie a možnosti její korekce“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V *Kladně* dne

.....

podpis

Obsah

1	Úvod	1
2	Anatomie a fyziologie oka.....	2
3	Akomodace	6
4	Presbyopie	8
4.1	Korekce presbyopie	8
4.2	Stanovení hodnoty adice	9
5	Monovision.....	11
5.1	Výhody a nevýhody	11
5.1.1	Oční dominance	11
5.2	Postup aplikace	12
5.3	Možnosti monovision	12
6	Brýlová korekce.....	13
6.1	Jednoohniskové čočky	13
6.2	Bifokální a trifokální čočky	14
6.3	Progresivní (multifokální) čočky	15
6.4	Degresivní čočky	17
7	Korekce kontaktními čočkami.....	18
7.1	Kontaktní čočka se segmentem.....	19
7.2	Refrakční simultánní čočky	19
7.3	Difrakční simultánní design.....	21
8	Chirurgické řešení.....	23
8.1	Nitrooční čočky.....	23
8.2	Laserové zákroky	25
8.3	Intrakorneální čočky	25
8.4	Konduktivní keratoplastika	26
8.5	Sklerální chirurgie.....	26
9	Experimentální část	27
9.1	Postup vyšetření	27
10	Výsledky průzkumu.....	29
11	Zhodnocení výsledků.....	38
12	Závěr.....	40
	Seznam použité literatury	1

Seznam obrázků.....	3
Příloha A: Informovaný souhlas.....	4
Příloha B: Úvodní dotazník	5
Příloha C: Dotazník ohledně spokojenosti s korekcí.....	7

1 Úvod

Presbyopie – nepříjemnost, která dříve či později potká každého z nás. Stejně jako stárne celé tělo, stárnou i oči. Ať se snažíme sebevíc, proti těmto fyziologickým změnám, které přicházejí s přibývajícím věkem, nelze bojovat. V dnešním světě může být presbyopie velmi obtěžující, protože se kladou větší nároky na zrakovou ostrost. Dochází ke stárnutí celé populace, lidé chodí později do důchodu, přibývá práce na blízko a rozvíjejí se nové technologie. Sami presbyopové se nechtějí smířit s tím, že jim oči neslouží tak jako zamlada. To vše je příčinou, proč je presbyopie téma, kterému je nutné se věnovat.

Naštěstí má presbyopie hned několik možností řešení, kterými se chci zabývat v této bakalářské práci. Patří mezi ně především korekce pomocí brýlových skel (jednoohniskových, bifokálních, trifokálních, progresivních, office) či kontaktních čoček (se segmentem na blízko, refrakčních, difrakčních). Pomoci se dá i chirurgickým zákrokem (nitrooční čočky, laserové zákroky, intrakorneální čočky, konduktivní keratoplastika, sklerální zákroky). Za zmínku stojí i metoda monovision.

V teoretické části bakalářské práce zmíním stručný popis anatomie oka, navážu popisem procesu akomodace, akomodační šíře a vznikem a symptomy presbyopie. Hlavní část ovšem věnuji představení každé z výše zmíněných metod řešení presbyopie, jejich principu fungování, výhodám, ale i nevýhodám.

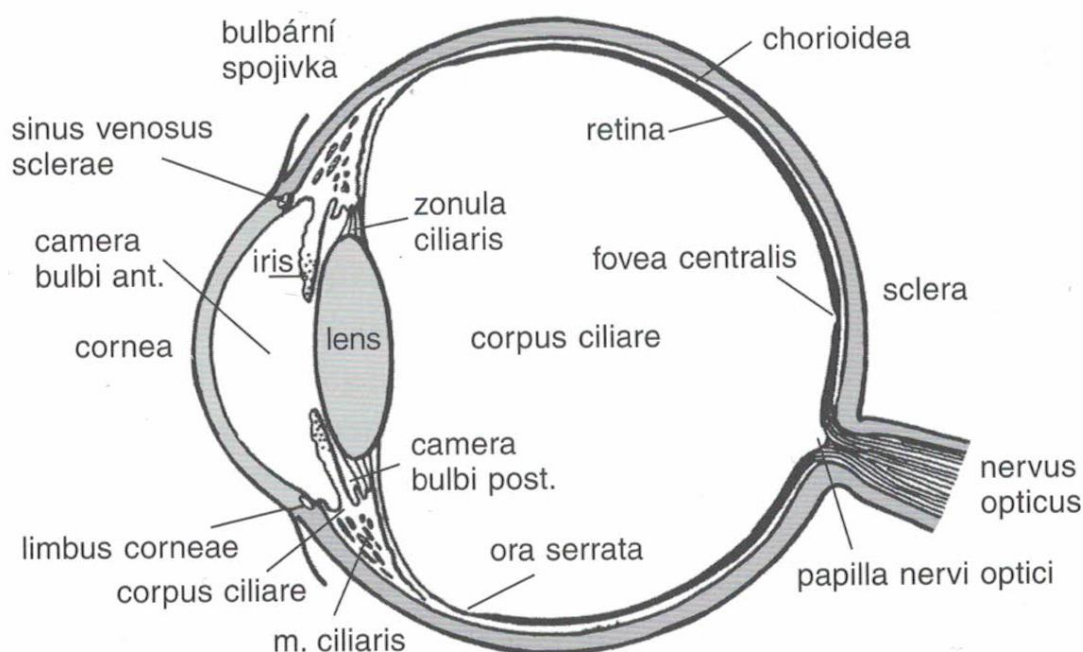
V experimentální části se zaměřím na zhodnocení, jaký je nejčastěji používaný druh presbyopické korekce. Ohledně výběru korekce chci ověřit hypotézy H_{01} : Presbyopové s adicí od 1,5 D budou nejčastěji volit progresivní brýle a H_{02} : Presbyopové s myopií si radši při práci na blízko sundají brýle.

Abych mohla posoudit, jak jsou lidé se svou korekcí spokojeni, sestavím pro ně dotazník s otázkami ohledně možných problémů, které by mohly ovlivňovat zrakovou pohodu.

2 Anatomie a fyziologie oka

Oko je zrakový orgán kulovitého tvaru s předozadním průměrem přibližně 24 mm. Je uloženo v kostěné orbitě. Pohyb oka zajišťuje šest okoohybných svalů. Zepředu je oko chráněno víčky a spojivkou. Neméně důležitý je i slzný film. [1, 2, 3]

Stěnu bulbu tvoří tři vrstvy: tunica fibrosa (vnější vazivová vrstva, tvoří rohovku a bělimu), tunica vasculosa (střední vrstva – žilnatka, složena z cévnatky, řasnatého tělíska a duhovky) a tunica nervosa (vnitřní nervová vrstva – sítnice). Nitrooční prostor vyplňují přední a zadní komora, čočka a sklivec. Vše je zobrazeno na obrázku 1 [1, 4, 5]



Obrázek 1: Anatomie oka [2]

Rohovka (cornea) je nejdůležitější složka optického systému oka, protože díky indexu lomu 1,33 zajišťuje 2/3 celkové lomivosti oka v akomodačním klidu (cca 40 D). Vertikální průměr rohovky je 11,5 mm, horizontální 12,6 mm. Poloměr zakřivení je 7–8 mm. Tloušťka je nejmenší ve středu (0,56 mm) a postupně se zvyšuje až k 1 mm v periferii. V limbu přechází do bělimy. Rohovka se skládá z pěti vrstev: pětivrstevný dlaždicový epitel, Bowmanova membrána, stroma, Descementova membrána, endotel (pořadí z vnějšku dovnitř). Pětivrstevný epitel tvoří přibližně 10 % tloušťky a má schopnost rychlé regenerace, kdy se dokáže obnovit za 7 až 10 dnů. Oproti tomu Bowmanova membrána takřka

neregeneruje a při poškození se hojí jizvou, která následně snižuje visus. Stroma zajišťuje přibližně 90 % tloušťky rohovky. Je tvořeno kolagenními fibrilami, které svým paralelním uspořádáním napomáhají transparentnosti rohovky. Tu také kromě avaskularity zajišťuje relativní dehydratace (76 až 80 %) způsobena endotelovou pumpou. Endotel je jednovrstevný epitel tvořený hexagonálními buňkami bez schopnosti regenerace. Člověk má po narození cca 3 500-5 500 buněk na mm^2 . Tento počet se postupně snižuje přibližně o 0,5 % za rok. Pokud klesne pod 700, nestíhá endotelová pumpa odstraňovat přebytečnou vodu ze stromatu a vzniká tím edém. Rohovka je vyživována cévní pletení kolem limbu, komorovou vodou a slzným filmem. Metabolismus rohovky spočívá v anaerobní glykolýze glukózy z komorové vody na laktát. Inervace je zajištěna první větví trigeminu: nervus ophthalmicus. Jedná se o nejcitlivější tkáň v těle, protože obsahuje největší počet senzitivních zakončení na mm^2 . Přímé podráždění spouští mrkací reflex. [1, 2, 3, 4, 5]

Slzný film chrání rohovku jak před mechanickým poškozením, tak imunologicky. Obsahuje tři vrstvy. Přímo na rohovce je mucinová vrstva, která je produkována pohárkovými buňkami. Snižuje povrchové napětí a díky bifázické struktuře přiléhá hydrofobní částí na rohovku a hydrofilní částí k vodní vrstvě, jejíž bazální sekrece je tvořena přídatnými slznými žlázami, stimulovaná slznou žlázou. Obsahuje imunologicky aktivní buňky jako jsou imunoglobuliny, či lysozym. Poslední, olejovitá (lipidová) vrstva zabraňuje odpařování vodní složky. Vzniká v Meibomských žlázkách. S rohovkou se podílí na prvotním lomu světla. [3, 4]

Bělíma (sclera) je neprůhledné bílé kolagenní vazivo tvořící pět šestin vnější vrstvy oka. Obsahuje 70 % vody. Udržuje tvar a tonus oka. Obsahuje malé množství cév. Nejsilnější je v zadní části (1 mm), nejtenčí je v místě úponu okoohybných svalů (0,3 mm). Vzadu vystupuje síťovitou strukturou zrakový nerv. V dětství je obsah vody vyšší, bělimou prosvítá cévnatka, takže se bělima zbarví do modra. Ve stáří dochází k ukládání pigmentu a stárnutí, takže je bělima nažloutlá. [1, 3, 4, 5]

Cévnatka (choroidea) obsahuje množství cév, které vyživují většinu oka a podílí se i na výživě sítnice. Obsahuje pigment, takže má temně hnědou barvu. Vpředu přechází v řasnaté tělísko. Tvoří světelnou a tepelnou izolaci, která pohlcením zabraňuje odrazu paprsků a přesvětlení oka. [1, 2, 3]

Řasnaté tělísko (corpus ciliare) tvoří na průřezu trojúhelníkovitý tvar a nachází se při zevním okraji duhovky. Do oka z něj směřují vlákna závěsného aparátu čočky. Obsahuje

ciliární sval inervovaný oculomotoriem, který zajišťuje akomodaci. V řasnatém tělísku se tvoří komorový mok důležitý pro metabolismus a udržení nitroočního tlaku. [1, 2, 3]

Duhovka (iris) má tvar mezikruží a chrání oko před oslněním tím, že částečně překrývá čočku a slouží jako clona. Množství pigmentu v duhovce určuje barvu očí. Odděluje přední a zadní komoru. Uprostřed se nachází zornice (pupilla) ovládána dvěma svaly. Cirkulární svěrač zornice (m. sphincter pupillae) inervován parasympatikem (n. oculomotorius) zužuje zornici při osvětlení, radiální rozvěrač (m. dilatator pupillae) inervován z krčního sympatiku ji v šeru rozšiřuje. [1, 2, 3]

Velikost zornice určují kromě osvětlení i další vlivy. S přibývajícím věkem či akomodací se zornice zužuje. Dále pak hrají roli ametropie. Myopové obecně mívají širší zornice než hypermetropové. [6]

Sítnice (retina) je jemná průhledná blána. Zadní optická část (pars optica retinae) je nejsilnější a je propojena s mozkem zrakovým nervem vedoucím ze slepé skvrny retiny. Směrem dopředu přechází v slepou část (pars caeca retinae) a končí na zadní ploše duhovky. Přejít mezi optickou a slepou částí sítnice tvoří ora serrata. Retina pevně adhezuje k cévnatce při terči zrakového nervu a ora serrata. Skládá se z deseti vrstev. Mezi sítnicí a retinou se nachází Bruchova membrána. [1, 2, 3, 4, 5]

Pro vidění je nezbytné podráždění tyčinek a čípků světlem. Tyčinek je v oku 130 milionů. Jsou rozmístěny spíše v periférii a slouží k rozeznání světla a tmy (tedy vidění za šera). 7 milionů tří druhů čípků zprostředkovává barevné vidění především ve žluté skvrně, směrem do periferie ubývají. [1, 2, 3, 4, 5]

Zadní plocha rohovky a přední plocha duhovky se potkávají v komorovém úhlu a tvoří tak přední komoru. Zadní komora je ohraničena zadní plochou duhovky a přední plochou čočky a řasnatého tělíska. Obě komory jsou vyplněny komorovým mokem. [1, 2, 3]

Čočka (lens cristalina) je avaskulární průhledná dvojevypuklá struktura s optickou mohutností v neakomodovaném stavu 20 D. Poloměr zakřivení přední plochy je 10 mm, zadní plochy 6 mm. Obsahuje přibližně 66 % vody a 33 % bílkovin. Skládá se z pouzdra, epitelu a kortexu s jádrem. Pouzdro je oddělitelná struktura čočky, čehož se využívá při operaci katarakty. Zbylé části tvoří vrstvy připomínající slupky cibule. Periferní vrstvy mají nižší index lomu než vrstvy centrální. Jednotlivé vrstvy nejsou přesně koncentrické, což napomáhá lomivosti čočky. Jádro je oproti zevním vrstvám více zakřivené. Skladba čočky pomáhá korigovat aberace oka. [1, 3, 4, 5, 7]

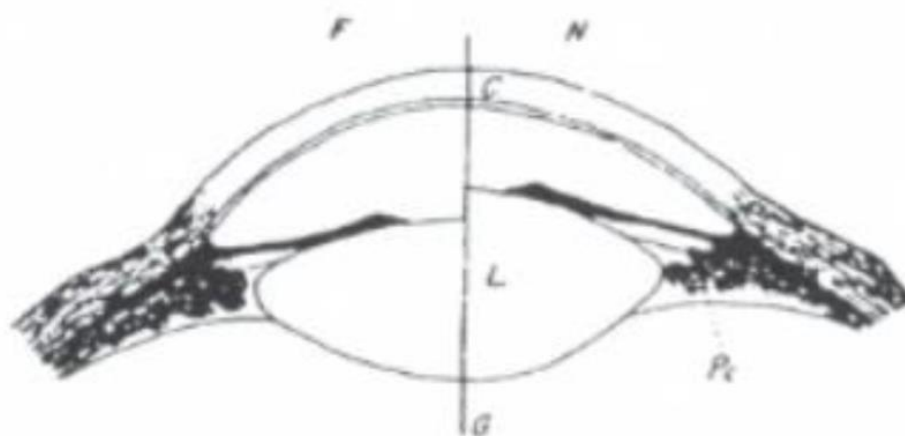
V mládí je čočka velmi elastická, což je důležité pro akomodaci, kdy se při stažení ciliárního svalu uvolňuje a zaobluje. Během stárnutí čočka roste (zvětšuje se nejvíce kortex) a zaobluje. Stoupá i index lomu kvůli většímu množství nerozpustných bílkovin. Veškerá výživa pochází z komorové vody. Největší metabolickou aktivitu produkuje čočkový epitel. Tato aktivita je potřeba k udržení transparentnosti čočky. Závěsný aparát čočky tvoří zonulární vlákna, která se upínají do přední i zadní plochy pouzdra. Prostor mezi vlákny zaujímá glykoprotein, takže závěsný aparát čočky připomíná membránu. [1, 3, 4, 5, 7]

