

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY



**PRESBYOPIE A JEJÍ ŘEŠENÍ MULTIFOKÁLNÍ
BRÝLOVOU KOREKCI**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VYPRACOVALA:

Petra Konečná

obor 5345R008 OPTOMETRIE

studijní rok 2019/2020

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Jaroslava Wagnera, Ph.D. za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 31. 5. 2020

.....

Petra Konečná

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu své bakalářské práce RNDr. Jaroslavu Wagnerovi, Ph.D. za věnovaný čas, trpělivost, vstřícnost, cenné rady a názory v průběhu vedení mé práce.

Dále bych chtěla poděkovat za podporu od mé rodiny a přátel během celého studia. Velké díky patří mé mamince za věnovaný čas korektury této práce.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektů IGA PřF UP v Olomouci č. IGA_PrF_2019_005 a IGA_PrF_2020_008.

OBSAH

Úvod	6
1 Presbyopie	7
1.1 Čočka	8
1.2 Řasnaté tělísko a závěsný aparát	9
2 Akomodace.....	10
2.1 Amplituda akomodace	11
2.2 Teorie akomodace.....	12
2.2.1 Helmholtzova teorie	12
2.2.2 Teorie Edgara Finchama	13
2.2.3 Schacharova a Tscherningova teorie.....	13
2.3 Proces akomodace	14
2.4 Složky akomodačního procesu	16
2.5 Anomálie akomodace	16
2.5.1 Spasmus akomodace	16
2.5.2 Exces akomodace	17
2.5.3 Obrna akomodace.....	17
2.5.4 Insuficience akomodace	17
2.6 Testování akomodace u presbyopů.....	18
3 Konvergence.....	23
3.1 Složky konvergence.....	23
3.2 Anomálie konvergence	25
3.2.1 Exces divergence.....	25
3.2.2 Exces konvergence	25
3.2.3 Insuficience divergence.....	25
3.2.4 Insuficience konvergence	26
3.3 Vyšetření NPC	26
4 Určení přídatku do blízka a typy korekce presbyopie	28
4.1 Metody stanovení přídatku do blízka	28
4.2 Korekce presbyopie	32
4.2.1 Brýlová korekce presbyopie.....	32
4.2.2 Korekce presbyopie kontaktními čočkami	33
4.2.3 Korekce presbyopie vybranými refrakčními operacemi	34
4.2.4 Farmakologická korekce presbyopie.....	36

5 Multifokální brýlová korekce a její centrace.....	37
5.1 Vývoj multifokálních čoček	37
5.1.1 První progresivní čočky	37
5.1.2 Užití horizontální optické modulace	37
5.1.3 Progresivní čočka s multi-designem	38
5.1.4 Naturální vidění.....	38
5.1.5 Rozšířené zorné pole	38
5.1.6 Úzké obruby	38
5.1.7 Maximální rozlišení.....	39
5.1.8 Individuální čočky.....	39
5.1.9 Nejlepší vidění při řízení auta i při práci na počítači	39
5.2 Centrace a značení multifokálních brýlí	39
5.2.1 Gravury.....	40
5.2.2 Smazatelné razítkové označení	41
5.3 Optické vlastnosti	42
5.4 Srovnání korekcí presbyopie	44
Závěr	46
Seznam použité literatury	47

ÚVOD

Většina klientů očních klinik a optik jsou převážně presbyopové. I já mám rodiče v presbyopickém věku, vím tedy, že tento věk s sebou nese určitá omezení. Také proto jsem si vybrala téma, kde se budu zabývat presbyopií.

První polovina práce je spíše teoretická. Popisuji zde akomodační proces, který vyšel z mnoha teorií, nebo oční orgány, které se podílejí na akomodaci. Dále jsou zde zahrnuty popisy vyšetřování akomodace a konvergence.

Druhá část práce je zaměřena na praktické techniky. Jsou zde sepsány metody určení přídatku do blízka, různé možnosti korekce presbyopie a v závěru se obsírněji zaměřuji na multifokální brýlovou korekci – její historii, vlastnosti a podrobnou centraci. Doufám, že poznatky z mé práce budu moci využít v budoucí praxi.

Kvalitní korekce je předpokladem spokojeného klienta. Proto bych chtěla jednoho dne svým klientům nabízet vhodné a co nejvíce individuální korekční pomůcky. V současnosti je velká nabídka i poptávka po multifokálních brýlích, což bylo mou další motivací pro výběr tohoto konkrétního tématu.

V dnešní době je stále více možností řešení presbyopie. Například korekci kontaktními čočkami si nemohou dovolit lidé kvůli nevhodnému pracovnímu prostředí nebo kvůli jinému očnímu onemocnění. Jiní si naopak nedovedou představit operační zásah do oka. Na druhou stranu brýlová pomůcka je bezpečná a méně invazivní než kterákoliv jiná možnost korekce.

Během studia jsem získávala hodně informací, které jsem pak využila na povinné praxi. Když odcházel klient spokojený s dobře zvolenou korekční pomůckou, bylo to i pro mě přínosné a povzbuzující.

1 PRESBYOPIE

Presbyopie neboli vetchozrakost je fyziologická oční vada, ke které dochází u lidí po dosažení 40. roku života, kdy nedostatečná akomodační kapacita znemožňuje zaostření na blízké předměty. Čočka se nevyklene po stahu kruhovitého ciliárního svalu nebo po povolení zonulárního aparátu. [1, 5]

Tento stav progreduje po celý život a je zapříčiněn postupným sklerotizováním a tvrdnutím krystalické čočky s věkem. To vede k nemožnosti měnit její tvar a přizpůsobení situaci pohledu do blízka, což následně znamená fyziologické poškození akomodace. Krystalická čočka roste a nová vlákna komplementárně přibývají ve vnější části čočky, zatímco starší vlákna jsou uchycena uvnitř jádra. Zde se časem tato vlákna stále více kumulují a stlačují neustálým přibýváním vláken v kůře. Následkem je snižování akomodační reakce na stah ciliárního svalu. [5, 15, 18]

Za presbyopii považujeme také pokles akomodační šíře vlivem stárnutí a posunutí blízkého bodu dál od oka. Nastane situace, kdy blízký bod akomodace ustoupil do té míry, kdy je obtížné nebo nemožné se dostatečně přizpůsobit pro čtení nebo jinou práci do blízka. [3, 18]

Presbyopii korigujeme adicí do blízka neboli plusovými dioptriemi, dále jen D. Od 40. roku klienta s každou životní dekádou přibývá kolem jedné dioptrie, ale není to vždy pravidlem. [1]

Symptomy se dostavují postupně a patří mezi ně oddalující se texty na čtení, proto mají největší problémy osoby menšího vzrůstu s krátkými rukami. Další symptom je neschopnost ostrého čtení do blízka a na střední vzdálenost, což je možné přemoci zvýšeným úsilím akomodace, ale to zase vede k postupnému zhoršení obtíží během dne až k ospalosti a astenopii. Zhoršená ostrost se projevuje hlavně při nedostatečném osvětlení. Při přestřování z blízka do dálky si může klient stěžovat na mlhavé vidění. Nucená akomodace může vyústit ve spasmus akomodace. [1, 2, 3]

Podle výzkumů první symptomy presbyopie nastupují kolem 40. roku života, což však závisí na mnoha okolnostech. Určité faktory jako je povolání, koníčky a délka paže tento hraniční věk mohou posouvat. Mezi vlivy zrychlující progresi presbyopie patří refrakční vady a teplota okolí. Počátek presbyopie se vyskytuje dříve u lidí žijících v oblastech blíže rovníku. [2, 18, 22]

Bylo zjištěno že, refrakční chyba může také ovlivnit nástup presbyopie, jelikož u hypermetropů se presbyopie vyskytuje mnohem dříve než u emetropů a myopů, jelikož korigovaní hypermetropové mají menší akomodační šíři. Nebylo dokázáno, že by v daném věku měl myop vyšší adici než hypermetrop. Faktorem může být velikost zorničky, jelikož osoby s malou zorničkou například hypermetropové, mají větší hloubku ostrosti a mohou mít pozdější nástup presbyopických symptomů. [2, 18, 22, 42]

U diabetiků se presbyopie objevuje předčasně, a to kolem 30. roku života. Při kataraktě se mění lomivost kalící se čočky, takže presbyopie se zmírňuje nebo zpožďuje, ale na druhou stranu se vyskytuje myopie do dálky. [25]

1.1 Čočka

Jedním z nejdůležitějších médií oka pro samotné vidění je bikonvexní čočka, která je uložena v pouzdru (*capsula lentis*). Čočka (*lens*) je zavěšena na řasnatém tělísku a spolu s duhovkou slouží jako předěl v oku. Centrem přední plochy naléhá na zornici a v periférii přední plochy se stýká s duhovkou, zadní plochou se dotýká sklivce. Čočka je vyživována difúzí a osmózou, jelikož její součásti nejsou cévy. U starších lidí bývá čočka nažloutlá či nahnědlá, ale u zdravého dospělého člověka je průhledná.

Čočka je neobvykle elastická a má neustálou potřebu se vyklenovat. Její ekvatoriální průměr je přibližně 10 mm. Tloušťka od přední plochy k zadní ploše je 3,7 mm a při akomodaci se může rozšířit na 4,4 mm. Optická mohutnost je cca +20 D, což je 1/3 celkové lomivosti oka. Index lomu je přibližně 1,416. [8, 10, 11, 18]

Přední část oční čočky (*fascies anterior lentis*) má kulovité zakřivení a poloměr 10 mm. Zadní část oční čočky (*fascies posterior lentis*) má poloměr 5 mm, její zakřivení je parabolické. Obě části na sebe navazují zoubkovaným spojem (*aequator lentis*).

Na přední straně čočky je pouzdro silnější než na zadní a při ekvátoru je nejsilnější. Pouzdro lze ze samotné čočky stáhnout, jelikož nejsou vzájemně spojeny napevno. Vnitřní část čočky tvoří nestrukturované jádro (*nukleus lentis*), které se směrem k povrchu mění v kůru čočky (*cortex lentis*). [11]

Epitel se nachází pod pouzdrem na přední straně čočky a rozprostírá se až k ekvátoru čočky.

S přibývajícím věkem čočková hmota tuhne a jádro čočky se zvětšuje. Kolem 70. roku života jádro zaujímá skoro celou čočku. [8, 25]

1.2 Řasnaté tělísko a závěsný aparát

Řasnaté tělísko (*corpus ciliare*) spolu s duhovkou a cévnatkou dohromady tvoří žltnatku (*uvea*). Nachází se za duhovkou, spodní povrch pokrývá sítnicový epitel a shora naléhá na bělimu v místě, kde přirozeně vychází z cévnatky. V příčném řezu má trojúhelníkový tvar. Pars plicata je přední část řasnatého tělíska s mnoha výrůstky různé délky. Tato oblast se k zadní části tělíska oplošťuje na hladkou část a tu nazýváme pars plana. Mezi výrůstky jsou zonulární vlákna (přední zonuly, střední zonuly a zadní zonuly), která směřují do nitra oka, kde zajišťují propojení řasnatého tělíska a čočky. [8, 9, 10, 11]

Řasnaté tělísko je aktivním orgánem akomodace a další neméně důležitou funkcí je tvorba komorové vody. Bezvadná funkčnost řasnatého tělíska je předpokladem správně fungujícího akomodačního procesu. [9, 10, 15, 18]

Cévnatka klade odpor pohybu řasnatého svalu dopředu a dovnitř proto, že po 35. roce života je snížena její elasticita. Proto musí ciliární sval vyvíjet zvýšenou námahu k dosažení dané dioptrické změny. Závěsný aparát nemá pružnost, takže se samotné akomodace zúčastňuje pouze pasivně. [2]