Sklivec (corpus vitreum) je průhledná rosolovitá struktura mezi čočkou a sítnicí. Mezi řídkou sítí kolagenních vláken je 99 % vody. Hyalocyty produkují kyselinu hyaluronovou, která zajišťuje viskozitu sklivce. Objemem 4 ml vyplňuje 4/5 nitroočního obsahu. [1, 2, 3, 4]

3 Akomodace

Akomodace je proces, při kterém oční čočka mění svou optickou mohutnost. Díky tomuto dynamickému procesu oko zaostřuje na všechny vzdálenosti. [3, 4]

Probíhá tak, že při nervovém podráždění čípků rozostřeným obrazem se nepodmíněným reflexem (zrakový nerv, mozková kůra, okulomotorius) kontrahuje ciliární sval, jenž se posune dopředu a dovnitř. Cévnatka se protáhne a dojde k uvolnění přední části zonulárního závěsu čočky, která se zaoblí a ztloustne, čímž zvýší svou lomivost. Což můžeme pozorovat na obrázku 2, kde vlevo je přední segment oka v akomodačním klidu a vpravo při maximální akomodaci. [3, 7]



Obrázek 2: Proces akomodace [7]

Akomodace je tedy zajišťována elasticitou čočky (fyzická akomodace) a ciliárním svalem (fyziologická akomodace). Fyziologická akomodace se udává v myodiotriích. Jedna myodiotrie je potřebná kontrakce ciliárního svalu k tomu, aby čočka změnila svou optickou mohutnost o 1 D. Průměrná doba akomodace je jedna sekunda. [7]

Společně s akomodací dochází i ke konvergenci a mióze (zúžení zornic), aby se pozorovaný objekt pořádkem zobrazil v makule a periferní paprsky nenarušovaly ostrost vidění. Tato triáda je řízena z Edingerova-Westphalova jádra v mozku. [3, 7]

Akomodaci ovlivňují také refrakční vady. Hypermetropové akomodují i při pohledu do dálky, myopové mají naopak potřebu akomodace menší. Z neoptických faktorů má vliv například velikost, blízkost, osvětlení, kontrast, nálada či vůle. Na akomodaci dále působí i

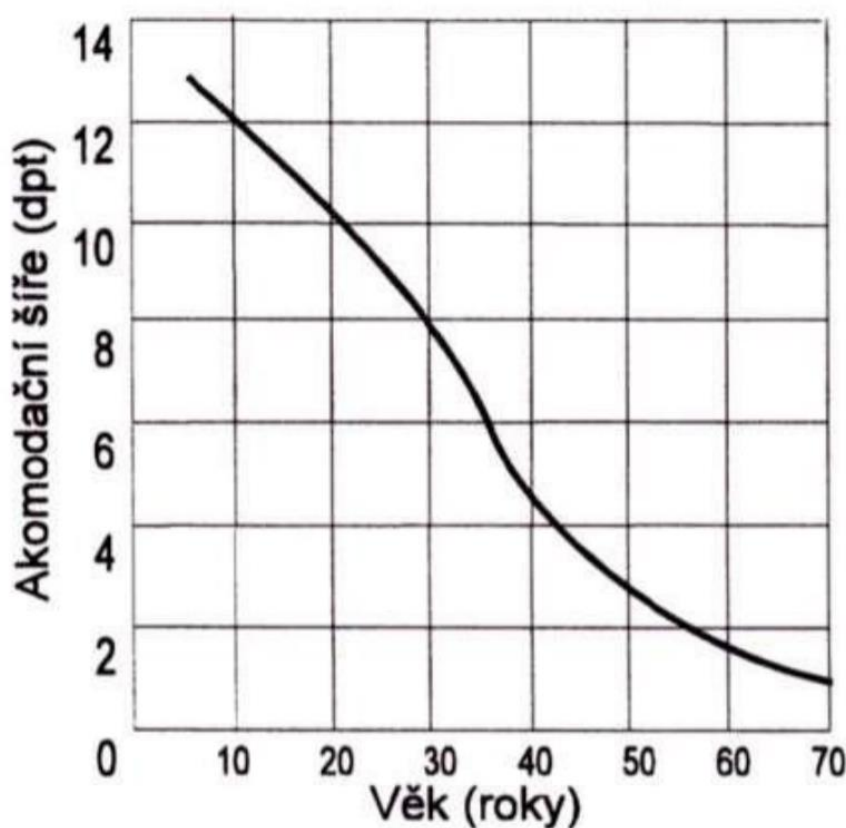
léky. Parasympatomimetika způsobují spasmus akomodace, cykloplegika (např. atropin) akomodaci blokují. [3, 7]

Rozeznáváme čtyři druhy akomodace. Reflexní má za úkol zaostřit obraz na sítnici. Vergenční zajišťuje fúzi a spouští konvergenci. Proximální je vyvolána představou vzdálenosti předmětu. Tonická je přítomna bez jakéhokoliv podnětu a činí cca 1,5 D. [3, 7]

Schopnost akomodace je omezena akomodační šíří (amplitudou). Akomodační šíře (AA) se dá vypočítat podle vzorce (1) jako rozdíl převrácených hodnot dalekého bodu (punctum remotum, a_R) a blízkého bodu (punctum proximum, a_P), kde daleký bod je nejvzdálenější bod, který člověk vidí s nulovou akomodací a blízký bod je nejbližší ostrý bod. [3, 4, 7, 8]

$$AA = \frac{1}{a_R} - \frac{1}{a_P} \quad (1)$$

Akomodační šíře věkem postupně klesá z 16 D v dětství na 6 D ve 30 letech až na 1 D v 60 letech, což ukazuje graf 1. Na akomodační šíři má vliv i směr pohledu oka: největší je při pohledu dolů, nejmenší při pohledu nahoru. Rozdíl činí až 3,5 D. [3, 7]



Graf 1: Graf závislosti akomodační šíře na věku [8]

4 Presbyopie

Presbyopie je fyziologický jev, který doprovází stárnutí oka. První příznaky se objevují kolem 40. roku. Jde o stav, kdy akomodační šíře ireverzibilně poklesne pod 4 D, tedy natolik, že dochází k rozostření blízkých předmětů, protože čočka již nedokáže dostatečně akomodovat. [4, 7, 8]

Potíže nastávají ve chvíli, kdy se rezerva akomodace zmenší pod polovinu akomodační šíře. Jedná se o problémy při čtení. Ty se zprvu dají překonat akomodačním úsilím, které vede k astenopickým potížím a větší únavě až ospalosti. Může docházet k přechodné diplopii z excesivní akomodační konvergence. Presbyopové mají tendence oddalovat text, aby na něj lépe zaostřili, proto se presbyopie dříve projeví u lidí malého vzrůstu s krátkýma rukama. [4, 7]

Mezi hlavní příčiny patří pokles elasticity čočky úměrně s úbytkem akomodační šíře, stálý růst čočky (až 1,5×), který vede k oslabení pouzdra čočky. Dále pak úbytek zonulárních vláken a snížený účinek závěsu. Svalových vláken v ciliárním svalu ubývá a přibývá vazivové tkáně. Snižuje se i elasticita cévnatky, takže ciliární sval musí vyvinout větší námahu pro dosažení stejné dioptrické změny. [3, 4, 7]

Milan Anton [7] popisuje, že vznik presbyopie lze vysvětlit následujícími teoriemi: „*Teorie Helmholtze-Hessa-Gullstranda ztrátu schopnosti akomodace připisuje biomechanickým změnám v čočkovém pouzdře a v čočce. Teorie Donderse-Duana-Finchhama tvrdí, že ztráta akomodace je způsobena insuficiencí ciliárního svalu, nikoliv čočky. Morgan se pokusil spojit obě teorie. Předpokládá, že Helmholtzova platí pro většinu mladších presbyopů, zatímco Duanova pro starší presbyopy s malou akomodační šíří.*“ [str 46]

4.1 Korekce presbyopie

Na presbyopii neexistuje žádný lék a lze ji řešit pouze brýlemi, kontaktními čočkami anebo chirurgicky. Zvláštní metodou korekce je metoda monovision.

Vliv na úspěšnost korekce má oční čočka, která se může zakalovat a tím znemožnit ostré vidění. V tomto mají výhodu nitrooční čočky, které se aplikují místo čočky oční. [6]

Lze kombinovat i více metod najednou. Klient může být korigován na dálku kontaktními čočkami a při práci na blízko si nasadit brýle. Tato metoda ovšem není moc využívaná,

protože nositelé kontaktních čoček obvykle nechtějí nosit brýle a naopak. [9] Ovšem některým lidem toto řešení vyhovuje například při společenských událostech.

Někteří lidé upřednostňují pro statické aktivity progresivní brýle a pro společenské aktivity multifokální čočky, protože neomezují zorné pole. [6]

Presbyopům se vzdaluje blízký bod akomodace, takže již neudrží obraz přibližovaného předmětu na sítnici. Ohnisko tedy vzniká za sítnicí. Z toho vyplývá, že presbyopii řešíme tím, že ke korekci na dálku přidáme nejslabší spojné čočky, se kterými dotyčný dobře vidí do blízka (adici). [7, 10]

4.2 Stanovení hodnoty adice

Velikost adice přizpůsobujeme podle stávající akomodační šíře klienta a vzdálenosti, na kterou je klient zvyklý pracovat. Spojné čočky zvětšují, proto budou presbyopové chtít větší adici. Ale čím větší adice, tím menší je oblast ostrého vidění, proto je důležité předepsat správnou hodnotu adice. [10]

Adici můžeme vypočítat pomocí akomodační amplitudy. Vzhledem k tomu, že je klient již korigován na dálku a daleký bod se nachází v nekonečnu, je amplituda rovna převrácené hodnotě blízkého bodu akomodace (NPA). [10]

Jednou z možností, jak zjistit *NPA*, je přibližovat text, dokud se nerozmaže. U druhého způsobu se text nachází v konstantní vzdálenosti (40 cm). Pokud klient text přečte, přidávají se rozptylné čočky, dokud se text nerozmaže. V případě, že klient text nepřečte, přidávají se čočky spojné. Poté se *NPA* rovná dle vzorce (2) převrácené hodnotě vzdálenosti textu *r* (u 40 cm = 2,5 D), od které se odečte optická mohutnost předkládané čočky φ . [10]

$$NPA = \frac{1}{r} - \varphi \quad (2)$$

Adice *A* se poté vypočte (podle vzorce 3) tak, že se od převrácené hodnoty pracovní vzdálenosti *r* odečtou 2/3 akomodační šíře *AA*. Vypočtenou hodnotu adice poté vložíme do zkušební obruby a zkontrolujeme klientův komfort. [10]

$$A = \frac{1}{r} - \frac{2}{3}AA \quad (3)$$

Dalším způsobem, jak zvolit výši adice, je metoda minimální adice. Ta spočívá v tom, že klientovi předložíme text ve vzdálenosti 40 cm. Presbyop bude mít text rozmazaný. Přidáváme plusové čočky, dokud klient na text nezaostří. K takto naměřené hodnotě se přičte +0,75 až +1,0 D. Zkusíme text přiblížit do bodu rozmazání. Ten by se měl nacházet okolo 25 cm. V případě, že tomu tak není, nebo korigujeme klienta na jinou vzdálenost než 40 cm, dokorigujeme adici přidáním či ubráním 0,25 či 0,5 D. [10]

5 Monovision

Monovision je metoda, při které se dominantní oko koriguje na dálku a nedominantní na blízko. Jejím principem je potlačení obrazu z oka, které vidí rozmazaně. Klient přichází o stereopsi. [9, 11, 12, 13]

Monovision lze použít při korekci jak brýlovými, tak kontaktními čočkami. Obecně jsou lépe snášeny kontaktní čočky, protože díky zmenšenému vertex distance dochází k menšímu velikostnímu zkreslení obrazu (anizeikonii). Adaptace je tím těžší, čím je větší adice. V čočkách může klient snést rozdíl až 2,5 D, v brýlích je nutné rozdíl zmenšit. Při problémech se dá klientovi pomoci snížením adice. [9, 11, 12, 13]

Pomocí laseru lze navodit Monovision LASIK a další povrchové ablace (např. PRK, LASEK, Epi-LASIK). Před zákrokem je vhodné, aby klient měl již s metodou monovision předchozí zkušenosti. Doporučuje se nošení kontaktních čoček a pokud nemá klient s monovision problémy, lze přistoupit k zákroku. [14]

5.1 Výhody a nevýhody

Výhodné je, že klient vidí dobře na dálku a na blízko. Kvalita vidění na střední vzdálenost záleží na velikosti adice a klientově schopnosti akomodace. Jde o jedno z nejlevnějších řešení presbyopie nezávislé na centraci a velikosti zorničky. Monokulárně zůstává zachována kontrastní citlivost a nevznikají světelné fenomény. U sférických či torických kontaktních čoček je výhoda většího výběru, co se materiálu a designu týče než u kontaktních čoček multifokálních. [9, 12]

Tato metoda není vhodná pro klienty, kteří mají vysoké nároky na vidění. Dále se nedoporučuje pro lidi, kteří vykonávají náročnou práci na blízko nebo se zaměstnáním náročným na zrakovou ostrost. V důsledku ztráty hloubky obrazu může mít dotýčný problém s odhadováním vzdáleností a prostorovým viděním. Binokulárně je snížena kontrastní citlivost. U obrazů s vyšším kontrastem je binokulární zraková ostrost vyšší při korekci multifokální kontaktní čočkou než při monovision. [6, 11, 12, 13, 15]

5.1.1 Oční dominance

Obecně se lépe potlačuje rozmazaný obraz z nedominantního oka než z dominantního, proto se také dominance očí určuje. Oční dominance nemusí být stejná jako laterality.

U některých osob ani není silná oční dominance. Rozeznáváme tři druhy dominance: sighting, senzoryckou a motorickou. [9, 16]

Sighting dominancí se zjistí oko, které se zaměřuje na konkrétní předmět při binokulárním vidění. Zjišťuje se testem „hole in card“, při kterém se klient dívá na vyšetřujícího otvorem v kartě. Kartu klient drží v natažených rukách před sebou, případně lze otvor vytvořit z rukou. Dominantní je oko, které vyšetřující vidí v otvoru. [9, 16]

Senzorycká dominance udává, kterému oku dává dotyčný přednost při monokulárním vidění. Lze ji zjistit pomocí alternujícího zamlžení, kdy klient sleduje optotyp a vyšetřující ke korekci přidává čočky +1,0 D či +2,0 D střídavě před obě oči. Oko, kterému zamlžení vadí více, je dominantní. [9, 16]

Motorická dominance nám udává, které oko lépe fixuje při binokulárním vidění. U heteroforií se dominantní oko odchyluje méně. [16]

5.2 Postup aplikace

Při aplikování monovision se nejdříve vykoriguje dálka, poté blízko. Po aplikaci se klient nechá číst optotyp na dálku i na blízko. Pokud nějaká vzdálenost dělá problémy, rozmazeme sférickou čočkou obraz korigovaného oka na druhou vzdálenost. Tím zkontrolujeme schopnost potlačovat rozmazaný obraz. Potlačování rozostřeného obrazu probíhá na podvědomé úrovni, proto je pro úspěšnou aplikaci vhodné, aby klient o principu fungování monovision nevěděl. Poté, co je klient schopen číst na obě vzdálenosti, vysvětlíme, jak metoda funguje a necháme klienta projít se po zkušebně, abychom zjistili jeho toleranci ke korekci a aby poznal výhody a omezení této metody. [9]

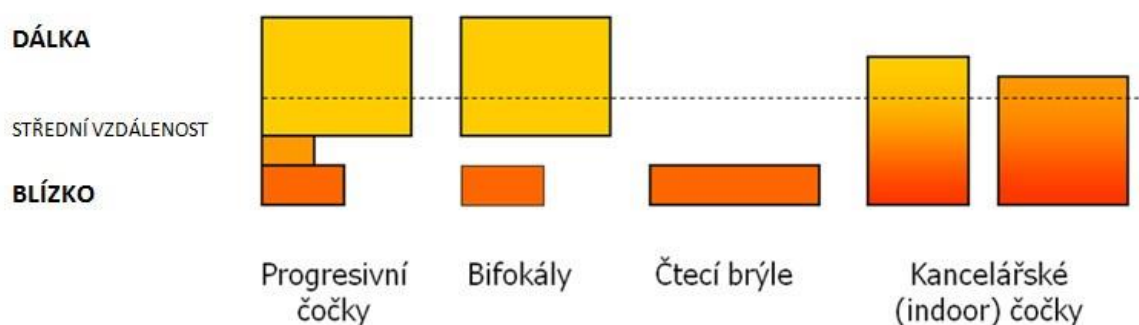
5.3 Možnosti monovision

Rozšířené monovision znamená korigovat dominantní oko do dálky sférickou či torickou čočkou a nedominantní oko čočkou bifokální, což umožňuje alespoň částečnou stereopsi. [9]

Modifikované monovision lze dosáhnout pomocí simultánních kontaktních čoček při nasazení čočky s centrem na blízko na nedominantní oko a čočky s centrem na dálku na dominantní oko. Výhodou je zachování binokulárního vidění, protože obě oči vidí na všechny vzdálenosti. [9, 12]

6 Brýlová korekce

Pro řešení presbyopie pomocí brýlí máme několik možností: již zmiňované monovision, jednoohniskové brýle „na čtení“, bifokální či trifokální brýle složené z více segmentů, progresivní čočky pro ostré vidění na všechny vzdálenosti a degresivní brýle pro práci v kanceláři. Každá z metod má své výhody, ale i svá omezení. Obrázek 3 zobrazuje, na jaké vzdálenosti je klient korigován při použití různých druhů čoček.

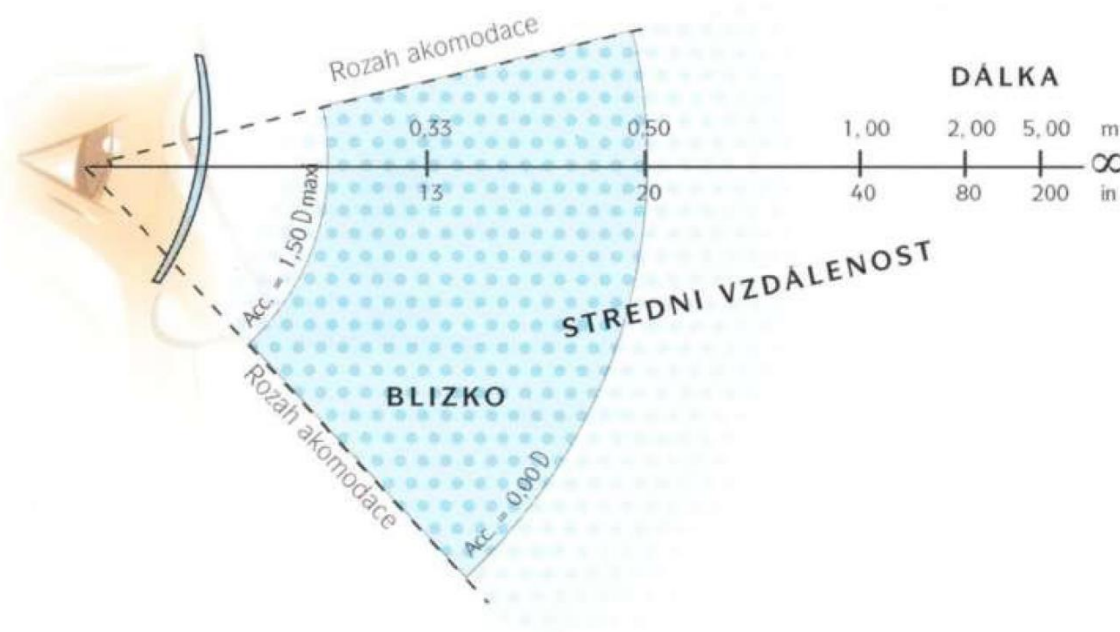


Obrázek 3: Rozdíly ve vidění u různých možností korekce [17]

6.1 Jednoohniskové čočky

Pomocí unifokálních čoček je klient korigován jen na blízkou vzdálenost brýlemi „na čtení“. Je to elegantní řešení pro emetropy, kteří na dálku korekci nepotřebují a nasadí si ji jen při práci na blízko. Výhodné jsou pro lidi, kteří často nemění pracovní vzdálenost. Oproti víceohniskovým čočkám je neruší segmenty korigované na jiné vzdálenosti a na rozdíl od monovision zůstává neporušené binokulární vidění. Mezi mínusy patří nutnost změny korekce při změně pracovní vzdálenosti, což u ametropů obnáší potřebu dvou brýlí. [18]

Jedná se o sférickou či asférickou plochu, která zajišťuje vidění na blízko. Vidění do dálky a na střední vzdálenost jsou díky myopizaci rozmazané (obrázek 4). Asférické čočky se centrují podle PD na dálku, sférické podle PD na blízko. [8, 18, 19]



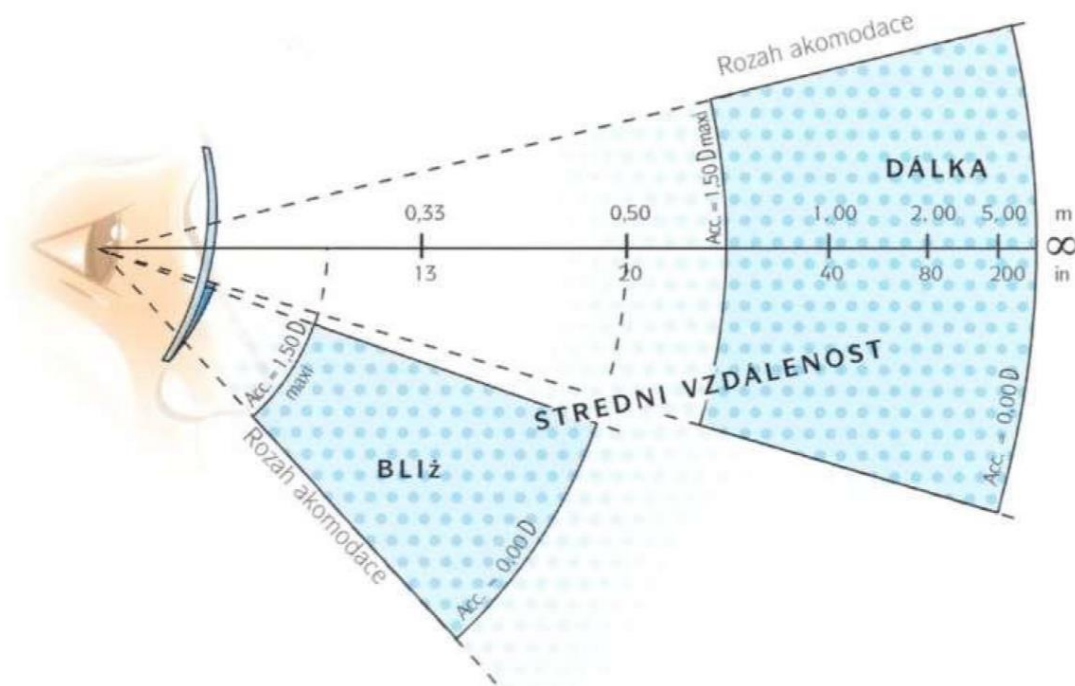
Obrázek 4: Korekce jednoohniskovou čočkou +2,0 D [18]

6.2 Bifokální a trifokální čočky

Brýlové bifokální čočky obsahují dva segmenty: horní díl na dálku a spodní na blízko. Rozeznáváme různé druhy předělů mezi těmito částmi: vybrušované, zatavované (tmelené) a odlévané. Během vývoje se vyráběly různé tvary části na blízko: rovné ohraničení (typ „S“), kulatý (typ „R“), či typ „C“ („D“) s rovným nebo mírně obloukovitým průběhem horní předělové hrany. U vyšší adice zůstává nepokryta střední vzdálenost (obrázek 3). Díl na blízko se zpravidla decentruje o 2,5 mm nazálně. Dále platí pravidlo, že při pohledu na dálku musí být zornička nad předělovou linií a při pohledu do blízka pod předělem. Předělová linie by měla být v místě okraje spodního víčka. Pokud by tomu tak nebylo, vedlo by to k nucenému nepřírozenému postavení hlavy klienta a špatnému přijetí brýlí. [8, 18, 19]

Trifokální čočky jsou stejné jako čočky bifokální s tím rozdílem, že je přidán segment na střední vzdálenost. Většinou mají běžné vertikální řazení. Mohou však být upraveny pro specifická povolání, kdy se díl pro střední vzdálenost nachází v periferně-horním dílu. Při centraci bereme v potaz zrakové návyky a potřeby klienta. [19]

Výhodou bifokálních či trifokálních čoček je ostré vidění na korigované vzdálenosti (obrázek 5). Nevýhodou je skok obrazu vzniklý přechodem. Dnes jsou více využívány čočky progresivní, protože se u nich tento skok neobjevuje. [18]



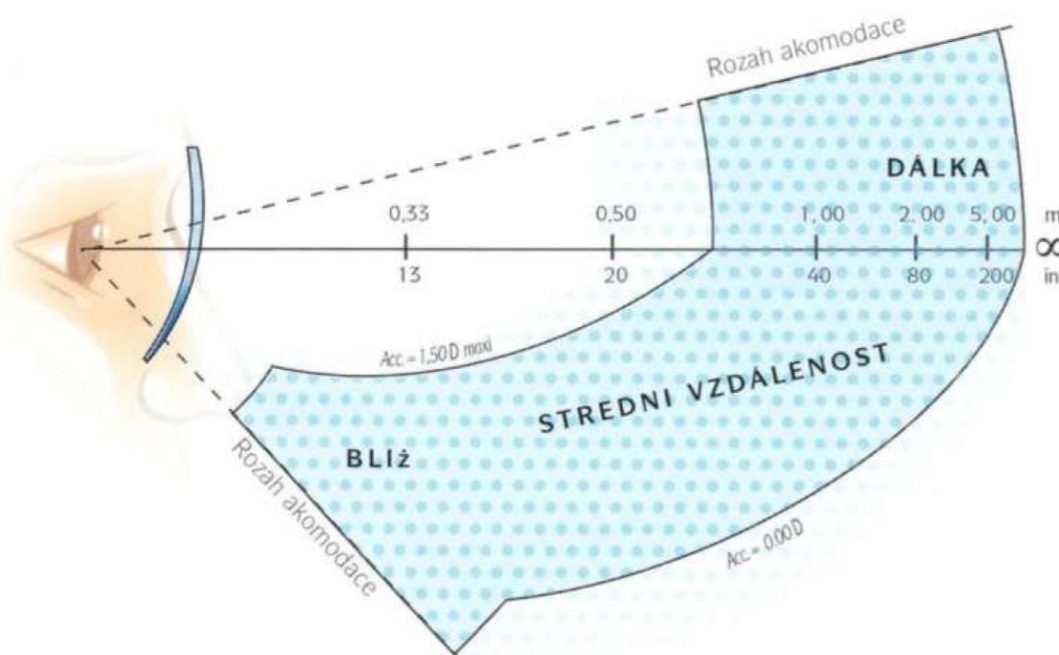
Obrázek 5: Korekce bifokální čočkou s adicí +2,0 D [18]

6.3 Progresivní (multifokální) čočky

Progresivní čočka se skládá z horní zóny na dálku, progresivního kanálu, ve kterém se plynule zvětšuje optická mohutnost čočky, a spodní oblasti pro vidění na blízko. Optická mohutnost se mění díky změně zakřivení jedné nebo obou ploch čočky. Každá čočka je opatřena mikrogravurou, která slouží k rekonstrukci důležitých bodů čočky po smytí razítka. [8, 18, 19]

Progresivní čočky splňují komfort zrakové ostrosti na všechny vzdálenosti (obrázek 6). Nenarušují při tom vzájemné fyziologické vztahy mezi foveolárním, periferním a binokulárním viděním. Vzhledem k tomu, že změna optické mohutnosti je plynulá, nedochází k problémům s vnímáním prostoru, což je problém u předělu bifokálních čoček a korekce pouze jedné vzdálenosti u čoček jednoohniskových. Tato změna optické mohutnosti ovšem zapříčiňuje výskyt optických aberací v okrajových oblastech čočky (především astigmatismus). Proto je také nutná adaptační doba. Pro rychlou adaptaci a spokojenost klienta je důležitá přesná centrace. Jakákoliv nepřesnost v centraci má za následek zmenšení zorného pole. Čím větší je adice, tím větší vliv má případná decentrace na vidění. Proto je

také vhodné začít s multifokální korekcí co nejdříve, později musí klient počítat s delší adaptační dobou. [18, 19]



Obrázek 6: Korekce progresivní čočkou s adicí +2,0 D [18]