2 AKOMODACE

Asi 150 let zpět Hermann von Helmholtz řekl: „Ve fyziologické optice není žádné další téma, ve kterém je tolik protichůdných tvrzení, jako je u akomodace oka.“ Ale už v roce 1619 Christopher Scheiner udělal pokus s clonou, v níž se nacházely 2 dírky – dnes nazváno jako Scheinerův disk. Snažil se dokázat existenci akomodace a spočívalo to v tom, že je-li mezi těmito dírkami vzdálenost menší, než je průměr zornice, bude předmět, který není zaostřen na sítnici, viděn diplopicky neboli dvojitě. Avšak předmět, který je zaměřen na sítnici, bude viděn jednoduše. Scheinerův experiment ukázal, že vzdálené a blízké body nemohou být současně zaměřeny na sítnici. Přesto, že uplynula dlouhá doba a některé podrobnosti ohledně mechanismu akomodace se ustálily, stále jsou výrazné rozdíly v názorech na některé části tohoto procesu. [9, 18]

Akomodace je možnost upravovat optickou mohutnost refrakčního aparátu. Tedy schopnost vůlí přestřovat na objekty v prostoru mezi **dalekým bodem** (*punctum remotum*) a **blízkým bodem** (*punctum proximum*), kdy tento prostor nazýváme **akomodační oblast**. Ta je ohraničena blízkým bodem, při kterém naše oči maximálně akomodují, a dalekým bodem, což je nejvzdálenější bod, který rozeznáme jako ostrý. Naše oko zakomoduje asi za jednu sekundu. Neakomodované oko emetropa má daleký bod v nekonečnu. Při praktickém vyšetřování polohy dalekého bodu jej testujeme ve vzdálenosti 5 až 6 metrů od oka. [2, 7, 10, 15]

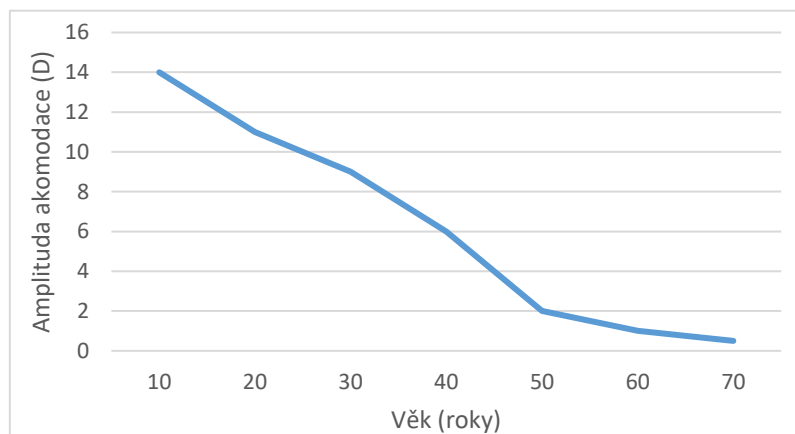
Obvykle akomodace nabývá na obou očích stejné hodnoty. Rozlišujeme množství akomodačního úsilí, které je odlišné u jednotlivých refrakčních vad. U nekorigované myopie se nemusí akomodovat ani na blízko ani na dálku, jelikož se daleký bod nachází v konečné vzdálenosti od oka bližší, než je výše uvedené nekonečno. Proto akomodační systém atrofuje. Nekorigovaný hypermetrop akomoduje do dálky, a ještě více do blízka. [15]

Snížená akomodace může být způsobena latentní, nebo nedostatečně korigovanou hypermetropií, špatným zdravotním stavem (např. Gravesova choroba, alkoholismus) nebo užíváním léků (např. antidepresiva, léky na astma). [5]

2.1 Amplituda akomodace

Jedná se o největší možný přírůstek optické mohutnosti oka při přestřžení z dalekého bodu na blízký. Amplitudu akomodace neboli akomodační šíři, dále jen AA, vypočítáme odečtením převrácené hodnoty dalekého bodu a převrácené hodnoty bodu blízkého. Jednotkou AA jsou dioptrie. Lidské oko má schopnost vykorigovat část hypermetropie využitím určitého množství AA, o toto množství se pak AA zmenší. [2, 7]

Akomodace se rozvíjí od narození, kdy AA nabývá nejvyšší hodnoty až 30 D a již od 3. měsíce života je rychlost schopnosti akomodovat skoro shodná jako u dospělého člověka. U předškolního dítěte je cca 14 D a následně lineárně klesá s přibývajícím věkem o 0,25 D. Ve 45 letech jsou to 4 D a úbytek pokračuje až do nulové akomodační schopnosti, ke které dojde po 60. roku života. [2, 3, 7, 15, 18, 20]



Obrázek 1 – Graf závislosti AA na věku [13] UPRAVENO

Snížená AA je definujícím znakem presbyopie, proto lze říci, že AA souvisí spíše s věkem než s refrakcí. Jen málo každodenních činností vyžaduje AA přesahující 4 až 5 D, takže se problémy s viděním do blízka běžně začnou projevovat kolem 40. roku života, kdy AA klesne právě na 5 D nebo méně. Je známo, že akomodace není zcela přesná ani pro předměty ležící uvnitř dostupné akomodační oblasti. Zpoždění akomodace se obvykle vyskytuje při pohledu na nedostatečně osvětlený blízký předmět. Akomodace je poháněna čípkou na sítnici, a proto akomodační zpoždění narůstá při snížení osvětlení. [5, 18, 22]

Platí, že člověk hodnotí práci do blízka pohodlnou, pokud nevyužije víc než polovinu AA. Pokud se předpokládá, že na práci ve vzdálenosti 40 cm je nutná AA o hodnotě 2,50 D, pak osoba, která má AA 5,00 D, nepotřebuje žádnou korekci do blízka.

Příklad: Klient má AA 3,00 D. Podle pravidla by mělo být užito pouze 1,50 D z AA, takže abychom dosáhli AA 2,5 D na 40 cm, bude nutné stanovit přídavek jedné dioptrie do blízka. [18]

Podle výzkumů AA postupně klesá po celý život. Kromě tabulek podle věku, lze použít vzorce pro očekávané změny v AA s věkem. Hofstetter odvodil následující vzorce pro AA z materiálů Donderse, Duaneho a Kaufmana. [22]

Maximální amplituda	$25 - (0,4) * (\text{věk})$
Pravděpodobná amplituda	$18,5 - (0,3) * (\text{věk})$
Minimální amplituda	$15 - (0,25) * (\text{věk})$

Tabulka 1 – Očekávaný běžný pokles AA během života [22] UPRAVENO

Tyto vzorce lze využít až do věku 60 let, jelikož po 60. roku života již není žádná akomodační schopnost přítomna, načež není co měřit či počítat. [22]

2.2 Teorie akomodace

V roce 1719 byl pojem akomodace užít H. Pempertonem, ale zřejmě už i Galén uvažoval, že se v oku musí něco měnit při přestřeni z dalekého předmětu na blízky. [2, 3, 7, 15, 18, 20]

Dnes nelze pochybovat o tom, že hlavní příčinou presbyopie je postupná ztráta elasticity krystalické čočky. Ke ztrátě energie ciliárního svalu by mohlo dojít jen v případě nadměrného kalení čočky. Přesto během výzkumné práce vzniklo pár teorií, jak vlastně akomodace funguje. [18]

2.2.1 Helmholtzova teorie

V roce 1855 užil Helmholtz Purkyňovy obrazy, díky kterým vysvětlil změny vidění způsobené akomodací. Tento proces zachycuje, jak se pozorované předměty zobrazují při průchodu jednotlivými médii oka. [18]

Tyto změny popsal v jednoduchém postupu kroků:

Zornička se stahuje, přední plocha čočky se vyklenuje a tlačí pupilární okraj duhovky dopředu. Přední povrch i zadní povrch čočky nabývají stále více konvexnějších rozměrů. Vlivem gravitace čočka mírně poklesne dolů a cévnatka se posunuje pouze vpřed. [18]

Podle těchto změn Helmholtz předpokládal, že běžný tvar čočky je kulovitá akomodovaná forma. Pokud jsou zonulární vlákna v napětí, čočka je v neakomodovaném tvaru a nabývá tedy nejplošší a nejužší tvar. Helmholtz považoval čočku za měkkou a vláčnou elastickou kapsuli, proto vyvodil, že presbyopie nastane z důvodu ztuhnutí materiálu čočky, což by vysvětlilo nulovou reakci při uvolnění napětí zonulárních vláken. Řasnaté těleso označil za činnou část akomodace. [2, 10, 18]

Dále při akomodaci vědec zaznamenal rozšíření přední a zadní centrální části plochy čočky. Stahem ciliárního svalu, který se posouvá dopředu a dovnitř, dojde k uvolnění zonulárních vláken, která propojují ciliární sval a centrální část čočky. Pružná čočka se vyklene k rohovce – vzroste její dioptrická síla. Při uvolňování akomodace se řasnaté těleso navrací do neakomodovaného tvaru, zonulární vlákna se napnou, čočka je nucena se zploštit a centrální část čočky se tedy oddálí od rohovky. V této teorii však nevysvětlil, proč přední plocha čočky nabrala konvexnější tvar než její okrajové části. [19]

2.2.2 Teorie Edgara Finchama

V roce 1937 Fincham rozšířil Helmholtzovu teorii o studium obalu čočky. Okrajové části přední i zadní plochy pouzdra čočky podle něj nabírají širších rozměrů v místech úponu zonulárních vláken než v centrální oblasti. Předpokladem tedy bylo, že čočka je poddajnější v místech s tenkým pouzdrém. Centrum pouzdra zadní plochy je nejtenčí a při akomodovaném či neakomodovaném stavu je maximálně konvexní – nedokáže se už více vyklenout. Různé hodnoty tloušťky obalu čočky způsobí, že se přední povrch čočky během přizpůsobení mnohem více vyklene. Jinak by se čočka chovala, kdyby měl celý obal stejnou tloušťku. [18, 19]

Teorie předpokládá, že nedostatečnost ciliárního svalu, nikoliv čočky, způsobila neschopnost akomodace. [2]

2.2.3 Schacharova a Tscherningova teorie

Předpokládali, že v přední části ciliárního svalu je upnuta centrální zonula a v zadní části ciliárního svalu je upnuta přední a zadní zonula. Z toho plyne, že při stahu ciliárního svalu se jeho přední část přesune blíže k bělimě (*sclera*) a ke kořenu duhovky. Tím se napne centrální zonula a zároveň dojde k povolení přední a zadní zonuly. V horizontální rovině se čočka elasticky povolí a vyklene se, ve vertikální rovině je protažena. Teorie počítá s elastickým obalem a pevným jádrem.

Tscherning přepokládal, že sklivec tlačí na čočku, a tím se zapojuje do akomodačního procesu. V tomto bodu se rozcházel s teorií Schachara. [10, 19]

Tvrzení Schachara spočívalo v přiblížení ekvátoru čočky k bělimě a v aktivní kooperaci ciliárního svalu se závěsným aparátem při akomodovaném stavu. [19]

2.3 Proces akomodace

Pokud vezmeme v úvahu dostupné informace, je zřejmé, že různé mechanismy by v zásadě mohly měnit zaostření oka, a tím dosáhnout ostrého obrazu na sítnici předmětů umístěných v různé vzdálenosti od oka. Akomodační proces je složen ze dvou stádií: aktivní stádium a pasivní stádium.

Aktivní stádium je postaveno na stažení Brücke-Müllerova svalu, jde o aktivitu kruhového svalového vlákna řasnatého tělíska. Pasivní stádium závisí především na pružnosti čočky a jejím závěsném systému, kdy dochází k vyklenutí přední lomivé plochy čočky, a to znamená změnu poloměru této opticky lomivé plochy. Zadní povrch čočky nabývá méně konvexního tvaru než přední plocha. Tento proces je současně propojen se zúžením zornice neboli miózou a konvergencí očí na blízký předmět. [4, 7, 9, 18]

Čočka a její pouzdro jsou elastické, a to umožňuje změny na požadovaný tvar a sílu čočky. Tvar izolované čočky je dán rovnováhou mezi těmito elastickými silami. Z toho plyne, že izolovaná čočka i pouzdro nabírají svoji nejpohodlnější formu se strmě zakřivenými povrchy. Čočka má sklon klesat kvůli gravitaci. [9, 18]

Mezi aktivní změny řadíme kromě proměnného zakřivení rohovky i axiální pohyb čočky, změnu axiální délky čočky a změnu síly čočky. Většina z těchto tvrzení byla vyvrácena, když Young v roce 1801 svými experimenty potvrdil, že základním faktorem byla změna síly čočky, jak předpokládal Descartes i další.