Čočky pro pravé a levé oko jsou asymetrické. Nežádoucí aberace nesmí překážet v centrální části čočky, přes kterou se oko dívá. Na obou sklech musí být symetrické klínové účinky, aby se nelišila kvalita obrazu očí. Při akomodaci dochází ke konvergenci, takže koridor bez aberací musí směřovat nazálně dolů. Pokud klient používá především jen jedno oko, je nezbytné zkontrolovat, zda při čtení konverguje. Pokud by nekonvergoval, musela by se mu objednat čočka s rovným koridorem. [18, 19]

Díky menšímu zakřivení čočky v oblasti na dálku je čočka dole tenčí než nahoře. Technika equithin umožňuje odebrat prizma o velikosti 2/3 adice a tím tloušťku vyrovnat. Tato úprava způsobuje posun celého zorného pole směrem nahoru, ale nemá vliv na zrakový pohodlí klienta. Ke ztenčení čočky přispívá i decentrace, použití eliptického tvaru čočky či předběžná kalibrace. [18, 19]

Existují dva designy: měkký a tvrdý. U měkkého designu je na celé ploše čočky hodnota astigmatismu nižší než hodnota dosaženého přídatku do blízka. Oblast na dálku je malá a opticky nestabilní. Má delší koridor progrese, proto je vhodný pro začínající presbyopy, kteří se na něj lépe adaptují. Tvrdý design je opak měkkého: astigmatismus je v okrajových částech

čočky vyšší než adice. Oblast na dálku je větší a opticky stabilní. Bývá používán v pozdějších stádiích presbyopie, protože s kratším koridorem poskytuje širší zorné pole. [18, 19]

V dnešní době lze vyrobit i individualizovaná skla dle návyků klienta. Rozeznáváme dva protichůdné návyky. „Kývači hlavy“ méně hýbou očima, ale radši otáčí hlavou. Pro dynamické používání čočky tedy potřebují periferní vidění a měkké periferní oblasti, protože jsou náchylní na plovoucí efekty. Opakem jsou „okohýbači“, kteří více hýbou očima než hlavou. Využívají tedy čočky staticky a potřebují co největší zorné pole bez zkreslení obrazu. [18]

6.4 Degresivní čočky

Degresivní nebo také kancelářské (office) brýle vznikly modifikací progresivních čoček. Poskytují ostré vidění na střední a blízké vzdálenosti, kdy nahoře je oblast pro střední vzdálenost a krátkým koridorem se změní optická mohutnost do oblasti na blízko. Proto se hodí pro delší práci na počítači. U progresivních čoček je střední vzdálenost řešena úzkým koridorem, takže nejsou pro tuto práci pohodlné. Poskytují větší hloubku ostrosti oproti jednoohniskovým čočkám na blízko. Klient ale musí oželeť ostré vidění na dálku. [17, 20]

7 Korekce kontaktními čočkami

K aplikaci multifokálních kontaktních čoček není potřeba žádných speciálních pomůcek. Jako u všech druhů čoček je i u těchto potřeba zkušební páru. Nošení musí být pro klienta pohodlné a poskytovat co nejlepší vidění na všechny vzdálenosti. Ve zkušební místnosti je vhodné mít možnost měnit intenzitu osvětlení pro vyzkoušení čoček za různých světelných podmínek. [9]

Před aplikací je nutné zhodnotit vhodnost nošení kontaktních čoček. Důležitá je kontrola slzného filmu (kvalita a množství), neboť stárnutím je slzný film méně stabilní. Kontroluje se i tonus víček a vylučují se další kontraindikace pro nošení čoček. [6, 9]

Při výběru čoček se kromě parametrů oka (dioptrické vady, zakřivení a velikost rohovky) zvažuje i volba designu a materiálu (pro stabilizaci slzného filmu je lepší se zapouzdřeným polyvinylpyrrolidonem). Další věc ke zvážení je i režim nošení. Nejvyhledávanější jsou jednodenní čočky. [6]

Nedílnou součástí aplikace je i upravení klientových očekávání ohledně nové korekce. Oproti jednoohniskovým čočkám se sníží vizus a je nutná adaptace, což je důvodem, proč někteří lidé se začátkem presbyopie přestávají nosit kontaktní čočky. [9, 13]

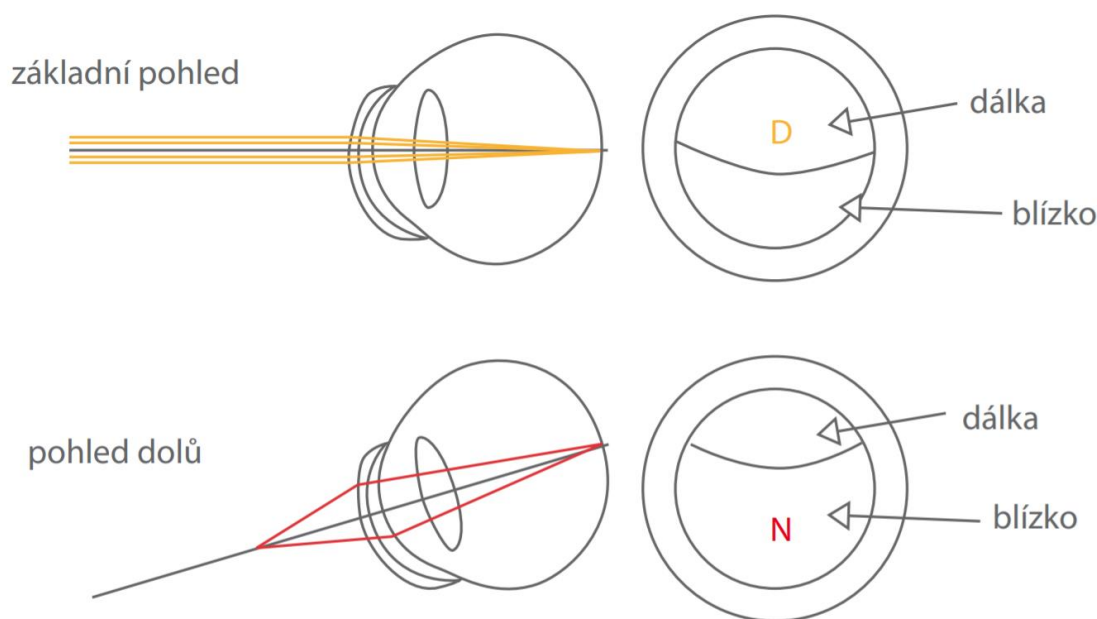
Pro dosažení maximální zrakové ostrosti je nutné vzít v potaz stáří klienta a velikost refrakční vady na dálku. Všechny tyto věci ovlivňují velikost zorničky, což ovlivňuje kvalitu vidění. [6, 13]

Pro korekci presbyopie kontaktními čočkami existují dvě metody. Metoda alternujícího a simultánního vidění. Při alternujícím vidění se střídá korekce na blízko a na dálku dle potřeby. U simultánního vidění vznikají dvě a více ohnisek. Multifokální kontaktní čočky pro simultánní vidění jsou tvořeny soustřednými zónami vidění nebo kombinací difrakční a refrakční optiky pro dosažení bifokální korekce. Mozek má upřednostnit ostrý obraz před rozmazaným. [9, 12, 13]

Výhodou čoček se simultánním viděním je zachování prostorového vidění a zrakové ostrosti na všechny vzdálenosti. Tato ostrost je však nižší než při monofokální korekci. Snižují ale kontrastní citlivost, jsou ovlivněny centrací a velikostí zornice. Je zde riziko tvorby světelných fenoménů. Oproti jednoohniskovým čočkám jsou dražší. [12]

7.1 Kontaktní čočka se segmentem

Alternující bifokální kontaktní čočky jsou první, které se vyráběly. Ve většině případů se jedná o RGP čočky a jsou stabilizovány pomocí trunkace a prismatického balastu. Při přímém pohledu se klient dívá horní částí na dálku a horní část blízkého segmentu by měla být v jedné linii se spodním okrajem zornice. Čočka je opřena o dolní víčko, takže při pohledu dolů se čočka povysune a pohled směřuje přes dolní část na blízko (obrázek 7). Centraci nejlépe zhodnotíme po aplikaci fluoresceinu pomocí lampy Burton, kde oproti štěrbinové lampě má klient přirozenější držení hlavy. Výhodou je zachování prostorového vidění, menší pravděpodobnost brýlí pro dokorigování a zachovaná kontrastní citlivost. Obtíže může dělat interakce dolního víčka s čočkou a pohyblivost čočky po oku. Čočky jsou ovlivněny směrem pohledu na čtení (je nutný pohled dolů, aby víčko posunulo segment na blízko před zornici), polohou a tonem víček. Dále tyto čočky neřeší problém se střední vzdáleností. [9, 12, 13]



Obrázek 7: Pohled přes alternující čočku [13]

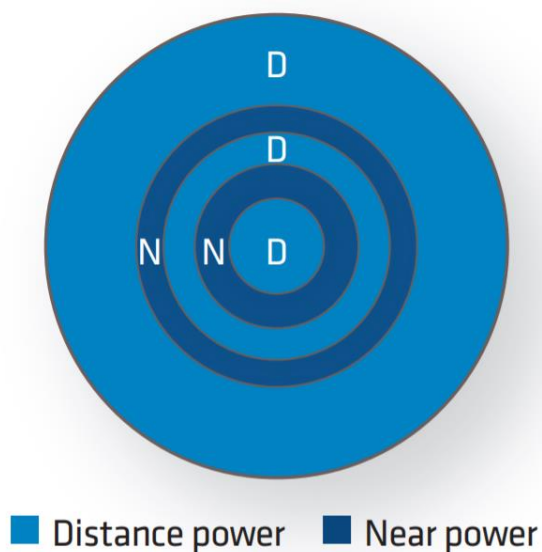
7.2 Refrakční simultánní čočky

U těchto čoček rozeznáváme koncentrický a asférický design. Oba tyto designy mají druh s centrem na dálku (CD) a druh s centrem na blízko (CN). CD čočky tedy mají největší lomivost v periférii, CN v centru. [9, 12, 21]

Existují bi-koncentrické designy, a multi-koncentrické designy. U CD typu je zóna na dálku obklopena zónou na blízko. Při pohledu do dálky ostrý obraz přicházející centrem zornice soupeří s rozostřeným obrazem z periferie. Při pohledu do blízka je naopak ostrý obraz z periferie a rozostřený obraz z centra. Optický systém si poté vybere ostřejší obraz. Nevýhodou tohoto designu je umístění zóny na blízko na okraji čočky, protože akomodaci s konvergencí doprovází mióza. To může dělat problém při čtení, protože málo paprsků projde zónou na blízko. [9, 12]

Čočky s centrem pro blízko řeší problém se zúžením zornic. Princip fungování je stejný jako u čoček s centrem na dálku, akorát jsou vyměněny vzdálenosti. Při zúžení zornice je nedostatečná ostrost vidění na dálku, což může dělat problémy při jasném osvětlení. [9, 12]

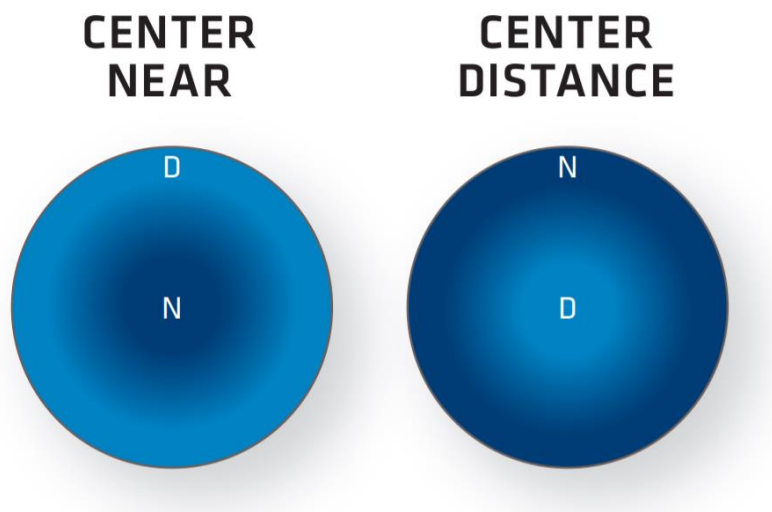
Vícezónové designy obsahují 5 soustředných zón opět s výběrem centra na blízko či dálku (obrázek 8). Vzdálenost a šíře zón je navržena tak, aby odpovídala velikosti zornice při různých podmínkách osvětlení v presbyopické populaci. Kvalita vidění závisí na podílu světla ze zón na blízko a na dálku. [9, 12, 13]



Obrázek 8: Multi-koncentrická čočka s centrem do dálky [9]

U asférického designu čočky s centrem na dálku mají nejnížší plusovou (největší minusovou) dioptrickou hodnotu ve středu, odkud postupně přechází do korekce na blízko, která je na krajích čočky (obrázek 9). Asférický design bývá umístěn na zadní ploše čočky. Je toho dosaženo pomocí pozitivní sférické aberace. Čím plošší je asférická plocha, tím více výrazný obraz z blízka oproti obrazu z dálky. Čím větší adice, tím výraznější negativní vliv má na vidění na dálku. Proto se tyto čočky doporučují pro nižší stupně presbyopie (do adice

1,25 D) U CN designu se asférická plocha nachází na přední ploše čočky, což podporuje negativní sférická aberace. Paprsky se lámou více v centru čočky než v periferii. [9, 12, 13, 21]



Obrázek 9: Asférické čočky [9]

U všech typů asférických čoček je důležitá přesná centrace, poněvadž sebemenší decentrace způsobuje aberace vyšších řádů. Citlivost na decentraci se zvyšuje s vyšší adicí a celkově je větší u čočky typu CN. [21]

Zonální asférický design kombinuje výhody multi-koncentrického designu a asférické plochy. Přední zonální asférická plocha je k dostání ve třech velikostech adic (od +0,75 D do +2,5 D). Velikost zón není optimalizována pro velikosti adice a zornic presbyopů při změnách osvětlení. Zadní asférický povrch slouží k optimalizaci centrace. [6, 9]

7.3 Difrakční simultánní design

Tyto čočky mají na zadní ploše vrypy, které se chovají jako difrakční mřížka (obrázek 10). Na sítnici se pomocí interference tvoří dva obrazy: jeden z dálky, druhý z blízka. Není jimí dosahováno vysoké zrkové ostrosti, protože k vytvoření jednoho obrazu je využito 40 % světla, Difrakční čočky mají menší závislost na šířce zornice, ale větší závislost na centraci oproti čočkám refrakčním. Nyní se již nepoužívají. [9, 12, 13]



Obrázek 10: Difrakční design [9]

8 Chirurgické řešení

Z chirurgických řešení se využívá nitroočních čoček (prelex), lasery, lamelární implantáty pro presbyopii (intrakorneální čočky), konduktivní keratoplastika (CK) a sklerální zákroky [13, 14, 22]

8.1 Nitrooční čočky

Nitrooční čočky se skládají ze dvou částí: haptická má za úkol fixaci čočky v oku a optická přispívá k refrakci oka. Čočky lze rozdělit na fakické (přidávají se před stávající oční čočku) a artefakické (aplikují se místo čočky oční). Dalším parametrem je počet ohnisek. Rozlišujeme tím čočky monofokální a multifokální. [23]

Monofokálními čočkami je klient korigován pouze na jednu vzdálenost. Je zde tedy nutnost doplňkových brýlí. Většinou lidé preferují korekci na dálku a brýle na blízko. Pouze někteří myopové volí korekci na blízko a brýle na dálku, protože jsou již zvyklí brýle na čtení odkládat. Dále lze monofokálními či asférickými čočkami navodit monovision. [23]

Pro zachování zrakové ostrosti na více vzdáleností se do oka vkládají multifokální nebo akomodační čočky. Tato technika se jmenuje prelex – presbyopic lens exchange. [14, 22]

Refrakční multifokální čočka se skládá z pěti koncentrických zón. Střední zóna je na dálku. Velikost zón se liší v závislosti na velikosti zorničky tak, aby poskytovaly ostré vidění za jakýchkoliv světelných podmínek. Pro střední vzdálenost slouží asférický přechod mezi zónami. Difrakční design se velikosti zorničky nepřizpůsobuje. Difrakční složku tvoří schodkovitá struktura, která je umístěna na zadní ploše čočky. Přední plocha navozuje negativní sférickou aberaci, čímž eliminuje vliv pozitivní sférické aberace rohovky. Další možností je kombinace refrakčního a difrakčního designu kdy uprostřed je design difrakční a na periferii refrakční se zaměřením na dálku. Zonální druh čočky má asférický tvar a ve spodní části zabudovaný přídavek do blízka. Je nezávislý na velikosti zorničky. Aby se zabránilo difrakci, odráží se paprsky na přechodové zóně. [14, 23, 24]

Multifokální čočky fungují tak, že se vytvoří dvě ohniska a člověk má tím pádem jeden ostrý obraz a druhý obraz rozmazaný, který se mozek musí naučit potlačit. Tomuto procesu se říká neuroadaptace a pro její rychlý průběh se doporučuje operovat obě oči rychle po sobě. Tvorba dvou obrazů snižuje kontrastní citlivost až o 50 %. Kvalitu vidění ovlivňují focké fenomény (halo a glare) kolem svítících objektů či při zhoršené viditelnosti. Ty jsou

tím menší, čím je menší zornička. Dále na ně má vliv poměr světla určeného dílem na dálku a na blízko. Pokud jsou poměry stejné či podobné, je zde větší halo efektů. Čím větší adice tím větší halo. Implantace multifokálních čoček vyžaduje kompromis ve kvalitě vidění. Doporučuje se tedy čočky aplikovat při operaci katarakty, kdy bude klient spokojen, protože se mu výrazně zlepši visus. [14, 23, 24]

Akomodační čočky dělíme na čočky s jednoduchou optikou a duální optikou. Pro jejich správné fungování je důležitý stah ciliárního svalu při akomodaci, kdy dochází k uvolnění pouzdra čočky. Akomodační čočky nesnižují kontrastní citlivost a netvoří halo efekty jako čočky multifokální, nedokážou ale poskytnout stejnou kvalitu obrazu z blízka. Klienti s velkou zornicí (nad 5 mm) si mohou stěžovat na difrakci na plochem okraji čočky. [14, 24]

Čočky s jednoduchou optikou (obrázek 11) jsou v pouzdře zachyceny pomocí dvou druhů haptik – oválné a kulaté. Dále je zde pant, který během akomodace umožňuje pohyb optické části čočky dopředu. Tento posun může zvýšit efektivní sílu čočky až o 1,5 D, což umožňuje ostré vidění na dálku a střední vzdálenost. Na blízko mohou být potřeba čtecí brýle. [24]



Obrázek 11: Akomodační čočka s jednoduchou optikou [24]

Čočky s duální optikou (obrázek 12) se skládají ze dvou optik. Fungují na princip galileova optického systému, kdy přední má hodnotu + 32 D a druhá je v minusových dioptriích dle biometrie klienta. Změnou vzdálenosti mezi nimi lze dosáhnout akomodace 2,5 D. Po implantaci jsou optiky pouzdrem čočky tlačeny k sobě. Při akomodaci se pouzdro uvolní a přední optika se posune dopředu. V přední optice jsou kanály pro vodu, aby zajistily napětí předního pouzdra a zamezily přilnutí nitrooční čočky k pouzdru. Zadní křídla pomáhají ke správnému usazení čočky a její centraci. Separátory zabraňují kontaktu a přilnutí obou optik k sobě. Mobilní haptiky mají na starost správný stupeň separace optických částí. [24]



Obrázek 12: Akomodační čočka s duální optikou [24]

8.2 Laserové zákroky

Lze rozlišit dvě techniky presbyopickou excimerovou laserovou ablaci (Supracor) a presbyopickou femtosekundovou laserovou ablaci (Intracor). Supracor nabízí dvě možnosti řešení: centrální PresbyLASIK a periferní PresbyLASIK. Centrální PresbyLASIK má centrální vidění na blízko a periferní na dálku. Dochází při tom ke snížení kontrastní citlivosti a halo efektům. Periferní PresbyLASIK má v centru dálku a v periférii blízko. Je zde nutná neuroadaptace. Intracor spočívá v aplikování pulsů do soustředného prstence ve stromatu rohovky. V této metodě nedochází k narušení jiných vrstev rohovky, než je stroma, takže zákrok není bolestivý a nehrozí vznik zánětu. Mezi nevýhody patří pokles mezopické kontrastní citlivosti a zvýšení citlivosti na oslnění. [14]

8.3 Intrakorneální čočky

Tato metoda spočívá ve vložení biokompatibilního implantátu do rohovkového stromatu. Femtosekundové lasery pomáhají ke snadnějšímu a přesnějšímu vytváření stromálních kapes, odhadu hloubky implantace a přesnosti centrace. V současnosti existují tři druhy těchto čoček. [14]

Kamra je čočka implantovaná monokulárně na nedominantní oko. Zlepšení blízké a střední zrakové ostrosti bez zásahu do daleké vzdálenosti nastává pomocí clony. Tato technika lze doplnit metodou LASIK. [14]

Raindrop je čočka, která se vloží v centru do stromatu. To má za následek, že bude rohovka více strmá. Centrální část tedy slouží pro vidění na blízko a v periferii je vidění na dálku. Tuto techniku lze aplikovat monokulárně i binokulárně. [14]

Flexivue Microlens mají uprostřed otvor, který zajišťuje adekvátní výživový tok v rohovce a optickou neutralitu pro vidění na dálku. Periferie zajišťuje blízkou vzdálenost. [14]

8.4 Konduktivní keratoplastika

Mezi zákroky na rohovce patří konduktivní keratoplastika (CK). Dá se použít u nižších stupňů hypermetropie. Pomocí radiofrekvenčních vln v periferii stromatu rohovky se zahřívá kolagen, což vede ke stažení fibril a rohovka se následně centrálně vyklene. Používá se jako CK-Monovision na nedominantní oko. Tato metoda není moc používaná kvůli časté regresi vady. [13, 14, 22]

8.5 Sklerální chirurgie

Jedním ze sklerálních zákroků je Surgical Reversal of Presbyopia (SRP). R. A. Schachar předpokládá, že při stažení ciliárního svalu dochází k napnutí zonulárních vláken čočky, které vede k oploštění periferních částí čočky. Doporučuje tedy vložit do sklerálních tunelů pod přímé svaly nad řasnaté tělísko sklerální expanzní implantáty z polymethylmethakrylátu. Docílí se tím oddálení řasnatého tělíska od ekvátoru čočky, což má znovu umožnit akomodaci. Výsledky tohoto zákroku jsou kontroverzní. [7, 22]

Další možností je přední ciliární sklerotomie (ACS). Tato technika spočívá v provedení 3 mm dlouhých radiálních nářezů mezi přímými svaly ve vzdálenosti 0,5 mm od limbu až do 95% hloubky sklery. Jde o napnutí periferní části řasnatého tělíska a změnu tvaru čočky, což má zvýšit akomodační sílu čočky. Nevýhodou je uzavírání těchto nářezů a vznik jizvy s následnou kontrakcí. Proto vznikla modifikace Fukasaku při které se do nářezů vkládají silikonové expanzní proužky. Tím se zabrání jizvení, uzavěru nářezů a regresi vady. [14, 22]

9 Experimentální část

Vzhledem k tomu, že presbyopie potká každého z nás a existuje mnoho možností, jak ji řešit, rozhodla jsem se experimentální část věnovat zhodnocení, jaký je nejčastější způsob korekce a jak jsou klienti se svou korekcí spokojeni. Ohledně výběru pomůcky byly stanoveny následující hypotézy:

H₀₁: Presbyopové s adicí od 1,5 D budou nejčastěji volit progresivní brýle.

H₀₂: Presbyopové s myopií si radši při práci na blízko sundají brýle.

K nim patří alternativní hypotézy:

H₁₁: Presbyopové s adicí od 1,5 D budou volit jinou metodu než progresivní brýle.

H₁₂: Presbyopové s myopií budou používat presbyopickou korekci.

9.1 Postup vyšetření

Průzkum se skládal z několika částí. Nejprve byli všichni respondenti seznámeni s touto prací a v rámci GDPR vyjádřili svůj souhlas se zpracováním naměřených výsledků podpisem informovaného souhlasu z přílohy A.

Následovalo samotné měření z přílohy B. Kromě obecné anamnézy (osobní i rodinné), pracovních podmínek a užívaných léků jsem se zaměřila i na presbyopickou anamnézu, kdy jsem se cíleně ptala na symptomy presbyopie jako jsou problémy při čtení, únava, bolest hlavy, bolest očí či diplopie. Zajímalo mě také, zda a případně jakou měli klienti předchozí zkušenost s presbyopickou korekcí.

Poté jsem pomocí autorefraktometru zjistila objektivní refrakci. Nasadila jsem zkušební obrubu, zjistila visus naturalis (monokulárně i binokulárně) a pokračovala monokulárně subjektivní refrakcí. Nejdříve jsem začala na dálku nejlepší sférou, zjištěním přítomnosti, osy a velikosti astigmatismu. Po odkrytí clony jsem se zajímala o komfort vidění a zjistila akomodační vyváženost a binokulární stav klienta.

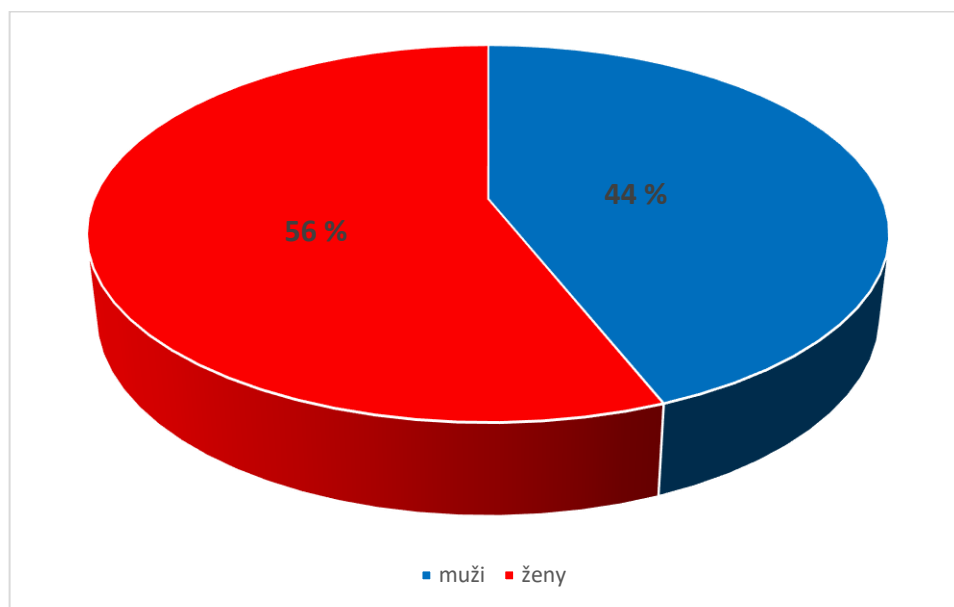
Po korekci dálky jsem začala řešit blízko. Dala jsem klientovi do rukou čtecí tabulku a vyzvala ho, aby si určil pro něj pohodlnou čtecí vzdálenost, ve které by chtěl číst. Na tuto vzdálenost jsem vykorigovala potřebnou adici a vyzvala dotyčného, aby si sám zkusil přiblížit

a oddálit text, aby si vyzkoušel, jak uvidí na různé vzdálenosti a zjistil, zda mu to takto vyhovuje.

Výsledky měření jsem sdělila klientovi a podle přání, potřeb a zvyků klienta jsme vybrali způsob korekce. U myopů jsem se navíc ptala, zda jsou zvyklí při práci na blízko svou korekci sundávat, nebo si ji nechávají po celý den. Na závěr se objednala konkrétní korekce a při výdeji každý dostal dotazník ohledně spokojenosti s touto pomůckou z přílohy C.

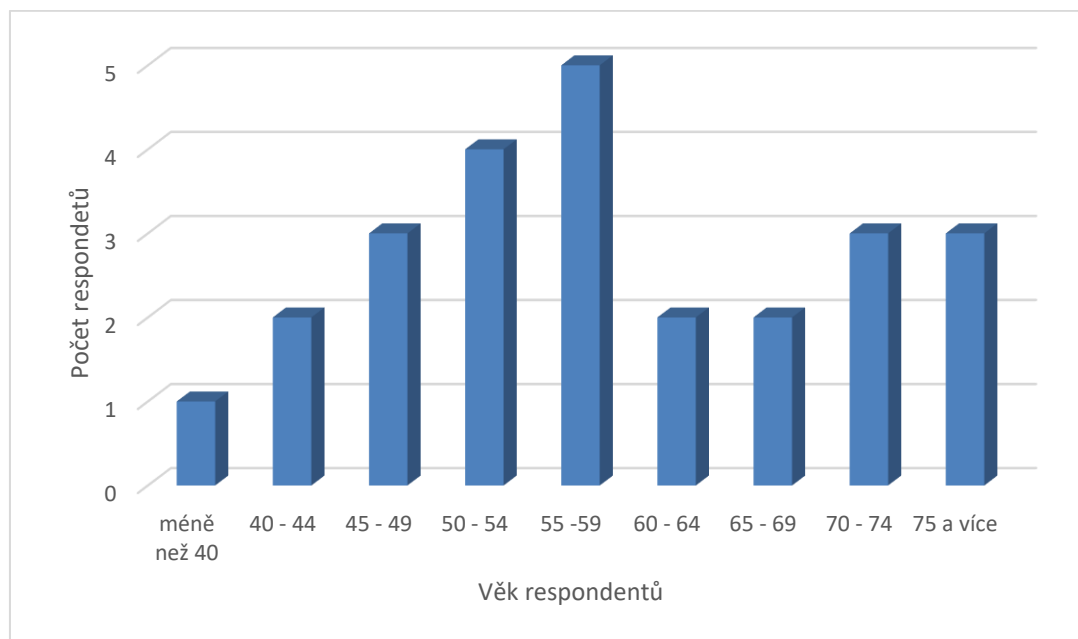
10 Výsledky průzkumu

Průzkumu probíhal na začátku roku 2021 v optice pod vedením oftalmologa v okresním městě. Zúčastnilo se ho 25 lidí v poměru (graf 2) 11 mužů (44 %) a 14 žen (56 %).