Přizpůsobení potřebné pro vidění do blízka je výsledkem kontrakce ciliárního svalu, to způsobuje, že se tento sval pohybuje dopředu a směrem k ose (dovnitř), čímž se zmenšuje průměr ciliárního prstence. Dochází ke snížení napětí v předních zonulárních vláknech, a to má za následek uvolnění tlaku na pouzdro čočky. Z pouzdra jsou síly přeneseny na čočku, to způsobí zvětšení zakřivení povrchu a axiální délky čočky.

Zmenšuje se průměr čočky s následným zvýšením optické mohutnosti. Takto se čočka i pouzdro dostane do své přirozené formy.

Při pohledu do dálky **oko přestává akomodovat**, napínací síly napomáhají relaxaci ciliárního svalu, a tím přispívají k rychlému obnovení napětí v předních zonulárních vlákních. Pomáhá to minimalizovat čas potřebný ke zploštění čočky a snížení její síly na hodnotu vhodnou pro vidění do dálky. Také se zvětší průměr čočky a sníží se její hustota. [9]

Při pozorování dalekého předmětu jsou osy vidění paralelní, díky tomu se obraz promítne na sítnici. Při pozorování blízkého předmětu tyto osy spolu s očima konvergují a zároveň se zornice zúží, tím nedojde k přijetí neostrých obrazů skrz okraje čočky. Konvergence a zúžení zornic jsou spolu s akomodací označeny jako **triáda do blízka** – jde o reflexní proces oka. Při dlouhodobé práci do blízka (pozorování monitoru počítače či televizní obrazovky z blízka) dochází vlivem vyčerpání ciliárního svalu k astenopickým potížím a k únavě akomodace i u emetropů s ortoforií.

Na změně průměru zorničky se podílejí dva svaly, které leží v zadní vrstvě duhovkového stromatu – svěrač zornice (*musculus sphincter pupillae*) a rozvěrač zornice (*musculus dilatator pupillae*). Svěrač zornice je parasympaticky inervovaný cirkulární sval. Hlavní funkcí svěrače je mióza. Zúžení zorničky působí jako clona ve fotoaparátu a zároveň se zvětšuje hloubka ostrosti. Rozvěrač zornice je radiální sval, který je inervován sympatickými nervovými vlákny. Hlavní funkcí svalu je rozšíření zorniček neboli mydriáza, které dosáhneme také užitím farmak – cykloplegika (atropin, skopolamin,...) Naopak miózu navodíme např. pilokarpinem. [2, 10, 11]

Některé studie popisovaly, že duhovka a sklivec mohou být důležité. Ale výskyt akomodace u jedinců, kteří nemají duhovku nebo jim chybí sklivec naznačuje, že tyto dva orgány jsou spíše druhotné než plně ovlivňující akomodační proces. [9]

Dle činitelů ovlivňujících akomodační proces rozdělujeme akomodaci na fyzikální a fyziologickou. Fyzikální akomodace se vyměřuje v dioptriích, je obstarána elasticitou čočky a její pružností měnit optickou mohutnost. Fyziologická akomodace je postavena na množství smršťovací síly ciliárního svalu v myodiotriích, která je vyvinuta, aby refrakce čočky vzrostla o 1 D. [2, 3]

2.4 Složky akomodačního procesu

Podle teorie Heatha počítáme se čtyřmi složkami akomodace: tonickou, vergenční, proximální a reflexní, kdy konečnou odpověď na akomodaci ovlivňuje řada faktorů. [2, 3]

Tonická akomodace je mírně myopický refrakční stav, který nastává bez adekvátního akomodačního podnětu.

Vergenční akomodace dostává impuls od konvergence a dává impuls ke konvergenčně akomodačnímu poměru (CA/A), jenž u mladého člověka je asi 1:10. Tato složka spolupracuje s fúzí.

Proximální akomodace neboli psychická je vyvolána odhadovanou vzdáleností předmětu.

Reflexní akomodace zajišťuje vytvoření ostrého obrazu na sítnici, jelikož podnětem této složky je obraz neostrý. [2, 9]

2.5 Anomálie akomodace

Presbyopie je fyziologického charakteru, ale já níže popisuji patologické stavy akomodace.

2.5.1 Spasmus akomodace

Mezi vzácné akomodační anomálie řadíme spasmus akomodace, kdy dochází k pseudomyopizaci až o 10 D. Vyskytuje se u presbyopů, nekorigovaných či podkorigovaných hypermetropů nebo po užití miotik. Při akomodačním spasmu se typicky vyskytuje excés akomodace, excés konvergence a mióza. Předměty nám připadají větší, než ve skutečnosti jsou – makropsie. Původcem mohou být iridocyklitidy, otrava morfinem nebo otrava CO. Správnou terapií atropinem, správnou korekcí refrakce a pravidelnou zdravotní kontrolou lze tento stav léčit. Při korekci vady by se měla křeč uvolňovat samovolně, pokud tomu tak není, jsou nasazena cykloplegika, ale k tomuto kroku dochází jen zřídka. Spasmus se projevuje bolestmi hlavy v čele, světloplachostí, makropsií a dvojitým viděním.

2.5.2 Exces akomodace

Po dlouhodobé práci do blízka může dojít k anomálii zvané nadměrná akomodace a dochází k ní zejména při nesprávné korekci či insuficienci osvětlení. Dostavuje se i při dlouhodobé jemné práci na blízko a při dlouhotrvajícím čtení, kdy se projevuje nadměrná konvergence, myopizace a astenopie. Nejprve vidíme hůře do dálky, pak do blízka, potom nastává astenopie. Teprve rozdíl mezi statickou a dynamickou refrakcí po cykloplegiích nám řekne, zda se jedná o nadměrnou akomodaci. Prvním krokem je stanovení správné korekce. Následně léčíme stálým přísunem cykloplegik po více týdnů.

2.5.3 Obrna akomodace

Při chřipce, cukrovce či infekčních chorobách – zejména záškrtu, se můžeme setkat s parálýzou akomodace. Vyskytuje se buď monokulárně nebo binokulárně. Nejčastějším příznakem je mikropsie – předměty jsou pro nás menší a bližší. K dosažení ostrého vjemu, musí klient velmi namáhat oční aparát. Provázejícím symptomem je mydriáza, kterou eliminujeme aplikací stenopeické clony či plastickou operací duhovky. Hypermetropové hůře vidí do dálky i do blízka. Kdežto emetropové vidí dobře do dálky a hůře do blízka. Myopové mají potíže pouze při užívání své korekční pomůcky, a to do blízka, ale bez korekce vidí dobře. Terapie je založena na vyléčení spouštěcího onemocnění. Při dlouhodobějším trvání parálýzy je patřičná presbyopická korekce nezbytností.

2.5.4 Insuficience akomodace

Nedostatečnost akomodace se může dostavit emetropům a myopům v prepresbyopickém věku v podobě náhlé nedostatečné funkce ciliárního svalu. Jedná se o proměnlivý, postupně progredující proces, který nazýváme předčasná presbyopie. Původem vzniku může být horší zdravotní stav, patologie čočky nebo vady svalové rovnováhy, například insuficience napětí řasnatého svalu. Při špatných světelných podmínkách se tyto příznaky projevují zejména při práci na blízko. Nedostatečná akomodace způsobuje exces konvergence. Nastává mydriáza, astenopie a únava. Nedostatečnost akomodace v případě presbyopie a vysoké myopie skoro ani nezaregistrujeme. Terapií je primárně správná korekce refrakce a následně presbyopická korekce. V případě excesu konvergence je variantou zavedení prizmat. Akomodaci je dobré opakovaně cvičit. [2, 7]

2.6 Testování akomodace u presbyopů

Akomodační systém musí zhodnotit propojení mezi akomodací a konvergencí, což zahrnuje kontrolu monokulární a binokulární schopnosti stimulace a uvolnění. Tam také patří kontrola přestřování z jedné vzdálenosti do druhé, a tím se zjišťují úrovně dovedností obou očí. [17]

Může nastat, že se latentní hypermetropie projeví na konci 30. nebo na začátku 40. roku, kdy si klient přijde pro čočky na čtení. Po jednom až dvou letech vyhovuje tato předepsaná korekce spíše do dálky, ale na ostré vidění do blízka nevyhovuje. V takovém případě docházíme k závěru, že nejde o předčasnou presbyopii, ale že se latentní hypermetropie stala manifestní. Proto musíme prepresbyopické klienty správně vyšetřovat. [18]

Vyšetřovací metody vetchozrakého pacienta:

- Amplituda akomodace (metoda push-up/push-down, metoda mínusových čoček)
- Relativní akomodace (NRA, PRA)
- Akomodační odezva (metoda MEM, metoda zkřížených cylindrů)

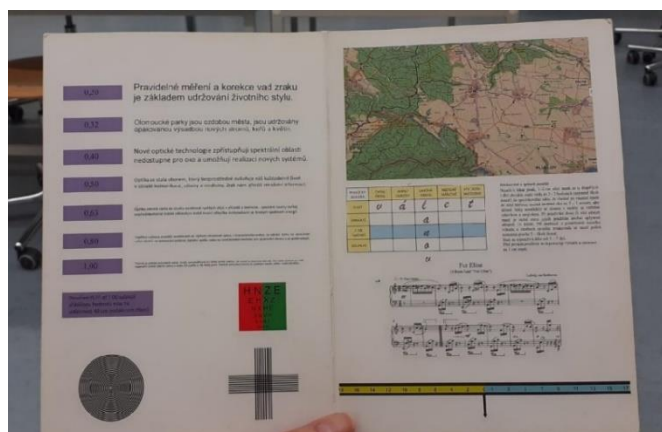
VYŠETŘENÍ AA

Testy jsou prováděny se stávající korekcí do dálky. Nejdříve je provádíme monokulárně pro každé oko zvlášť, a poté binokulárně. Monokulární hodnoty by měly být o 0,5 D nižší než hodnota binokulární, jelikož při binokulárním vidění nám akomodační konvergence navozuje další akomodaci. [2, 15, 20]

Metoda push-up/push-down

Push-up metoda je subjektivní metoda. Její přesnost závisí na schopnosti klienta rozlišit bod rozostření, hloubku ostrosti a další proměnné členy [17, 18, 24]

Čtecí tabulka neboli Jägerova tabulka obsahuje sestupně řazené řádky písmen. Každý řádek má svou velikost tzv. vízus. Čtecí tabulka bývá běžně umístěna ve vzdálenosti 40 cm od obličeje a musí být dostatečně osvětlena, ale pozor na nadměrné osvětlení, které by zapříčinilo enormně vysoké hodnoty amplitudy akomodace.



Obrázek 2 – Čtecí tabulka

Klienta motivujeme k pozorování nejmenšího řádku (řádek o vízu 1,0). Klient si postupně přibližuje tabulku k očím, dokud se nezačne nejmenší řádek rozmazávat a zůstane rozmazaný. V této chvíli se změří vzdálenost čtecí tabulky od očí klienta. Hodnota, kterou naměříme, je vzdálenost blízkého bodu akomodace. Polohu blízkého bodu si ověříme oddalováním textu od očí neboli push-down, kdy zaznamenané hodnotu vzdálenosti čtecí tabulky v místě, kdy se text zostřil. Převrácené a zprůměrované hodnoty nám udávají AA. [18, 24]

Většina mladších 40 let nemá problém se čtením nejmenšího řádku písmen na vzdálenost 40 cm. Pokud tomu tak není, binokulárně předložíme spojné čočky, dokud se nejmenší řádek nezostří. Starší presbyopy vyšetřujeme s plnou aktuální korekcí do blízka. Síla přídatku však musí být odečtena od změřené hodnoty AA.

Příklad: Vložený přídavek je +1,00 D. K prvnímu trvalému rozostření dojde ve vzdálenosti 33 cm (ekvivalentem jsou 3,00 D). AA bude 2,00 D [=3,00 – (+1,00)]. [18]

V případě dětí a mladších klientů je užitečné předsadit rozptylnou čočku –3,00 D, ta zajistí posunutí blízkého bodu dál od očí.