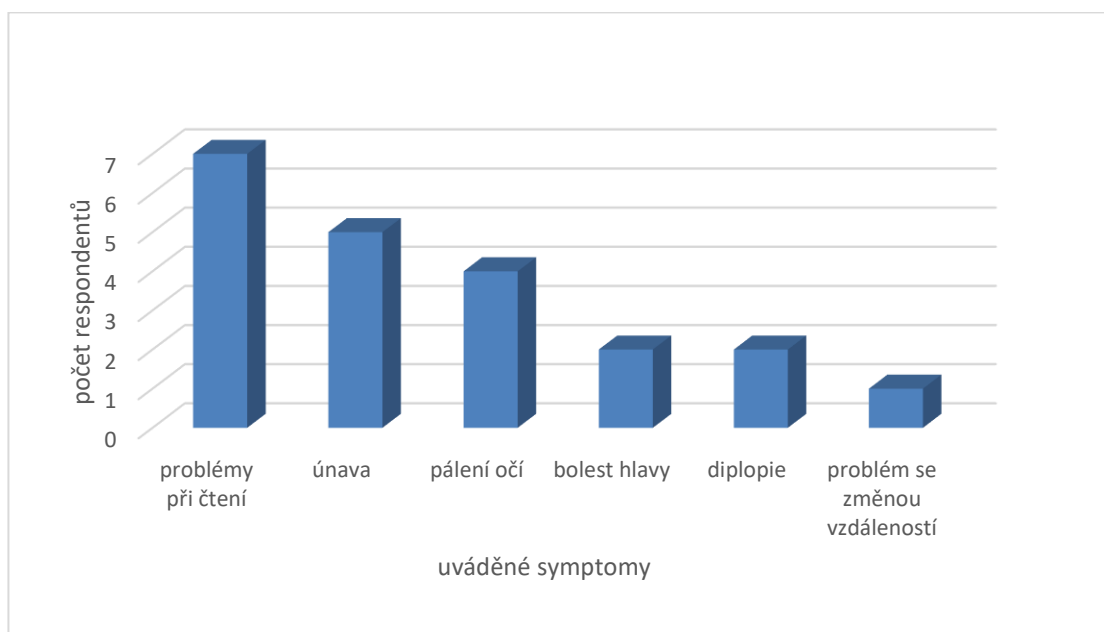
Graf 2: Poměr mužů a žen ve skupině respondentů

Všichni byli v presbyopickém věku (graf 3). Největší skupinu tvořilo pět lidí ve věku 55–59 let. Druhá nejpočetnější skupina byla ze čtyř lidí ve věku 50–54 let. Po třech lidech bylo ve skupinách 45–49 let, 70–74 let a 75 a více let. Ve skupinách 40–44 let, 60–64 let a 65–69 let bylo po dvou lidech. Jeden člověk byl mladší 40 let. Průměrný věk činí 58,9 let. Nejmladšímu klientovi bylo 37 let, nejstaršímu 86 let.

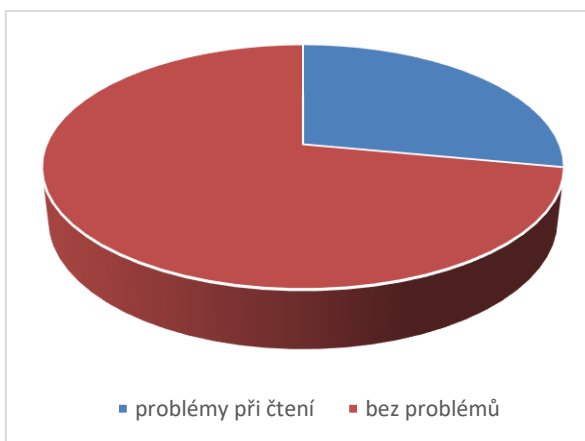
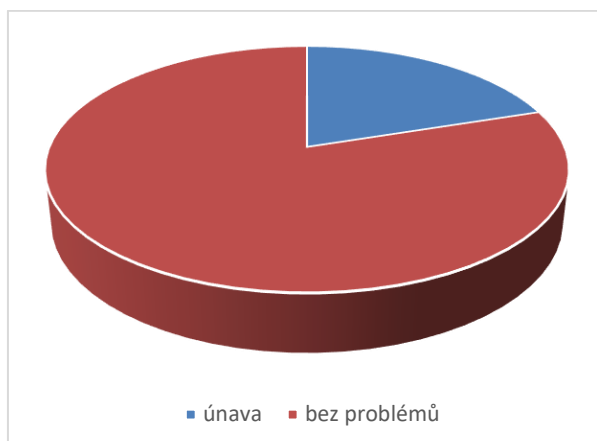
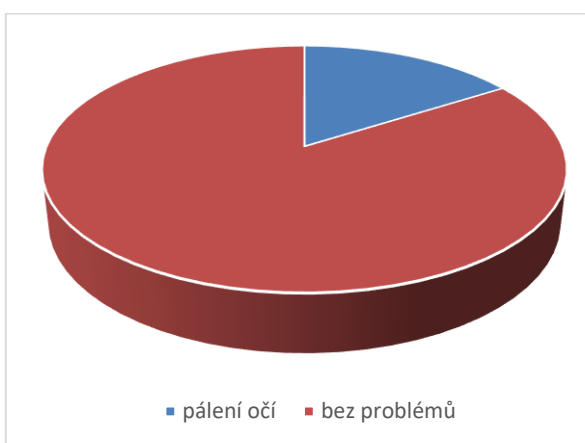
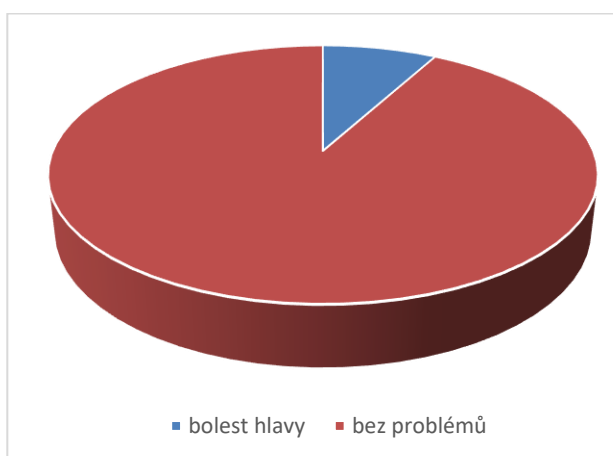
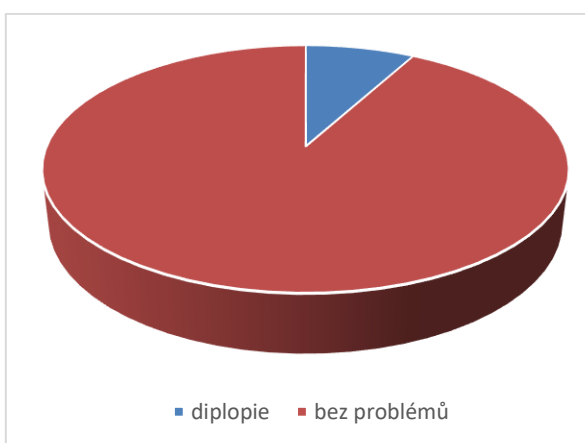


Graf 3: Rozložení věku respondentů

U každého z respondentů byla nejprve zjišťována anamnéza (oční i celková) se zaměřením na presbyopické problémy. Mezi nejčastější symptomy presbyopie v grafu 4 uvádí 7 respondentů problémy se čtením (28 %, graf 5), 5 lidí únavu (20 %, graf 6), 4 klienti pálení očí (16 %, graf 7), 2 lidé bolest hlavy (8 %, graf 8), 2 respondenti diplopii (8 %, graf 9) a 1 klient problém při změně vzdáleností blízko – dálka (4 %, graf 10).

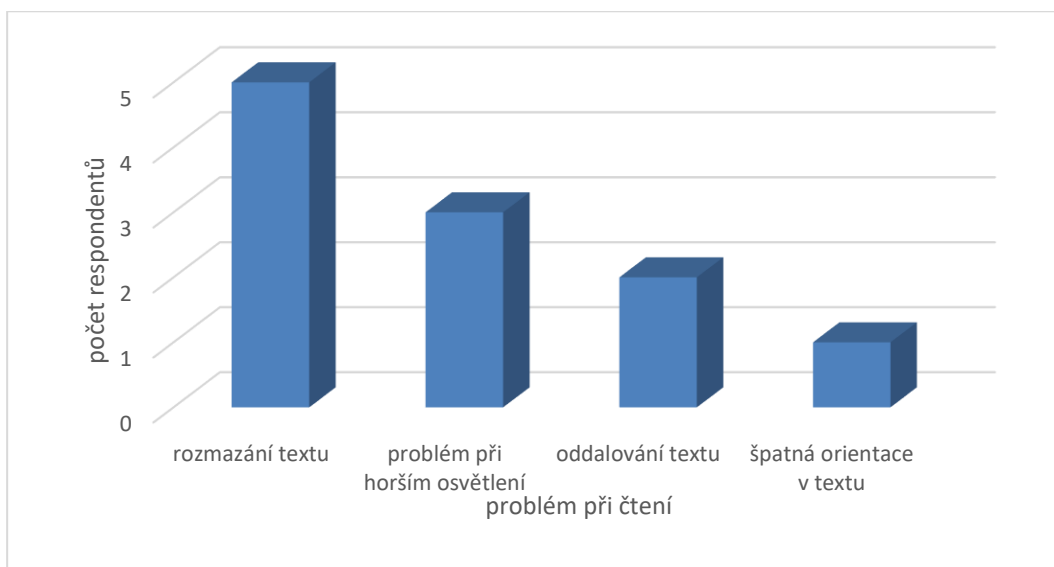


Graf 4: Uváděné symptomy

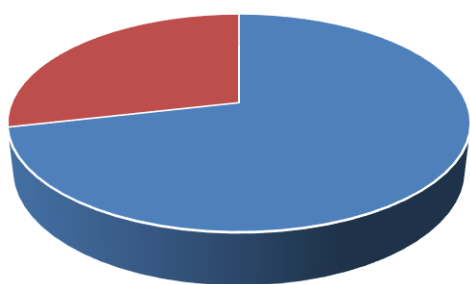
**Graf 5:** Problémy při čtení**Graf 6:** Únava**Graf 7:** Pálení očí**Graf 8:** Bolest hlavy**Graf 9:** Diplopie**Graf 10:** Problém se změnou vzdáleností

U sedmi respondentů s problémy při čtení jsem se dále doptávala, jaké konkrétní věci jim dělají obtíže. Tyto výsledky jsou zobrazeny v grafu 11. 5 lidí (71 %) udali rozmazání textu (graf 12), 3 klienti (43 %) měli problém při zhoršeném osvětlení (graf 13), 2 respondenti

(29 %) si museli oddalovat text (graf 14) a 1 člověk (14 %) si stěžoval na špatnou orientaci v textu (graf 15).

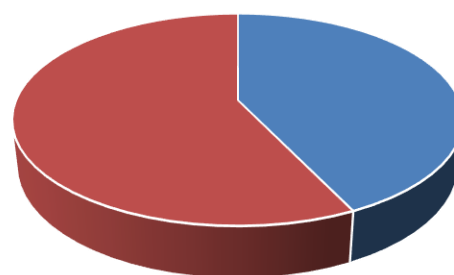


Graf 11: Konkrétní problémy při čtení



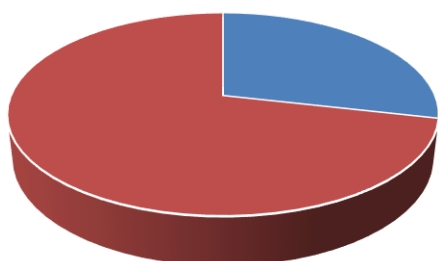
■ rozmazání textu ■ bez problému

Graf 12: Rozmazání textu



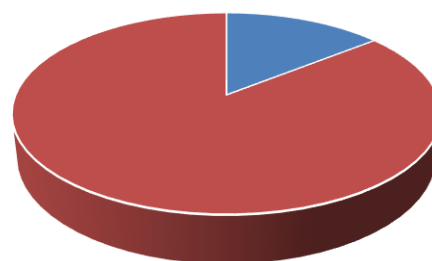
■ problém při horším osvětlení ■ bez problému

Graf 13: Problém při horším osvětlení



■ oddalování textu ■ bez problému

Graf 14: Oddalování textu

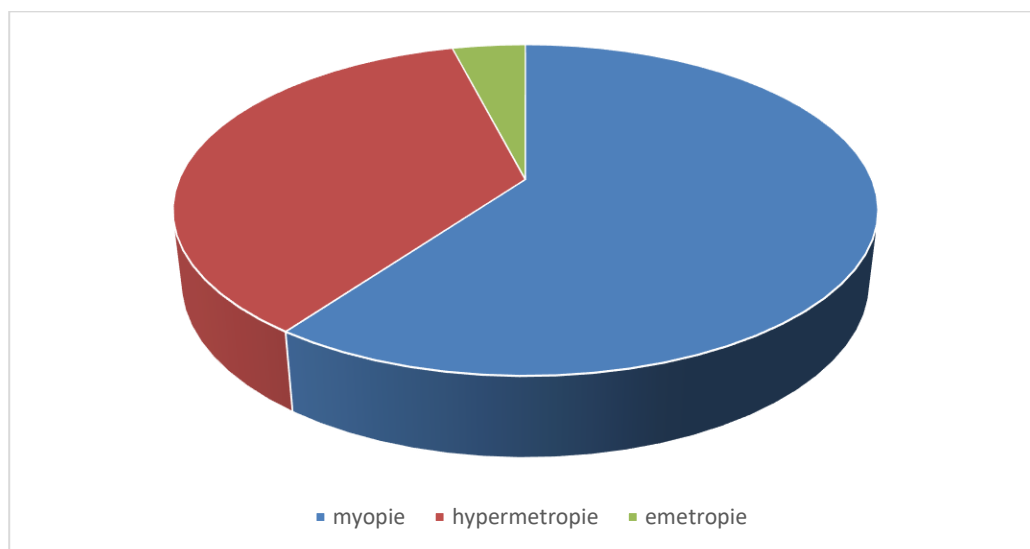


■ špatná orientace v textu ■ bez problému

Graf 15: Špatná orientace v textu

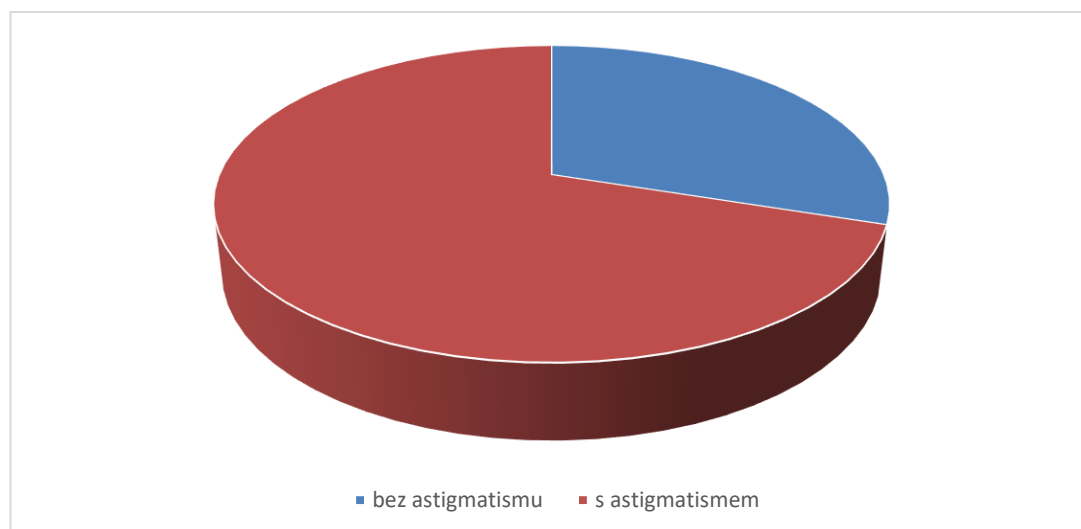
Z 25 respondentů mělo 21 lidí již předchozí zkušenost s presbyopickou korekcí, ale pouze 3 z nich měli zkušenost s jinou variantou, než je jejich aktuální korekce. Jedná se o tři nositele progresivních brýlí, kterým vadilo střídání brýlí na blízko a na dálku.

Ze subjektivní refrakce vyšlo, že z 50 naměřených očí jich bylo 30 myopických (60 %), 18 hypermetropických (36 %) a 2 emetropické 4 % (graf 16). Průměrná hodnota myopie činila -1,96 D s nejčastějším zastoupením -1 D a - 3 D. Nejvíce hypermetropů mělo +1,75 D a průměrná hodnota byla +1,36 D.



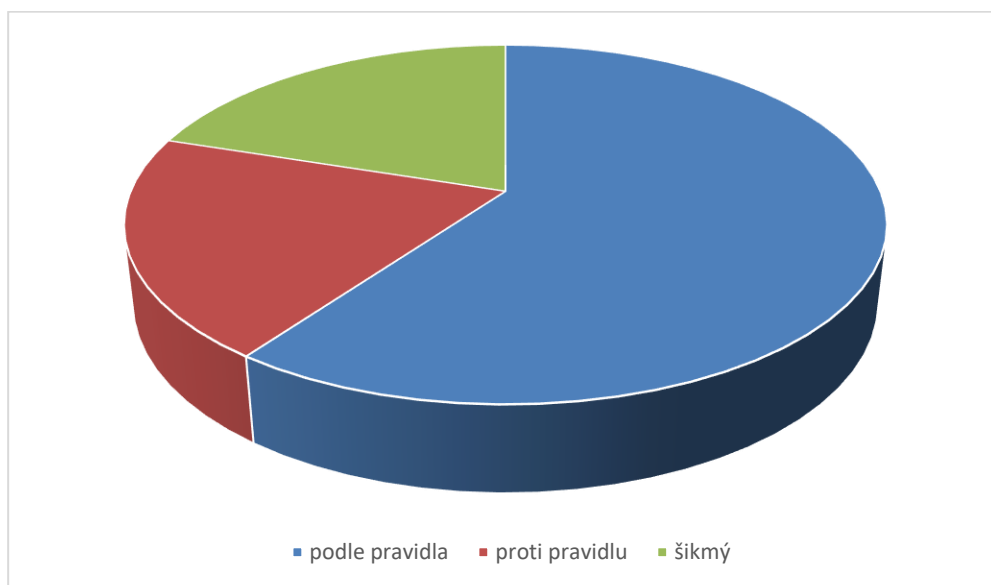
Graf 16: Rozložení refrakčních vad

Dále pak bylo 35 očí s astigmatismem 70 % a 15 bez astigmatismu 30 % (graf 17)



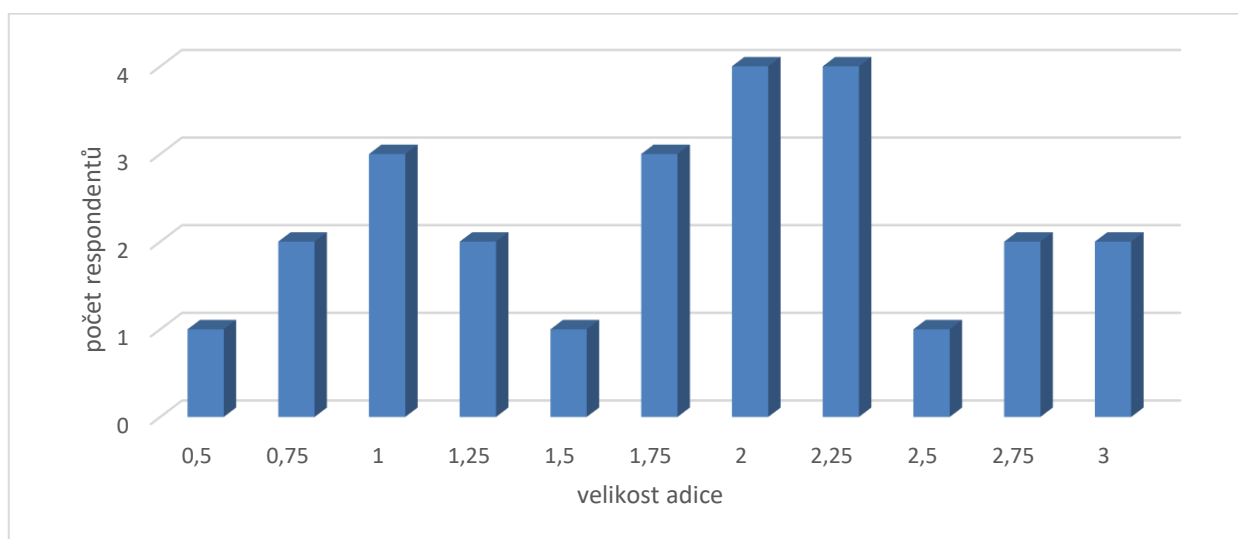
Graf 17: Zastoupení astigmatismu

Nejčastěji byl zastoupení astigmatismus podle pravidla s hlavním řezem v ose $0 \pm 22,5^\circ$ (21 očí, 60 %), poté po 7 očích (20 %) astigmatismus proti pravidlu s hlavním řezem v ose $90 \pm 22,5^\circ$ a šikmý astigmatismus s hlavním řezem v osách $45 \pm 22,5^\circ$ nebo $135 \pm 22,5^\circ$ (graf 18). Průměrná velikost astigmatismu byla - 0,69 D a nejčastěji zastoupená hodnota - 0,5 D.



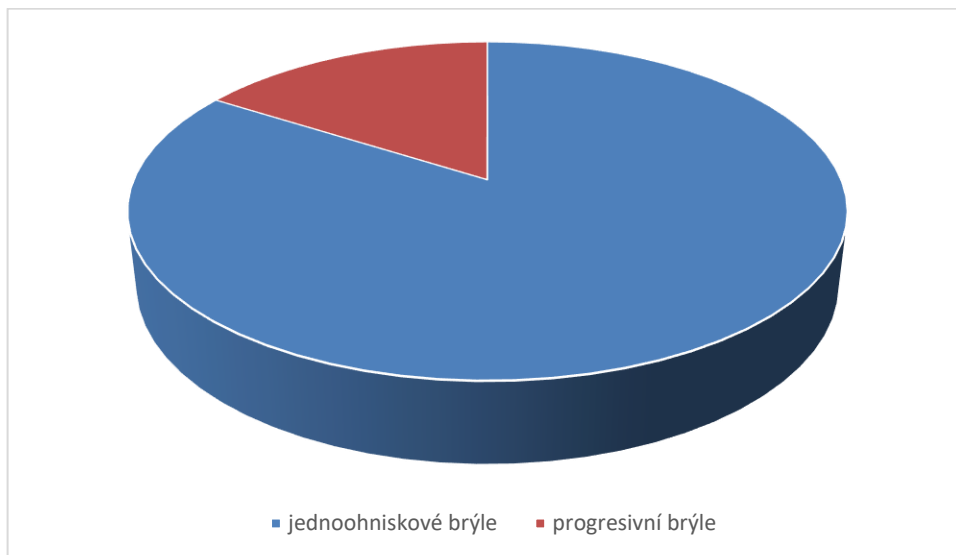
Graf 18: Druhy astigmatismu

Graf 19 ukazuje předepsané velikosti adice. Adice +2,0 D a +2,25 D byly naměřeny u 4 lidí. U tří klientů byly adice +1,0 D a +1,75 D. Adice +0,75 D, +1,25 D, +2,75 D a +3,0 D byly zjištěny u dvou respondentů. Po jednom člověku jsou zastoupeny adice +0,5 D, +1,5 D a +2,5 D.



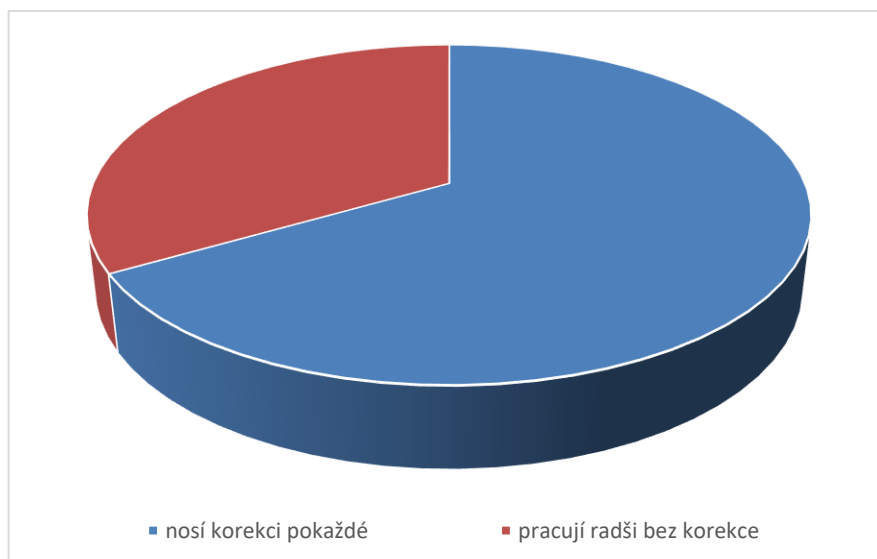
Graf 19: Rozložení adice

Po seznámení klientů s naměřenými výsledky proběhl výběr korekční pomůcky. Někteří respondenti byli překvapení, že lze použít i kontaktní čočky, ale nikdo této možnosti nechtěl využít. Nakonec si 21 lidí (84 %) zvolilo jednoohniskové brýle na blízko a 4 klienti (16 %) progresivní brýle na všechny vzdálenosti (graf 20).



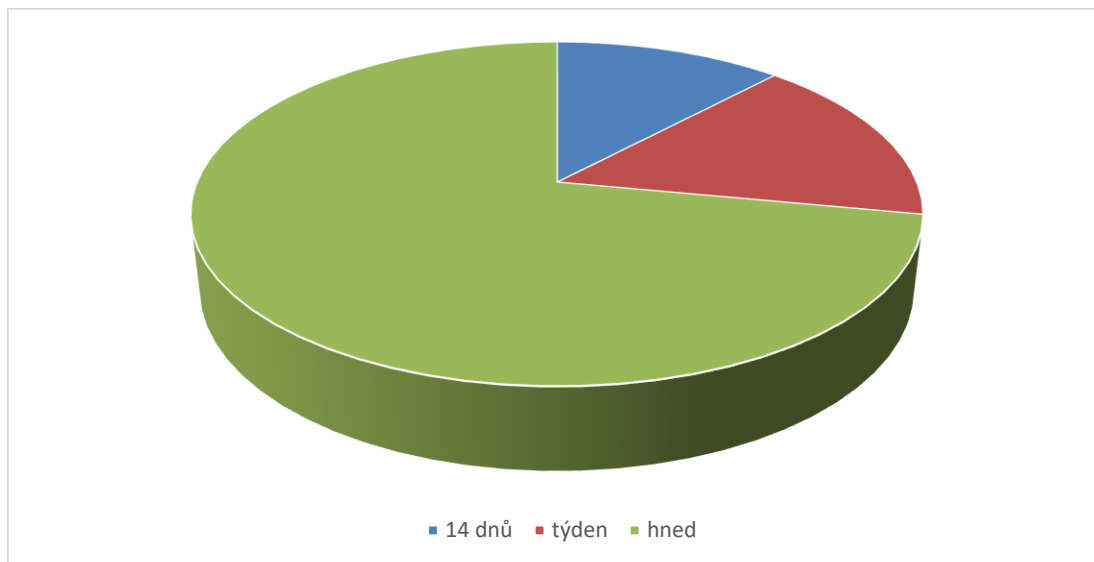
Graf 20: Zvolená korekční pomůcka

U myopů jsem se ještě navíc vyptávala, na jaký režim nošení jsou zvyklí. Zda si při práci na blízko obvykle nechávají korekci na dálku (případně používají presbyopickou korekci), nebo radši brýle sundají. Z 15 myopů 10 lidí (67 %) nosí korekci pokaždé a 5 lidí (33 %) jen občas (graf 21).



Graf 21: Využití korekce u myopů

Abych zjistila, jak jsou klienti s brýlemi spokojeni, dostali dotazník, aby ho vyplnili, až si na korekci zvyknou. První věc, kterou jsem v dotazníku zjišťovala, byla, jak dlouho trvala adaptace. 72 %, 18 lidí si na brýle zvyklo hned. 4 lidé (16 %) si zvykali týden a 3 respondenti (12 %) udávali dva týdny. (graf 22)



Graf 22: Délka adaptace

Stěžejní otázka ovšem byla, zda zmizely presbyopické problémy udávané v anamnéze. V případě, že by obtíže přetrvávaly, značilo by to pravděpodobně některý z následujících problémů: špatná komunikace s klientem (vykorigování na jinou vzdálenost, než klient používá), chyba v refrakci, nejde o symptomy z presbyopie, ale z jiného problému. Musela by se provést kontrola refrakce a případně klienta nasměrovat k lékaři. Toto nebylo nutné řešit, protože všem respondentům obtíže zmizely.

Aby mohli lidé lépe posoudit, jak jsou s korekcí spokojeni, sestavila jsem seznam otázek s nejčastějšími problémy, které mohou znepříjemňovat vidění. U všech byla možnost zaškrtnout, jak moc tyto věci respondenty obtěžují (často, docela často, občas, velmi zřídka, nikdy)

První otázka se týkala vidění na střední vzdálenost. Jeden klient vidí špatně na střední vzdálenost občas, jeden velmi zřídka. Zbylých 23 respondentů nemají s viděním na střední vzdálenost problém.