Pokud je naměřená AA významně nižší než normální hodnoty odpovídající věku, může jít u klienta o akomodační nedostatečnost. [20]

Další metodou měření je použití **Princeova pravítka**, na kterém je pohyblivý jezdec s textem. Na stranách pravítka je stupnice v cm a v D. Jedním koncem se pravítko opře o obličej u nosu klienta, druhý konec drží vyšetřující. [5, 15]

Je důležité nepohybovat jezdcem příliš rychle. Podle Evanse se doporučovala rychlost pohybu 0,50 D/sekundu, ale později názor přehodnotil na hodnotu 1 D/s. [17]



Obrázek 3 – Princeovo pravítko s textem

Metoda mínusových čoček

Čtecí tabulka je umístěna do vzdálenosti 40 cm, kdy se klient nejprve dívá pravým okem a následně levým. Při přidávání rozptylných čoček k naměřené subjektivní refrakci do dálky klient oznámí, kdy se nejmenší řádek písmen začne rozmazávat.

K určení AA přičteme k hodnotě mínusových čoček +2,50 D (hodnota akomodace na vzdálenost 40 cm).

Příklad: Text se rozmazal při adici -4,00 D. $AA = +2,50 - (-4,00) = 6,50$ D.

Pokud by klient s naměřenou subjektivní refrakcí při pohledu na kartu ve vzdálenosti 40 cm měl text rozmazaný, přidáme spojné čočky až do zaostření textu. Přidanou hodnotu spojných čoček poté odečteme od +2,50 D. Výsledek nám řekne reálnou AA. [18]

věk	AA / D		
	Donders (push-up)	Duane (push-down)	Sheard (rozptylka)
10	14	11	-
15	12	10,5	11,00
20	10	9,5	9,00
25	8,5	8,5	7,50
30	7	7,5	6,50
35	5,5	6,5	5,00
40	4,5	5,5	3,75
45	3,5	3,5	-
50	2,5	-	-
55	1,75	-	-

Tabulka 2 – Normální hodnoty AA [13]

VYŠETŘENÍ RELATIVNÍ AKOMODACE

Vyšetření se provádí binokulárně s korekcí do dálky. Klient fixuje text čtecí tabulky o vízu 1,0 nebo nejmenší text, který zvládne přečíst, ve vzdálenosti 40 cm. V případě, že písmena na testovanou vzdálenost nejsou ostrá, můžeme přidat binokulárně +0,25 D. Pro zjištění hodnoty negativní relativní akomodace (NRA) předkládáme spojné čočky neboli uvolňujeme akomodaci. Vždy postupujeme v krocích po 0,25 D, dokud se text nerozostří a klient jej již nedokáže přečíst. Pro zjištění hodnoty pozitivní relativní akomodace (PRA) předkládáme rozptylné čočky, tím navozujeme akomodaci, dokud klient nehlásí trvalé rozostření. [18, 20, 22]

Běžné hodnoty PRA jsou -1,75 až -3,00 D a NRA jsou +1,75 až +2,25 D. [12]

VYŠETŘENÍ AKOMODAČNÍ ODEZVY

Zjišťujeme, zda je akomodace větší nebo menší, než jakou bychom na danou vzdálenost předpokládali. Vyšetřujeme s korekcí do dálky a presbyopy s korekcí do blízka.

Pro akomodační odezvu jsou hodnoty v normě v rozmezí +0,25 až +0,75 D. Příliš vysoké hodnoty nám naznačí nutnost překontrolovat korekci do dálky i do blízka. Výrazně nízké hodnoty naopak evokují výskyt nadměrné akomodace či akomodační křeč.

Metoda MEM

Jedná se o metodu monokulárního odhadu. Nejprve vyšetřujeme pravé oko, a pak levé. Abychom se při vyšetřování vyhnuli změně akomodace, veškeré úkony provádíme v rychlém sledu. Vyšetření spočívá v co nejkratším svícení skiaskopem do oka a co možná nejrychlejší předkládání spojných čoček o hodnotách od +0,25 do +0,75 D – případně i vyšší hodnoty. Při vyšetření je zapojena akomodace, jedná se o dynamickou skiaskopii.

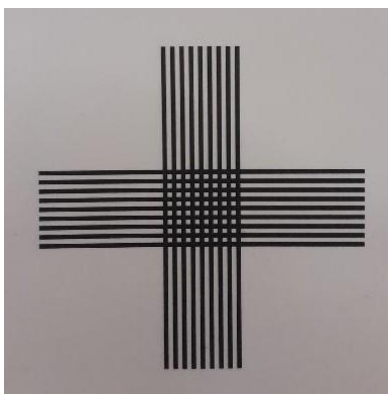


Obrázek 4 – Skiaskop a terč s textem

Klient pozoruje text na terči, který drží vyšetřující těsně u skiaskopu ve vzdálenosti 40 cm od oka klienta. Jedná se o velmi rychlé testování, kdy při prosvícení skrz předloženou čočku hledáme neutrální reflex neboli červený reflex. [12]

Metoda zkřížených cylindrů

Jedná se o subjektivní metodu, kdy klient sleduje obrázek kříže tvořený ze svislých a vodorovných čar ve vzdálenosti 40 cm od očí. Lze vyšetřovat monokulárně i binokulárně (s předpokladem předložení cylindrů před obě oči). Důležité je mít u klienta perfektně vykorigovaný astigmatismus.



Obrázek 5 – Testovací kříž

Klientovi je předložena spojná čočka +1,00 D kvůli zamlžení. Následně mu předkládáme JZC se záporným cylindrem střídavě v ose 0° a 90° . Odmlžujeme snižováním spojky, dokud svislé i vodorovné čáry klient neoznačí za stejně výrazné. Pokud se v praxi nedosáhne totožného zvýraznění svislých a vodorovných čar, doporučuje se zastavit v úpravě sféry při obrácení vjemu. V tomto momentě se například sytější svislé čáry přemění na sytější vodorovné čáry. [12, 18]

3 KONVERGENCE

Jedná se o reflexní stočení očí dovnitř směrem k nosu, je možné ji časem částečně ovlivnit. Nachází-li se pozorovaný předmět ve střední rovině, jedná se o konvergenci symetrickou. Nachází-li se však předmět mimo tuto rovinu, pak mluvíme o konvergenci asymetrické, kdy každé oko konverguje jinak. [2, 15, 16]

Jako u akomodace, tak i u konvergence rozpoznáváme blízký bod, který je mírou konvergenční schopnosti. Vzdálenost mezi dalekým a blízkým bodem konvergence považujeme za **oblast konvergence**. Část konvergence mezi okem a nekonečnem rozeznáváme jako pozitivní. Část je negativní konvergence – divergence. [2, 15]

Konvergence zůstává po celý život poměrně stabilní – je celkově stálější než akomodace, jelikož nezávisí tolik na věku. Reakční čas akomodace je asi dvakrát delší než konvergence a zároveň je akomodace mnohem méně přesnější. Pokud konvergence klesne, dojde k diplopii. [17]

Konvergenci měříme v metrových úhlech, s čímž přišel Nagel. Jedná se o úhel, který je sevřen mezi optickými osami pravého a levého oka, které fixují předmět ve vzdálenosti 1 m od oka. Díky vztahu akomodace a konvergence můžeme říct, že kolik zakomoduje optický aparát dioptrií, takovou hodnotu metrových úhlů nabude konvergence. Nagel jako první označil metrový úhel za jednotku konvergence. Většinou předpokládáme, že vzájemná vzdálenost zorniček je 60 mm.

Příklad: Je-li od nás předmět vzdálen 2 metry, konvergence je 0,5 m.ú. a je-li jiný předmět vzdálen 0,5 metru, pak je konvergence 2 m.ú., apd. [1, 14]

3.1 Složky konvergence

Konvergenci tvoří složky: tonická, akomodační, proximální a fúzní.

Tonická konvergence udržuje oči v primárním postavení bez jakéhokoliv fúzního podnětu. Když spíme, naše oči se stácejí nahoru a ven a ve dne tonická složka zajišťuje přímé postavení očních os. S věkem dochází ke snižování tonusu, oči mají tendenci se stáčet do divergentního směru – fyziologická poloha klidu očí. [2, 17, 18]

Akomodační konvergence je vyvolána akomodací. Tato složka zajišťuje nejvíce konvergence. Platí, že předložíme-li před fixující oko rozptylnou čočku o hodnotě -3 D,

pak se druhé zakryté oko stočí k vnitřnímu koutku oka. Poměr AC/A popisuje vztah mezi akomodační konvergencí a akomodací – viz níže. [2, 15, 17]

Proximální konvergence neboli dobrovolná konvergence, je navozena vědomím blízkosti předmětu a jeho předpokládanou vzdáleností. Tato složka je vrozená a nezávislá na akomodaci. [2, 17, 18]

Fúzní konvergence zajišťuje konečné jednoduché binokulární vidění, a to správným nastavením žlutých skvrn. Stimulem fúzní konvergence jsou rozdílné obrazy na sítnici, kdy reakce může být pozitivní (konvergence), negativní (divergence) nebo vertikální vergence. Případnou heterotropii způsobenou nedostatečnou fúzní konvergencí lze vyřešit tréninkem, jelikož tato složka je nejlépe trénovatelnou částí konvergence. [2, 17]

AC/A poměr

Mezi akomodací a konvergencí existuje souvislost. Bylo dokázáno, že každá dioptrie akomodace je provázena specifickým množstvím akomodační konvergence. Vztah mezi akomodační konvergencí a akomodací je vyjádřen poměrem AC/A. Jednotkou konvergence jsou prizmatické dioptrie, akomodaci uvádíme v dioptriích. V podstatě platí, že na 1 D akomodace připadá 3,5 až 4 pD konvergence.

Tento poměr je u každého člověka jiný, hypermetrop má poměr AC/A nižší než myop. Pro některé lidi je poměr AC/A celý život neměnný, není známo, zda se jedná o vrozený nebo získaný stav. [2, 15, 17]

Klient, který má interpupilární vzdálenost 60 mm a fixuje cíl ve vzdálenosti 1 metru, zakomoduje 1 D při konvergenci 6 pD. AC/A poměr by v této situaci byl 6/1, ale existující forie nebo tropie by tento poměr upravila. Z toho plyne, jaký významný vliv mají odchylky na poměr AC/A. [5, 17]

Vysoký AC/A poměr znamená, že akomodace způsobuje velké změny v konvergenci, zatímco u nízkého poměru má akomodace účinek malý. [17]

Příliš vysoký AC/A poměr bude mít za následek nadměrnou konvergenci do blízka, to způsobí esofozii nebo esotropii. Nyní předepisujeme adici do blízka, i když se jedná o mladého klienta. [5, 13, 17]

Příliš nízký AC/A poměr způsobí konvergenční slabost, která zapříčiní exoforii, nebo konvergenční nedostatečnost. Léčbou v tomto případě nedosáhneme změny AC/A poměru, pouze dojde ke zlepšení fúzní konvergence a ztrátě příznaků. Při příliš nízkých hodnotách uvažíme zavedení prizmat, které aplikujeme pouze tehdy, pokud nastanou astenopické potíže. Pozor u prizmatických dioptrií na narušení ortoforie do jiných vzdáleností. [13, 17]

AC/A poměr testujeme **gradientní metodou** nebo **heteroforickou metodou** (metoda výpočtu). [17]

3.2 Anomálie konvergence

Stejně jako u akomodace i u konvergence se vyskytují patologické anomálie, rozeznáváme čtyři typy. Exces divergence, exces konvergence, nedostatečnost divergence a nedostatečnost konvergence. [2]

3.2.1 Exces divergence

U nadměrné divergence dochází k výrazné exoforii do dálky a stejné nebo menší do blízka. Může se projevit příležitostnou diplopií při řízení auta či sledování televize. Někteří pacienti obtíže nezaznamenají, dokud je někdo neupozorní, že se jim jedno oko občas vytočí ven. Nadbytek divergence je způsoben neobvykle vysokým AC/A poměrem, proto pro snížení exoforie stanovíme mínusové čočky na dálku. V případě exoforie do blízka je nutné zvážit použití prizmat bází dovnitř. [2, 18]

3.2.2 Exces konvergence

Nadměrná konvergence se vyznačuje ortoforií do dálky a esoforií na blízko. Klient si často stěžuje na bolesti hlavy při práci do blízka. Tato vada se často vyskytuje při nekorigované hypermetropii nebo překorigované myopii, na počátku vetchozrakosti (z důvodu nadměrného ciliárního svalového napětí, potřebného k navození přiměřené akomodace) či po užití cykloplegik. V případě výskytu esoforie i po vykorigování se jedná o neakomodační typ této oční vady. Částečnou terapií nadměrné konvergence je předsazení spojných čoček, které způsobí snížení esoforie do blízka. [2, 18, 24]

3.2.3 Insuficience divergence

Nedostatečnou divergenci rozdělujeme na primární a sekundární. Primární se projevuje velkou esoforií do dálky a menší do blízka. Tuto formu korigujeme plnou

korekcí hypermetropie s možností předepsání prizmat bází ven pro trvalé nošení. Pro sekundární insuficienci divergence je typická mnohem menší esoforie do dálky než do blízka. [2, 18]

3.2.4 Insuficience konvergence

Exoforie do blízka a ortoforie, nebo nízká exoforie do dálky je charakteristická pro nedostatečnou konvergenci, kdy blízký bod je oddálen více než 8 cm. U některých klientů s konvergenční nedostatečností je zjištěna nízká AA. Nejčastěji tato vada vzniká ve školním věku, ale setkat se s ní můžeme v podstatě během celého života. Nejefektivnější léčba obvykle zahrnuje trénink. Když trénink nezabírá, pak korekcí prizmaty s bází dovnitř sblížíme blízký bod konvergence a akomodace. [2, 18, 24]

3.3 Vyšetření NPC

Blízký bod konvergence (*near-point convergence*) je nejbližší bod, který jsme ještě schopni vidět ostře. Testování probíhá bez korekce do dálky, ale presbyopové užijí korekci do blízka. [2, 15, 18]

Orientačním způsobem testování je binokulární přibližování fixačního bodu (propiska nebo světelné pero), až do jeho rozdvojení. Pozorujeme souvislou a vyváženou konvergenci očí. [15]



Obrázek 6 – Přibližování a oddalování fixačního bodu [13]

Klient musí udržet pozornost na daný fixační bod. Zejména starší pacienti by měli být upozorněni, že se nejdříve bod rozostří, když je dosaženo blízkého bodu akomodace. Při pokračování v přibližování fixačního bodu se bod rozdvojí, jelikož je blízký bod konvergence blíže k očím než blízký bod akomodace. Problémem může být záměna

diplopie s rozostřením. Někteří klienti jsou příliš pomalí, takže výsledky mohou být nepřesné, proto je nezbytné provést objektivní hodnocení. [17, 20, 24]

NPC vyšetřujeme také pomocí konvergomětru. Právítko je umístěné jednou stranou u nosu klienta a druhou stranu drží vyšetřující. Klient očima fixuje černý bod a sám posouvá jezdec k nosu, dokud nezaznamená rozdvojení bodu nebo uskočení linie na stranu. Vybočení linie naznačuje potlačení oka v bodě zlomu. Nyní zjistíme na centimetrové stupnici **subjektivní hodnotu blízkého bodu konvergence**. [5, 15]



Obrázek 7 – Konvergometr s fixačním bodem

Při přibližování fixačního bodu můžeme zaznamenat vychýlení jednoho oka klienta, hovoříme o ztrátě fixace jednoho oka. Zde je naměřena **objektivní hodnota blízkého bodu konvergence**. Měl by být proveden záznam, které oko se vychýlilo. [5, 17, 18]

Následně se podobně testuje bod spojení neboli recovery point při oddalování fixačního bodu. [12]

NPC se nachází přibližně 8 cm před okem (u dětí se uvádí 5 cm). Pokud při opakovaném měření detekujeme blízký bod dál než ve vzdálenosti 10 cm, jedná se o pokles konvergence. Není pravidlem, že by NPC byl shodný s blízkým bodem akomodace, takže přibližující se předmět můžeme vidět rozmazaně, ale ne dvojitě. [2, 15, 18]

Běžné hodnoty NPC zapisujeme ve formě: bod rozdvojení/bod spojení. Standardní hodnoty dospělého člověka jsou 7/9 cm a méně. Podle většiny zahraničních zdrojů by vyšetření mělo být provedeno třikrát. [12, 17]

4 URČENÍ PŘÍDAVKU DO BLÍZKA A TYPY KOREKCE PRESBYOPIE

Adici neboli přídavek do blízka běžně vyšetřujeme binokulárně. Při vyšších hodnotách anizometropie počítáme s rozdílnou adiční hodnotou, proto v tomto případě presbyopy vyšetřujeme monokulárně. [13]

Pokud máme u každého oka různou akomodační šíři, nedodržujeme pravidlo stejné korekce na obou očích. [2, 15, 20]

4.1 Metody stanovení přídavku do blízka

Studie prokázala genderový rozdíl v presbyopických korekcích u žen, které vyžadovaly vyšší adici než muži v odpovídajícím věku. [41]

Pomocí foropteru je obtížné stanovit vhodnou pracovní vzdálenost, proto se doporučuje užít zkušební obrubu. [20]

Při vyšetřování nejdříve provedeme korekci refrakce do dálky a k této korekci doměrujeme adiční přídavek do blízka podle požadované pracovní vzdálenosti klienta. [7]

Změny adice by měly být dostatečně velké, aby vyřešily potíže klienta, ale neměly by být tak velké, aby vedly k adaptačním obtížím. [2, 18, 22, 42]

Přídavek do blízka lze určit několika metodami:

- Věk
- Numerický odhad podle vzorce
- Subjektivní stanovení minimální adice
- Metoda zkříženého cylindru
- NRA/PRA metoda
- Červeno-zelený test
- Vymezení rozsahu ostrého vidění

Určení přídatku do blízka podle věku

Pro klienty mladší 60 let je dobrý odhad adice do blízka podle věku. U klientů starších 60 let, kdy je akomodace prakticky nulová, je adice do blízka určena z požadované pracovní vzdálenosti.

Podle výzkumu je test, který se ptá klienta na jeho věk, nejjednodušší, nejrychlejší, a představuje nejmenší počet chyb. To ukazuje, že pro většinu klientů je předběžný přírůstek založen na věku. Považujeme tedy věk jako vodítko pečlivě provedeného testování. [20, 22]

VĚK	ADICE	
	Pro vzdálenost ve 33 cm	Pro vzdálenost ve 40 cm
45 let	+ 1,25 D	+ 0,75 D
50 let	+ 1,75 D	+ 1,25 D
55 let	+ 2,25 D	+ 1,75 D
60 let a více	+ 2,50 D	+ 2,00 D

Tabulka 3 – Odhad přídatku do blízka podle věku klienta [27] UPRAVENO

Určení přídatku do blízka podle amplitudy akomodace

Pro presbyopy mladší 55 let je tento test neoptimálnější. U starších klientů, kteří mají v zásadě nulovou akomodaci nebo mají věkem ovlivněnou pupilární miózu, stává se měření amplitudy akomodace bezvýznamné.

AA změříme pomocí metod popsanych v podkapitole 2.6. Pracovní vzdálenost zjistíme díky čtecí tabulce, kterou si klient umístí tam, kde potřebuje ostře vidět. [20]

$$ADD = 100/a - \frac{2}{3}AA$$

Ve vzorci značí ADD adici v dioptriích, a je požadovaná pracovní vzdálenost v cm a AA je akomodační šíře. [27]

Pro příjemné vidění musí být třetina AA ponechána jako akomodační rezerva u mladších presbyopů a polovina AA u starších presbyopů. [3, 7, 15, 20]

Subjektivní stanovení nejnižší potřebné adice

Klient s nasazenou korekcí do dálky drží čtecí tabulku ve zvolené pracovní vzdálenosti. Dokud se čtení zlepšuje nebo dokud klient nepřečte řádek o vízu 1,0, předkládáme mu binokulárně spojné čočky v krocích po 0,25 D. Pro kontrolu mu binokulárně zkusíme předsadit -0,25 D. Dojde-li ke zhoršení, rozptylnou čočku nevkládáme. Hodnota vložených spojných čoček k subjektivní korekci do dálky je adice. [30]

Metoda pevného zkříženého cylindru

Jedná se o metodu, jež byla popsána již v podkapitole 2.6.

Spojnými čočkami nezamlžujeme, ale vkládáme je v krocích po 0,25 D až do srovnání vjemů. Zjištěný přídavek do blízka je hodnota spojné čočky, kdy došlo ke sjednocení zvýraznění vertikálních i horizontálních linií testovacího kříže (viz obr. 5, str. 22). [27]

Tato metoda vykazuje příliš vysoké hodnoty předepsané adice pro mladšího presbyopa, pro staršího presbyopa lze podle této metody vypsát předpis. [22]

NRA/PRA testy

Adici, kterou jsme naměřili metodou zkřížených cylindrů, překontrolujeme testováním relativní akomodace. [18, 20]

Klientovi vykorigovanému do dálky předložíme čtecí tabulku, kterou si nastaví na běžnou pracovní vzdálenost. Stanovíme přídavek, aby viděl ostře co nejmenší řádky. Jedná se o počáteční adici, dále jen PA. Následně postupujeme podle metody, která byla popsána výše v podkapitole 2.6. Pro výpočet adice používáme vzorec:

$$ADD = PA + (NRA + PRA)/2$$

Příklad: PA je +1,00 D, naměřená hodnota NRA je +2,00 D a PRA je -0,5 D.

$$ADD = +1,00 + (+1,50/2) = +1,75 \text{ D [27]}$$

Pro presbyopa by měla být NRA a PRA přibližně stejná, nebo NRA mírně vyšší, aby mohl klient pohodlně číst (40 cm). Pokud je pozitivní relativní akomodace mírně vyšší než negativní, znamená to zbytečně vysoký adiční přírůstek do blízka. [18, 20]

Červenozelený test

Je to kontrolní test správně předepsané adice. Klient s korekcí do blízka oběma očima pozoruje červenozelený test ve stanovené pracovní vzdálenosti. Pokud jsou znaky výraznější (černější) v červené oblasti zvýšíme korekci o $-0,25$ D. Pokud jsou znaky kontrastnější v zelené oblasti, zvýšíme korekci o $+0,25$ D.



Obrázek 8 – Červenozelený test do blízka

U mladších presbyopů ponecháme tmavší znaky v zeleném poli a korekci neupravujeme. [27]

Vymezení rozsahu ostrého vidění

Jde o metodu kontroly dostatečně ostrého vidění s ohledem na klientovy požadavky.

VĚK	PŘÍDAVEK DO BLÍZKA	INTERVAL OSTRÉHO VIDĚNÍ	
		Blízký bod	Daleký bod
45 let	+ 0,75 D	24 cm	133 cm
50 let	+ 1,25 D	27 cm	80 cm
55 let	+ 1,75 D	31 cm	57 cm
60 let a více	+ 2,00 D	33 cm	55 cm

Tabulka 4 – Rozsah ostrého vidění [27] - UPRAVENO

Klient s předepsanou adicí sleduje čtecí tabulku, kterou od sebe oddaluje, dokud se mu nejmenší přečtený řádek trvale nerozostří. Následně si tabulku přibližuje, dokud nepřestane vidět text ostře. Tyto krajní meze nazýváme dalekým a blízkým bodem, jsou hranicí ostrého vidění. Mezi dalekým a blízkým bodem přibližně uprostřed se má nacházet pracovní vzdálenost klienta. [13, 27]

4.2 Korekce presbyopie

Možností, jak řešit presbyopii je několik: brýle, kontaktní čočky, refrakční operace. [12]

4.2.1 Brýlová korekce presbyopie

Nejčastějším řešením presbyopie je brýlová korekce, kdy čočky bývají vyrobeny z různého materiálu a mohou mít specifické optické a mechanické vlastnosti.