Poté dva lidé mají velmi zřídka problém s nutností změny korekce při změně pracovní vzdálenosti.

U zbylých otázek se žádné obtíže neobjevily, což svědčí o spokojenosti s korekcí. Kdyby se nějaké problémy objevily, bylo by nutné zkontrolovat refrakci a případně doporučit jiný typ korekční pomůcky.

11 Zhodnocení výsledků

Bohužel měření probíhalo v období pandemie covid-19, což se mimo jiné projevilo i na nižším počtu respondentů, protože lidé kvůli bezpečnostním opatření často návštěvu optik odkládají. Kromě toho také ne všichni lidé přinesli zpět vyplněný dotazník, takže jsem je nemohla do průzkumu zahrnout. Přesto mě potěšilo, že i v této těžké době se našli respondenti, kteří velmi hezky spolupracovali jak při měření, tak vyplněním dotazníku. Vzhledem k vyššímu věku respondentů jsem se občas musela přizpůsobit tomu, že už hůř slyší a je tedy potřeba mluvit nahlas a pomaleji.

Během anamnézy se jako nejčastější symptom ukázal problém při čtení. Vzhledem k tomu, že čtení je nejběžnější činnost každodenního života, bez které se neobejdeme, není tento výsledek vůbec překvapující. Další obtíže jako únava, pálení očí a bolest hlavy se přidávají hned poté.

Co se týče výsledků subjektivní refrakce na dálku, ani zde není nic zarážejícího. Myopie je nejčastější oční vadou po celém světě, takže se dalo předpokládat, že bude nejvíce zastoupena i v tomto vzorku lidí. Naopak s emetropií se setkáme nejméně. Astigmatismus také není neobvyklá vada. Na blízko se připočítala věku odpovídající adice.

Při výběru korekční pomůcky jednoznačně vyhrály jednoohniskové brýle. Tímto se vyvrátila hypotéza H_{01} : Presbyopové s adicí od 1,5 D budou nejčastěji volit progresivní brýle. Ze 17 lidí s odpovídající adicí 3 zvolili progresivní brýle. Tímto se potvrdila alternativní hypotéza H_{11} .

Tuto hypotézu jsem vybírala z hlediska pohodlnosti řešení – nemusí se střídat brýle, může se libovolně měnit pracovní vzdálenost a v koridoru se vždy najde potřebná adice. Důvodem vyvrácení hypotézy může být cena brýlí, protože jednoohniskové brýle jsou mnohem levnější než progresivní. Velikost adice stoupá s věkem a tito starší presbyopové kolikrát čtení omezí, anebo přestanou číst úplně, takže blízko potřebují méně často. Roli v tom také mohou hrát nižší nároky na zrak či výskyt katarakty.

Když jsem klientům nabízela kontaktní čočky, většinou je okamžitě zamítli. Toto mohlo být zapříčiněno současnou pandemickou situací, kdy obecně poklesl zájem o čočky. Především ale vidím důvod v obtížnosti aplikace u starších lidí, kdy nejen, že hůř vidí, ale mohou se jim i klepat ruce. Také někteří lidé čočkám nedůvěřují, protože jsou pro ně neznámé a jednodušší a rychlejší je pro ně nasadit brýle.

U myopů byla stanovena hypotéza H_{02} : Presbyopové s myopií si radši při práci na blízko sundají brýle. Tato hypotéza se také nepotvrdila. Vycházela z toho, že myopové vidí dobře do blízka, takže pro zlepšení zraku stačí sundat korekci na dálku. Z 15 myopů tohoto ovšem využívá jen 5, což potvrzuje alternativní hypotézu H_{12} .

Dotazník ohledně spokojenosti s korekcí jsem vytvářela tak, aby byl co nejvíce srozumitelný a aby byl použitelný pro korekci jakoukoliv možnou pomůckou. Přestože vím, že bifokální brýle, monovision či multifokální kontaktní čočky nejsou často využívané metody řešení presbyopie, musela jsem počítat i s touto možností.

Toto je jedna z příčin, proč dotazník obsahoval tolik otázek, na které respondenti odpovídali, že s udanými obtížemi nemají problém.

Hlavní příčinou ovšem je, že díky korekci zmizely obtíže při práci na blízko a samotní presbyopové často ani sami nevědí, jaké všechny možnosti korekce existují. Jsou prostě rádi za úlevu, kterou pocítí, tak ani žádné další varianty nehledají.

12 Závěr

V bakalářské práci je stručně popsána anatomie oka a proces akomodace s akomodační šíří, jejíž výše věkem klesá. To zapříčiňuje presbyopii, na kterou je tato práce zaměřena. Mezi hlavní symptomy presbyopie patří problémy při čtení, bolesti hlavy, očí či únava. Řešením je předepsání přídatku do blízka – adice.

Jeden ze způsobů řešení je metoda monovision, která spočívá ve vykorigování senzoricky dominantního oka na dálku a nedominantního oka na blízko. Klient při tom přichází o stereopsi.

Další možností korekce jsou brýlové čočky. Jednoohniskové brýle „na blízko“ korigují jen na jednu vzdálenost a je tedy nutné střídat korekci na dálku a na blízko. Bifokální či trifokální brýle mají segmenty určené na blízko a na dálku, dochází u nich, ale ke skoku obrazu. Progresivní čočky poskytují ostré vidění na všechny vzdálenosti, v okrajových částech dochází ale ke zkreslení obrazu. Office brýle jsou modifikací progresivních, ale korigují jen na střední a blízkou vzdálenost.

Kontaktní čočky pro korekci presbyopie dělíme na čočky s alternujícím a simultánním viděním. Pro simultánní vidění slouží čočky refrakční a difrakční. Refrakční čočky rozlišujeme na s centrem na blízko a centrem na dálku nebo na asférické a zonální. U alternujícího vidění může být problém s pohyblivostí čočky na oku a interakcí s dolním víčkem. Při simultánním vidění vzniká více ohnisek, což znamená problém s parazitním obrazem.

Mezi chirurgické řešení patří především aplikace nitroočních čoček. Tyto čočky mohou být multifokální (refrakční a difrakční) nebo akomodační (s jednoduchou nebo duální optikou). Většinou se aplikace těchto čoček provádí při operaci katarakty.

Experimentální část byla zaměřena na výběr korekčních pomůcek a spokojenost klientů s jejich nošením. Z výsledků vyplynulo, že nejčastějším symptomem presbyopie je problém při čtení následováno únavou, pálením očí a bolestí hlavy s diplopií. Největší obtíže při čtení činilo rozmazání textu a horší osvětlení.

Vyvrátila se hypotéza H_{01} ohledně výběru progresivních brýlí při adici od 1,5 D, protože ze 17 lidí s odpovídající adicí pouze 3 zvolili progresivní brýle. Zbytek upřednostnil levnější jednoohniskové brýle.

Druhá hypotéza ohledně myopů byla také vyvrácena tím, že z 15 myopů pouze 5 přiznalo, že si na práci na blízko raději pouze sundají korekci na dálku.

Z dotazníku vyplynulo, že jsou klienti se svou korekcí spokojeni. Pouze dva klienti mívají zřídka problém se střední vzdáleností a dvěma lidem velmi zřídka vadí nutnost výměny jednoohniskových brýlí na dálku a na blízko při změně pracovní vzdálenosti.

Seznam použité literatury

- [1] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ, Nauka o zraku, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, ISBN 80-7013-362-7
- [2] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínium, 2006, ISBN 80-7262-404-0
- [3] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [4] KUCHYŇKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8
- [5] VAJNER, Luděk, Jiří UHLÍK, Tomáš NOVOTNÝ a Václava KONRÁDOVÁ. *Lékařská histologie II.: mikroskopická anatomie*. Praha: Karolinum, 2012, s. 154-163. ISBN 978-80-246-2165-4.
- [6] DAVE, Trusit a Martin FALHAR. Jak pochopit multifokální kontaktní čočky a naučit se s nimi pracovat. *Česká oční optika*. 2016, 2016(03), 66-72. ISSN 1211-233X.
- [7] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-701-3402-X.
- [8] BAŠRECKÝ, R.: Praktická brýlová optika. RH Optik, Praha 1997
- [9] VEYS, Jane, John MEYLER a Ian DAVIES. *Essential Contact Lens Practice*. The Vision Care Institute of Johnson & Johnson Medical, 2009.
- [10] PRAKTICKÁ REFRAKCE. In: Listy očních optiků, Essilor International, 2007
- [11] BOYD, Kierstan. What Is Monovision (or Blended Vision)? American academy of ophthalmology [online]. May. 07, 2018 Dostupné z: <https://www.aaopt.org/eye-health/treatments/what-is-monovision-blended-vision>
- [12] CENDELÍN, Jiří. Korekce presbyopie kontaktními čočkami [přednáška]. Kladno: ČVUT FBMI, 5.11.2020.
- [13] Život začíná s presbyopií. *Česká oční optika*. 2010, 2010(01), 82-88. ISSN 1211-233X.
- [14] PAPADOPOULOS PA, Papadopoulos AP. Current management of presbyopia. Middle East Afr J Ophthalmol [serial online] 2014 [cited 2020 Nov 29];21:10-7. Available from: <http://www.meajo.org/text.asp?2014/21/1/10/124080>
- [15] ANTON, Milan. Monovision metoda korekce presbyopie. *Česká oční optika*. 2008, 2008(03), 22-23. ISSN 1211-233X.
- [16] ZIRMOVÁ, Kateřina. Stranová preference a oční dominance. *Česká oční optika*. 2014, 2014(01), 44-48. ISSN 1211-233X

- [17] Kancelářské brýlové čočky. *Dioptra optik* [online]. [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.dioptraoptik.cz/kancelarske-brylove-cocky/>
- [18] PROGRESIVNÍ ČOČKY. In: Listy očních optiků, Essilor International, 2006
- [19] RUTRLE, Miloš. *Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 80-701-3347-3.
- [20] Degresivní čočky. *Omega-optix* [online]. [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.omega-optix.cz/brylove-cocky/degresivni>
- [21] DOBŘENSKÝ, Tomáš. Dioptrický účinek multifokálních kontaktních čoček. *Česká oční optika*. 2019, **2019**(03), 66. ISSN 1211-233X.
- [22] HORÁČKOVÁ, M.: a Vlková, E. Chirurgická korekce refrakčních vad. *Časopis Sanquis*, 2004, číslo 31.
- [23] OČADLÍKOVÁ, Petra. Multifokální nitrooční čočky. *Česká oční optika*. 2018, **2018**(01), 14-16. ISSN 1211-233X.
- [24] BURATTO, Lucio, Stephen BRINT a Domenico BOCCUZZI. *Cataract Surgery and Intraocular Lenses*. Thorofare, New Jersey: SLACK Incorporated, 2014, s. 53-78. ISBN 978-1-61711-604-9.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Anatomie oka [2]	2
Obrázek 2: Proces akomodace [7]	6
Obrázek 3: Rozdíly ve vidění u různých možností korekce [17]	13
Obrázek 4: Korekce jednoohniskovou čočkou +2,0 D [18]	14
Obrázek 5: Korekce bifokální čočkou s adicí +2,0 D [18]	15
Obrázek 6: Korekce progresivní čočkou s adicí +2,0 D [18]	16
Obrázek 7: Pohled přes alternující čočku [13]	19
Obrázek 8: Multi-koncentrická čočka s centrem do dálky [9]	20
Obrázek 9: Asférické čočky [9]	21
Obrázek 10: Difrakční design [9]	22
Obrázek 11: Akomodační čočka s jednoduchou optikou [24]	24
Obrázek 12: Akomodační čočka s duální optikou [24]	25

Seznam grafů

Graf 1: Graf závislosti akomodační šíře na věku [8]	7
Graf 2: Poměr mužů a žen ve skupině respondentů	29
Graf 3: Rozložení věku respondentů	30
Graf 4: Uváděné symptomy	30
Graf 5: Problémy při čtení	31
Graf 6: Únava	31
Graf 7: Pálení očí	31
Graf 8: Bolest hlavy	31
Graf 9: Diplopie	31
Graf 10: Problém se změnou vzdáleností	31
Graf 11: Konkrétní problémy při čtení	32
Graf 12: Rozmazání textu	32
Graf 13: Problém při horším osvětlení	32
Graf 14: Oddalování textu	32
Graf 15: Špatná orientace v textu	32
Graf 16: Rozložení refrakčních vad	33
Graf 17: Zastoupení astigmatismu	33
Graf 18: Druhy astigmatismu	34
Graf 19: Rozložení adice	34
Graf 20: Zvolená korekční pomůcka	35
Graf 21: Využití korekce u myopů	35
Graf 22: Délka adaptace	36

Příloha A: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

V rámci nařízení č. 2016/679 o ochraně osobních údajů fyzických osob „GDPR“ uděluji souhlas Anně Kodrlové ke zpracování osobních údajů za účelem tvorby bakalářské práce v akademickém roce 2020/2021 na FBMI ČVUT, který lze kdykoliv odvolat.

Dne:

Podpis:

Příloha B: Úvodní dotazník

1. Pohlaví a rok narození klienta:
2. Anamnéza
 - Osobní
 - * Oční:
 - * Celková:
 - Rodinná
 - * Oční:
 - * Celková:
 - Pracovní:
 - Léky:
3. Jaké symptomy klient uvádí?
 - Problémy při čtení
 - * Oddalování textu
 - * Rozmazání textu
 - * Špatná orientace v textu
 - * Splývání textu
 - * Problém při horším osvětlení
 - Dvojité vidění
 - Bolesti hlavy
 - Bolesti očí
 - Únava
 - Problém se změnou vzdáleností (blízko – dálka)
4. Má již klient zkušenosti s presbyopickou korekcí? Jakou? Jak s ní byl spokojený?
5. Visus naturalis
 - OP:
 - OL:
 - Bino:
 - Blízko:

6. Korekce na dálku:

OP	sf	cyl	ax	visus	visus
OL	sf	cyl	ax	visus	

7. Adice:

8. Visus na blízko:

9. Vybraný způsob korekce:

Příloha C: Dotazník ohledně spokojenosti s korekcí

Jak dlouho trvala adaptace? _____

Zmizely problémy s viděním? (problémy při čtení, bolest hlavy, očí...) ANO - NE

Pokud ne, které problémy přetrvávají?

V tabulce vyplňte zda (jak často) Vás obtěžují následující věci.

Špatně vidím na střední vzdálenost	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy
Musím měnit korekci při každé změně pracovní vzdálenosti	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy
Dochází ke skoku obrazu	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy

Musím více hýbat hlavou a ne očima – zkreslení obrazu v periférii	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy
Nedokážu odhadovat vzdálenosti	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy
Vnímám dva obrazy	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy
Vnímám světelné efekty – oslnění, kruhy kolem světel, horší vidění za šera	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy
Pro vidění na blízko musím hodně zaklánět hlavu	Často	Docela často	Občas	Velmi zřídka	Nikdy