Monofokální brýlová korekce

Monofokálními neboli jednoohniskovými brýlovými čočkami korigujeme vidění do dálky, nebo do blízka. Řadíme sem čočky sférické a čočky torické. [7]

U mladších emetropických presbyopů není problém přeastřovat do různých vzdáleností, ale kvůli slábnoucímu akomodačnímu výkonu přestanou být pro ně čtecí brýle dostačující. [28]

Bifokální brýlová korekce

Bifokální brýle jsou původně vynálezem Benjamina Franklina v roce 1784. Horní část čočky je určena pro ostré vidění do dálky a dolní část čočky (přídavný segment) slouží pro ostré zobrazení blízkého předmětu. [5, 6, 7, 12]

Trifokální brýlová korekce

U trifokálních brýlí jsou k hlavní části čočky do dálky přidány dva segmenty – pod horním dílem je uložen střední segment pro pohled na střední vzdálenost a nejnižší je část, která slouží k ostrému pohledu do blízka. [7, 12]

Při práci s počítačem předpokládáme vzdálenost od monitoru asi 50-60 cm (střední vzdálenost), proto snížíme předpokládanou adici do blízka o +0,5 D. [20]

Multifokální brýlová korekce

Progresivní neboli víceohnisková brýlová čočka je z jednoho kusu. Vrchní část čočky tvoří široká oblast pro vidění do dálky, na kterou navazuje úzký kanál vidění přecházející v opět se rozšiřující segment do blízka. Kanál vidění je široký pouze několik mm. Zde platí, čím je adice vyšší, tím je kanál užší. V progresivním kanálu čočky dochází k postupnému navýšení sférického účinku až k segmentu na blízko. Mezi multifokální čočky zahrnujeme také kancelářské progresivní čočky. Jedná se o interiérové neboli degresivní čočky, které jsou centrovány na práci do blízka a na střední vzdálenost vyloženě do místnosti. Výhodou je široký progresivní kanál, ale naopak se tyto čočky nemohou použít při řízení auta. [6, 7, 12, 43]

Autofokální brýle

Vědci ze Standfordské univerzity vyvinuli speciální brýle, které umí snímat pohyb očí a zároveň prostor, který klient pozoruje. Tento vynález dokáže zaměřit vzdálenost předmětu, na který se klient dívá a zaostřit na něj. Systém je postaven na principu čočky brýlí, která je schopna upravit svůj objem a tvar čerpáním kapaliny z čočky tam a zpět. Tím se upraví poloha ohniska čočky a pozorovaný objekt je viděn ostře. Současný vzhled brýlí je poněkud rozměrný, během vývoje se počítá s miniaturizací aparátu. [23]

4.2.2 Korekce presbyopie kontaktními čočkami

Mnoho klientů si často nejsou vědomi rozsahu možností korekce presbyopie, a to například kontaktními čočkami.

Jednou z náročnějších oblastí v praxi je vybavit presbyopického klienta takovými kontaktními čočkami, aby jim umožnily splnit většinu vizuálních požadavků. [5]

Metoda monovision

Jedná se o korekci, kdy je jedno oko vykorigováno do dálky a druhé do blízka. Dominantní oko je běžně korigováno do dálky. Principem této metody je, že si vizuální systém vybere obraz jednoho oka a obraz druhého oka potlačí. Pro monovizní korekci lze užít všechny formy měkkých i tvrdých kontaktních čoček a jak sférické čočky, tak i torické. [5, 31]

Kontaktní čočky a brýle s adicí

Pro pozorování vzdálených předmětů nosí klient kontaktní čočky na očích po celý den a pro vidění do blízka má klient jednoduché čtecí brýle.

Víceohniskové kontaktní čočky

Mezi **bifokální kontaktní čočky** řadíme čočky koncentrické, difrakční a alternující. Koncentrické čočky obsahují v centru segment do dálky a v periférii do blízka – případně naopak. U difrakčních čoček soustředně uspořádané segmenty fungují jako difrakční mřížka. Alternující čočky jsou sestaveny podobně jako bifokální brýlové čočky – při přímém pohledu před sebe je před zorničkou umístěn segment do dálky a obvykle pod ním segment do blízka.

Podobně jako u bifokálních čoček, tak i **multifokální kontaktní čočky** rozdělujeme na čočky difrakční a koncentrické. Multifokální kontaktní čočky mají navíc oblast obsahující dioptrie pro ostré vidění na střední vzdálenost. Koncentrické neboli asférické čočky nemají jednotlivě ohraničené oblasti pro vidění na různé vzdálenosti. Přechod mezi jednotlivými oblastmi je plynulý. [9, 32]

4.2.3 Korekce presbyopie vybranými refrakčními operacemi

Až polovina všech lidí potřebuje korekci, aby dobře viděli. Jsou zde různé důvody, proč až čtvrtina z nich nechce nosit brýle či kontaktní čočky. Zde přichází na řadu refrakční operace, která přináší nekompromisní léčbu refrakčních vad. Je pravdou, že dnešní presbyopové často ani neví o možnosti řešení problémů operací. [2, 12, 34]

Nitrooční čočky

Pokud je presbyopie doprovázena počínající kataraktou, pak jedinou variantou je vyjmutí čočky. Jedná-li se o ametropického klienta, operativní zákrok nazýváme refrakční výměna čočky. Dopomohl tomu vývoj materiálu a konstrukce nitrooční čočky (intraocular lenses = IOL), která se vkládá po odstranění jádra a kůry do pouzdra původní čočky – jedná se o extrakapsulární metodu. Vkládají se monofokální a torické čočky, ale také multifokální a akomodační nitrooční čočky.

Nevýhodou extrakapsulární metody je rozsáhlý vstup do oka při operaci, a proto se dnes provádí spíše fakoemulsifikace. Jedná se o rozbití ztuhlého jádra a kůry ultrazvukem, pak je tato hmota vysáta z pouzdra čočky. [9]

Po zákroku se objevují drobné zbytkové aberace sférického či cylindrického typu, ty jsou velmi dobře řešitelné laserovou metodou LASIK, která tyto aberace pomáhá eliminovat. [1]

Multifokální intraokulární čočka na sítnici vytváří různě ostré a neostré obrazy, z nichž si mozek musí vybrat. Čočky dělíme je na refrakční, difrakční a bifokální. Refrakční čočky mají zóny prstencového tvaru a každá z nich má různou refrakční sílu. Difrakční čočky vytváří interferenční obrazec pomocí difrakčních prstenců na čočce.

Akomodační intraokulární čočka je určena ke změně síly nebo ohniskové vzdálenosti oka. Podstatou funkce čočky je co nejvíce se fyziologicky přiblížit přirozené akomodaci. [9]

Pozn: Metody LASIK (Laser in situ keratomileusis) a PRK (Fotorefraktivní keratektomie) jsou laserové refrakční operace, kdy dochází k ablaci rohovky laserem.

Metoda monovize

Chirurgický zákrok se provádí na stejném principu, jako byla popsána monovizní metoda u kontaktních čoček. Klienti spíše preferují rohovkové zákroky, a to formou laserových operací (LASIK a PRK), než nitrooční zásahy – vložení IOL. U laserových operací je riziko nežádoucích následků menší. [9]

Obvykle se vkládá monofokální nitrooční čočka do oka dominantního a multifokální čočka do oka druhého. [35]

Presbylasik

Jde o korekci presbyopie, kdy se excimer laserem vytvoří multifokální rohovka, která zajistí ostré zaměření na předměty v dálce i v blízkosti. Užívají se principy ablace pomocí metody LASIK. Máme dvě možnosti úpravy rohovky. Jednou možností je zkorigovat centrální část (zornicová část) pro vidění do dálky a periferii pro vidění do blízka. Druhou možností je tyto oblasti prohodit. [9]

Korneální čočka

Zde se jedná o prolnutí principu bifokální čočky s metodou monovize. Hydrogelová čočka je uložena ve stromální části rohovky. Při pohledu na samotnou čočku z profilu lze vidět změny jejích parametrů, z čehož plyne, že centrální část čočky má odlišnou optickou mohutnost než periferní. [9]

Přední ciliární sklerotomie

Je to jedna z možností chirurgické korekce presbyopie prováděné na bělimě (*sclera*). Do bělimy se provedou radiální řezy, aby se rozšířil její průměr. Podle Thorntona a Sheara měl tento zákrok vytvořit větší prostor pro akomodační systém, resp. čočku a zonulární aparát, a tím umožnit zvýšené napětí během kontrakce svalů. [9]

Bohužel se tato metoda potvrdila jako nestálá, proto byla doplněna o implantaci silikonových zátek do řezů.

4.2.4 Farmakologická korekce presbyopie

Soustředí se na změkčení čočky a navození miózy pupily. Ze studie vyšlo, že po aplikaci miotických farmak do jednoho oka se objevila neschopnost monokulárního vidění do dálky i blízka. Ke zlepšení nedošlo ani po několika hodinách. Studie se zaměřovala na testování pouze za fotopických podmínek. Předpokládalo se, že stejné potíže nastanou při skotopickém i mezopickém vidění.

Nyní nejsou prokázána žádná farmaka, která by příznivě eliminovala presbyopii. Přesto se nevyklučuje, že by v budoucnu farmakologické léky mohly představovat spolehlivé řešení vetchozrakosti. [38]

5 MULTIFOKÁLNÍ BRÝLOVÁ KOREKCE A JEJÍ CENTRACE

Někteří klienti mohou mít příliš vysoké požadavky na vidění a my se jim snažíme vyhovět výběrem nejvhodnější korekční pomůcky. Bereme také ohled na jejich povolání a záliby. Při výběru korekční pomůcky přihlížíme na spokojenost či nespokojenost s předchozím produktem. [6]



Obrázek 9 – Pohled přes progresivní čočku [44]

Multifokálních čočky nabízí možnost jasného vidění na všechny vzdálenosti. Klienti si tuto korekční pomůcku vybírají nejen proto, aby jim dobře sloužila, ale také aby jim slušela. [18]

5.1 Vývoj multifokálních čoček

V roce 1909 v Americe přišel Henry Orford s první myšlenkou progresivních brýlových čoček, avšak jeho patent byl realizován až o půl století později ve Francii. Tehdy byly sestrojeny dostatečně kvalitní stroje schopné výroby složitých asférických čoček. [6, 18, 28]

5.1.1 První progresivní čočky

Bernard Maitenaz z firmy Societé de Lunetiers uvedl na trh čočku Varilux. Tento převratný výrobek nebyl v USA do roku 1965 k dostání. Původní Varilux byl předlohou, jak by měla progresivní čočka vypadat. [6, 18, 28]

5.1.2 Užití horizontální optické modulace

Čočka Varilux byla modifikována na Varilux 2, u které se podařilo snížit aberace v okrajích čočky. Tato zdokonalená čočka byla brána za plnohodnotnou korekční pomůcku právě proto, že vykazovala skutečné progresivní změny dioptrií. V následujících letech se rozšířil rozvoj progresivních čoček. Některé firmy se specializovaly na zmírnění nežádoucího astigmatického účinku na okrajích čočky

(American Optical), další se specifikovala na rozsah zorného pole (Rodenstock, Sola). Jiné firmy se soustředily na pohodlné binokulární vidění (Zeiss). [28]

5.1.3 Progresivní čočka s multi-designem

Byla snaha vytvořit čočku jak pro mladšího, tak pro staršího presbyopa. Pro mladšího presbyopa, u kterého je předpoklad rychlého přivyknutí na progresivní čočku a vyžaduje dlouhý progresivní kanál, je vhodný měkký typ čočky. Tvrdý typ čočky, který má krátký progresivní kanál, je spíše pro staršího presbyopa.

Spojením vlastností těchto typů přišla na trh roku 1988 čočka Varilux Multi-Design od společnosti Essilor. [28]

5.1.4 Naturální vidění

Další generací vývoje byla čočka Varilux Comfort, která umožňovala běžné a pohodlné sledování objektů skrz progresivní čočku – přirozenější držení a sklon hlavy. Segment do blízka byl posunut výš, tzn. bod s maximální adicí do blízka se nachází o 2-3 mm výše u čočky s přídavkem do blízka +2,00 D než u čočky předchozí generace. [28]

5.1.5 Rozšířené zorné pole

Čočka Varilux Panamic měla snížené zkreslení v periferii, kterého bylo dosaženo změkčením progresivní plochy v okolních částech, takže rozpoznávání objektů bylo mnohem rychlejší. Pro maximální ostré vidění došlo ke zvětšení oblasti do blízka a na střední vzdálenost. [28]

5.1.6 Úzké obruby

U klientů rostla poptávka po úzkých obrubách a tomuto trendu se nevyhnula ani poptávka po progresivní čočce do úzké obruby. Pro zajištění dostatečně velké oblasti pro vidění do dálky se stanovila minimální výška obruby. Hodnota nesměla být menší než 24 mm a centrovací kříž nesměl být od spodní hrany horní části očníce vzdálen méně než 10 mm.

Podle požadavků trhu se začala vyrábět čočka Varilux Ellipse. Měla krátký progresivní kanál a bod nejostřejšího vidění do blízka se od centrovacího kříže nacházel pouze 9,5 mm. Lišila se od čočky Varilux Comfort tím, že její bod nejostřejšího vidění na blízko byl umístěn o 2,5 mm níže. [28]

5.1.7 Maximální rozlišení

V roce 2006 čočka Varilux Physio nabízela nejkvalitnější vidění na všechny vzdálenosti s nejlepším rozpoznáním detailů a omezením aberací. [28]

5.1.8 Individuální čočky

Čočky zohledňující charakteristické rysy jednotlivce, jako první s těmito čočkami přišly firmy Rodenstock a Zeiss. Individualita spočívá například v měření PD každého oka zvlášť.

Čočky Varilux Ipeo jsou vyráběny pro dva typy klientů. Presbyopové, kteří převážně pohybují očima a ti kteří pohybují zejména hlavou. Vision Print systém je přístroj zkoumající naše gesta a chování – pohyby hlavou či očima, a informace vyhodnocuje pro správné sestrojení čočky Varilux Ipeo. Podle získaných dat je čočka individuálně upravena pro klienta na míru. [28]

5.1.9 Nejlepší vidění při řízení auta i při práci na počítači

V roce 2016 se na trhu objevila čočka Varilux Digitime, která zaručovala ostré a bezpečné vidění při práci na telefonu či podobných zařízeních. [33]

Ten samý rok byla firmou Essilor představena čočka Eyedrive. Při řízení automobilu zmírňuje oslnění a zajišťuje rozlehlé zorné pole. [33]

5.2 Centrace a značení multifokálních brýlí

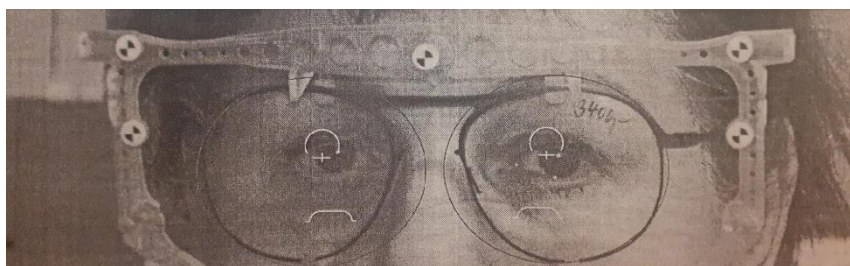
Multifokální čočky jsou kvůli asférické přední ploše nejsložitějším výrobkem z dnešního sortimentu korekčních čoček. Proto je nutná správná centrace čočky a výběr vhodné obruby. Z toho plyne, že výška očníce by měla nabývat hodnotu 3-4 cm. Správně zvolené brýle zaručují dostatečnou rezervu od centračního kříže po spodní okraj brýlí, tato vzdálenost má být nejméně 22 mm. [6]

Centraci ruční nebo pomocí centrovací věže provádíme až po anatomickém přizpůsobení brýlí klientovi. Parametry, na které se soustředíme při centraci:

- **PD** – celková vzdálenost zornic
- **výška** – vzdálenost mezi spodní hranou očníce a dolním rozhraním zornice s duhovkou (případně mírně nad rozhraním)

- **vzdálenost brýlí o oka** – vzdálenost přední plochy rohovky od brýlí, tato vzdálenost bývá většinou cca 12 mm (pokud tomu tak není, musíme počítat při každém milimetru navíc se zmenšením obrazu o 7,5 %)
- **inklinace brýlové obruby** – jedná se o úhel, který při pohledu z boku svírá svislá osa očné s kolmicí k zemi; převážně závisí na běžném postavení hlavy klienta, na způsobu použití brýlí a taktéž na anatomických proporcích klienta; osa očné brýlí bývá nejčastěji kolmá k zemi, přesto brýle do blízka by měly mít inklinaci poněkud větší; při uchycení stěžečky v horní polovině brýlového středu je úhel sevřený obrubou a stranící 75-85 °, pokud se uchycení nachází ve střední části je úhel 90 °
- **zakřivení brýlí** – jde o prohnutí brýlového středu buď k očím nebo od očí [6, 26, 28]

Nejnovější centrovací věže neslouží pouze k měření potřebných očních parametrů, ale mohou být využity k výběru vhodné brýlové obruby.



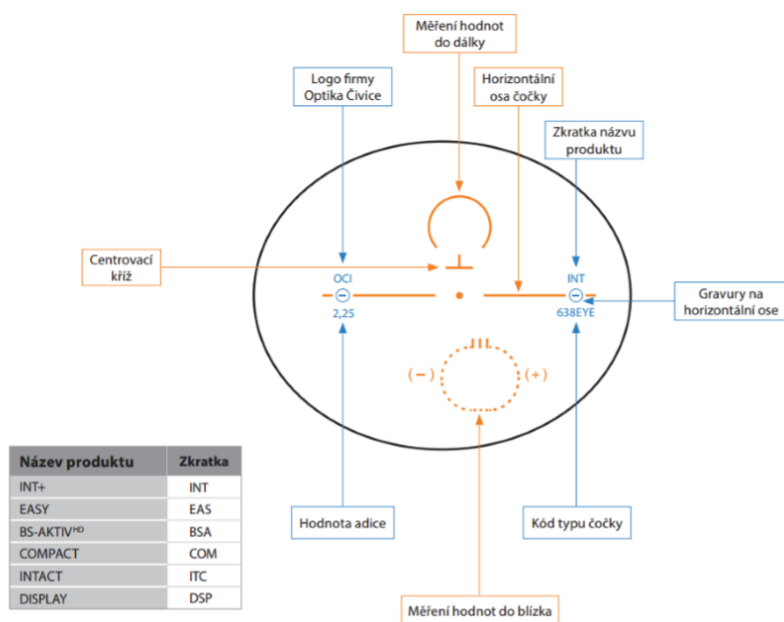
Obrázek 10 – Fotografie klienta při centraci s centrační věží [45]

5.2.1 Gravury

Na povrchu čočky jsou nejčastěji laserem vypáleny znaky zvané **(mikro)gravury**, kterými se řídíme v případě potřeby opakované centrace. Nelze je smýt a lze je pozorovat pouze při určitém mikroskopickém zvětšení, za určitého sklonu nebo pod UV světlem. [6, 28, 43]

Jedná se o dvě značky (kroužky nebo čtyřúhelníky), které nám ukazují hlavní horizontální osu čočky. Ve středu se nachází nulový bod – **vztažný bod pro měření prizmatického účinku (VP)** (viz obr. 11). [6, 43]

Kolem temporální značky bývá hodnota adice do blízka a logo výrobce. Kolem nazální se nachází informace o značce produktu a kódu typu čočky. [28, 43]



Obrázek 11 – Značení progresivních čoček – Optika Čivice [43]

5.2.2 Smazatelné razítkové označení

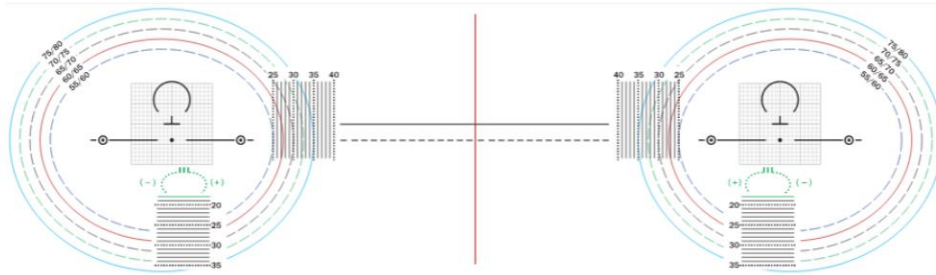
Při vyzvednutí brýlí klientem slouží označení ke kontrole správného dodržení centrace při výrobě, poté je před předáním smazáno.

V horní části čočky nalezneme oblouček nebo dvě kulaté závorky, v jejichž středu se nachází **vztažný bod pro korekci do dálky (V_D)**. V tomto bodě měříme pouze sférickou či astigmatickou optickou mohutnost do dálky, jelikož toto místo je bez progresivního účinku (viz obr. 11). [6]

Pod V_D se nachází **centrovací kříž**, kterým na multifokální čočce značíme střed zornice při pohledu do dálky za běžného držení hlavy i těla. [6, 7]

Od V_D je obvykle o 2 až 2,5 mm decentrován k nosu **vztažný bod korekce do blízka (V_B)**, který leží ve spodní části progresivní čočky a je středem oblasti pro vidění do blízka. Centrujeme ho podle centrovací šablony neboli ditestu. Konkrétní umístění segmentu do blízka závisí na hodnotě adičního přírůstku. Vzdálenost mezi dolním okrajem čočky a V_B musí být minimálně 8 mm. [6, 46]

Mezi přední dodavatelské firmy těchto čoček řadíme Essilor, Rodenstock a Zeiss.



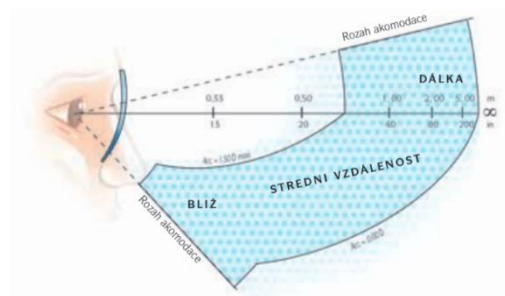
Obrázek 12 – Ditest [46]

Kontrola nacentrovaných brýlí se provádí na centriskopu, centrovačce nebo pomocí tzv. Zrcadlové metody. Poslední zmíněná metoda je jednoduchá a nejméně nákladná. Mezi vyšetřujícím a klientem leží na podložce kulaté zrcadlo s fixačním bodem (nakreslený kříž na zrcadle). Klient bod pozoruje a vyšetřující sleduje v odrazu zrcadla polohu zornic vzhledem k umístění vztažných bodů určených pro vidění do blízka.[6]

5.3 Optické vlastnosti

Progressivní čočky zajišťují ostré vidění na všechny vzdálenosti bez rušivých přechodů mezi jednotlivými oblastmi. [18]

Progressivní kanál nabývá šíře asi 14 mm. Tato šíře přímo úměrná jeho délce, ale nepřímou úměrnou velikosti adice. Proto mladším presbyopům s nízkou adicí doporučujeme při výběru čoček zaměřit se na čočky s nejužším kanálem. [6]



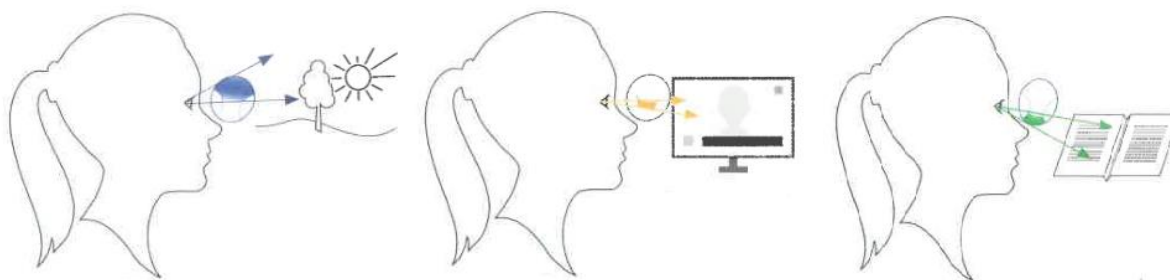
Obrázek 13 – Vidění skrz progresivní čočku [28]

Asféricita předního povrchu čočky poskytuje postupné navyšování plusové síly skrz progresivní kanál. Linie vidění se táhne nasádně směrem dolů. V důsledku přítomnosti astigmatismu dochází k rozmazanému vidění na obou periferních stranách čočky. V důsledku výrobního procesu je přítomnost astigmatismu v periferiích čočky přirozená, ať předpis klienta obsahuje korekci astigmatismu nebo ne. [18]

Kvůli návaznosti přechodů mezi jednotlivými zónami je tloušťka multifokální čočky v okrajových částech zóny pro vidění do dálky větší než v okrajových částech zóny do blízka.

Multifokální čočky kulatého tvaru zajišťují úsporu váhy čočky o 20-30 %.

Aktuální problém s multifokální korekcí je u hypermetropů, kdy z důvodu navýšení kladné refrakční hodnoty dochází ke zmenšení **zorného pole**.



Obrázek 14 – Horní oblast pro vidění do dálky (vlevo), přechodná oblast pro vidění na střední vzdálenost (uprostřed), spodní oblast pro vidění do blízka (vpravo) [47]

Je důležité u klienta správně nacentrovat zónu do dálky. Příliš vysoko položený centrovací kříž způsobí příliš vysoko umístěný progresivní kanál, který by mohl ovlivnit vidění do dálky. Byla by tedy narušena kvalita vidění a zorné pole klienta, který by byl nucen přizpůsobovat korekci náklon hlavy nebo postavení očí.

V opačném případě by byl centrovací kříž umístěn příliš nízko. To je mnohem horší možnost než výše uvedená varianta. Klient by měl sice větší zorné pole při pohledu do dálky, ale naopak mnohem užší zorné pole do blízka.

Obě tyto popsané situace vedou k nespokojenosti klienta. [6]

Na základě parametrů progresivního kanálu a vlivu nežádoucího astigmatismu lze rozdělit **progresivní čočky** na tvrdý a měkký design.

U čoček s **měkkým designem** platí, že hodnota celkového astigmatismu se nezvětší na celém povrchu nad hodnotu přídavku do blízka. Tyto čočky mají dlouhý a široký progresivní kanál s úzkými oblastmi pro vidění do dálky i do blízka. Za cenu malého prostoru pro ostré vidění do všech vzdáleností není vidění skrz periferní oblast tolik rozmazané. [18]

Krátký a úzký kanál čoček s **tvrdým designem** kompenzují rozsáhlé oblasti do blízka i do dálky a tyto oblasti jsou oprostěny od nežádoucího astigmatismu. Celkový astigmatismus se v periférii zvyšuje nad hodnotu přídavku na blízko. U tohoto typu čoček máme výbornou viditelnost do dálky i do blízka, na úkor relativně velkého astigmatismu. Ten může způsobit rozmazané vidění a prostorové zkreslení. Tento design dnes považujeme za zastaralý. [6, 18]

5.4 Srovnání korekcí presbyopie

Většina presbyopů raději z počátku sáhne po monofokálních brýlích než po multifokálních. Není-li zjištěna žádná subjektivní refrakce do dálky, pak monofokální brýle, jako první korekční pomůcka na čtení, mohou být uspokojivé. [18]

Nevýhodou bifokálních brýlí je nárazově rozostřený neboli uskočený obraz, a to kvůli prizmatickému účinku při přechodu mezi částí do dálky a částí do blízka. V praxi se úskok jeví jako slepé místo v zorném poli. Faktem je i estetická nevýhoda bifokálních brýlí – přechod na segment do blízka je viditelný pro okolí. Zmíněnou nevýhodu odskoku obrazu mají trifokální brýle, které v dnešní době hodně lidí preferuje při práci na počítači. Dále jsou trifokální brýle oblíbené staršími presbyopy, kteří vyžadují vyšší přídavky do blízka, a také si je oblíbili klienti s přehledem o skutečnosti, že čím více segmentů je na čočce, tím je přechod nenápadnější. Zejména u starších 75 let hrozí zvýšené riziko pádů, stejně jako u nositelů progresivních brýlí. [5, 7, 12, 18, 20, 29]

Trifokální nebo multifokální čočky by měly být nabídnuty všem klientům, kterým byla naměřena adice +2,00 D a více. Ačkoliv je potřeba časová adaptace klienta na segment pro vidění na střední vzdálenost, většina z nich je v závěru spokojena. Pokud není využití středního segmentu v každodenním životě, nebo byla korekce špatně změřena či zhotovena, může se stát, že klient chce zpět bifokální korekci. [18]

Trifokální čočky zajišťují podobnou úroveň vidění jako progresivní čočky, ale díky eliminovaným hranám progresivní čočky z trhu prakticky vytlačily veškeré čočky se segmentem. [12, 6, 7]

Nesprávný přídavek na čtení je běžnou příčinou nespokojených klientů s novými brýlemi. V posledních letech se tyto problémy objevují zřídka, a to díky progresivním čočkám s přídavkem na blízko, kdy klient nemá pocit překorigované korekce do blízka. Největším negativem progresivních čoček je nepříjemný periferní astigmatismus. [20, 31]

Myopové akomodují méně s brýlemi než s kontaktními čočkami, je to pro ně pohodlnější. To neplatí pro hypermetropy, kteří by shledali lepší vidění do blízka s kontaktními čočkami. [5]

S monovizní korekcí kontaktními čočkami dochází pouze k mírnému snížení vízu do dálky ve srovnání s korekcí brýlemi. Při kontrole vízu do blízka byly výsledky totožné, ale kvůli možnému zamlženému vidění při adaptaci na monovizní kontaktní čočky je doporučeno nenabízet tuto korekci presbyopům nad 50 let.

Úspěšnost monovizní metody je 75 % a zvažujeme ji u presbyopických klientů s náročnými požadavky na vidění do blízka. Monovizní metoda zajišťuje maximální hloubku ostrosti, pokud však převažuje množství úkolů vyžadujících dobré binokulární vidění do dálky, je lepší se této metodě vyhnout – především při podezření na anizeikonii. [5, 31]

Nutnost korekce astigmatismu brýlovými čočkami je považována za největší nevýhodu po korekci metodou monovizními kontaktními čočkami. [9]

Po chirurgické korekci monovizní metodou bývá podle studií největším problémem schopnost klienta potlačit neostrý obraz. Pro některé profese jako jeřábník nebo pilot je omezené prostorové vidění nevýhodou. Také je nutné brát v úvahu možné komplikace – zákal či výskyt anizometropie. [9, 34]

U implantovaných čoček se mohou vyskytnout odrazy či odlesky od struktury čočky. Může dojít k haloefektům a zvýšené oslnivosti za šera, kdy jsou více rozšířené zornice. Na druhou stranu s implantovanými čočkami dochází k rychlé pooperační adaptaci. Následně po zákroku je zaznamenáno zlepšené vidění do dálky, dostatečné vidění do blízka i na střední vzdálenost. [2, 9, 12]

ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo zhodnotit, co pojem presbyopie znamená, jak vzniká, jak se projevuje, koho nejvíce postihuje a jaké jsou možnosti řešení této fyziologické anomálie. Shrnula jsem společný vliv akomodace a konvergence, které se podílejí na vzniku jednoduchého binokulárního vidění předmětu v bezprostřední blízkosti. Uvádím zde a zároveň rozebírám různé akomodační nebo konvergenční patologické anomálie.

Dále v práci popisuji, že je nezbytné zpočátku správně stanovit subjektivní korekci, adici a následně můžeme pro tuto vadu vybírat vyhovující řešení. To vše souvisí s maximálním množstvím informací, které mi mohou pomoci pro určitého klienta vybrat a stanovit optimální korekci podle jeho požadavků.

Práci uzavírám shrnutím poznatků o multifokální brýlové korekci. Je zde uvedeno konkrétní značení progresivních čoček a jejich využití.

Každý člověk je jedinečný, takže sto refrakčních operací a chirurgických zákroků se neprojeví se stejným výsledkem.

Multifokální brýlová korekce má spoustu výhod i nevýhod, ale pro člověka požadujícího dostatečně ostré vidění na všechny vzdálenosti je tato korekce jednou z nejlepších variant.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HYCL, J., TRYBUČKOVÁ, L. *Atlas oftalmologie*. 2. vydání. V Praze: Triton, 2008, 239 s. ISBN 978-80-7387-160-4.
- [2] ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. V Brně: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004, 96 s. ISBN 807013402X.
- [3] ŘEHÁK, J. a kol. *Výukové materiály k předmětu Korekce zraku III.*, Oční klinika Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, 2019.
- [4] JIRMAN, J. *Oční lékařství*. 2. vyd. Praha: Lékař. knihkupec. a nakl. mladé generace lékařů, 1947.
- [5] EFRON, N., ed. *Optometry A-Z*. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007, ix, 414 s. ISBN 9780750649131.
- [6] RUTRLE, M. *Brylová 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, 143 s. ISBN 80-7013-347-3.
- [7] ROZSÍVAL, P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, [2006], 373 s. ISBN 80-7262-404-0.
- [8] KVAPILÍKOVÁ, K. *Vyšetřování oka*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 87 s. ISBN 8070131950.
- [9] PALLIKARIS I., PLAINIS S., CHARMAN W. N., ed. *Presbyopia: origins, effects, and treatment*. Thorofare, N.J.: SLACK, c2012, xviii, 318 s. ISBN 978-1-61711-026-9.
- [10] PLUHÁČEK, F. *Výukové materiály k předmětu Fyziologická optika*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2017.
- [11] PETROVICKÝ, P., DRUGA R., ed. *Systematická, topografická a klinická anatomie. [Díl] 10, Zrakové a sluchové orgány, orgány s vnitřní sekrecí*. Praha: Karolinum, 1996, 87 s. ISBN 8071841188.
- [12] PLUHÁČEK, F. *Výukové materiály k předmětu Korekce zraku II*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2018.

- [13] PLUHÁČEK, F. *Výukové materiály k předmětům Korekce zraku II a Binokulární vidění*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2018.
- [14] VLÁČIL, O. *Výukové materiály k předmětu Anatomie a fyziologie oka*, Oční klinika Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, 2018.
- [15] HROMÁDKOVÁ, L. *Šilhání*. Vyd. 2., dopl. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 162 s. ISBN 8070132078.
- [16] DUKE-ELDER, S., WYBAR K. C. *Ocular motility and strabismus*. London: Kimpton, 1976, s. 194-198. ISBN 0853137765.
- [17] EVANS, B. J. W., DOSHI S, ed. *Binocular vision and orthoptics: investigation and management*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001, 147 s. ISBN 0750647132.
- [18] GROSVENOR, T. *Primary care optometry*. 5th ed. St. Louis, Mo.: Butterworth-Heinemann, 2007, xiii, 510 s. ISBN 978-0-7506-7575-8.
- [19] KUCHYNKA, P. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: GRADA Publishing, 2016, xx, 903 s. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [20] ELLIOTT, D. B., ed. *Clinical procedures in primary eye care*. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007, viii, 342 s. ISBN 978-0-7506-8896-3.
- [21] PLUHÁČEK, F., MUSILOVÁ L., HLADÍKOVÁ E. *Měření AC/A poměru gradientní metodou – Presentace z kongresu OPTOMETRIE OPTIKA*, 2012. Dostupné z: <http://www.optometry.cz/materialy.php>
- [22] GOSS, D. A. *Ocular accommodation, convergence & fixation disparity: clinical testing, theory, & analysis*. 3rd ed. Santa Ana, Calif.: Optometric Extension Program Foundation Press, c2009, ix, 286 s. ISBN 978-0-929780-24-5.
- [23] PADMANABAN, N., KONRAD R., WETZSTEIN G. *Autofocals: Evaluating gaze-contingent eyeglasses for presbyopes*. Science Advances, vol. 5, June 2019, no. 6.
- [24] EVANS, B. J. W., PICKWELL D. *Pickwell's binocular vision anomalies*. 5th ed. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, c2007, x, 454 s. ISBN 978-0-7506-8897-0.

- [25] JIRMAN, J., ZÁHOŘ A. *Oční lékařství*. Vydání I. V Praze: Mladá generace lékařů, 1942.
- [26] ZEISS. *Lepší vidění – zdraví + prevence* [online]. 2017 [cit. 2020-20-05]. Dostupné z: <https://www.zeiss.cz/vision-care/lepsi-videni/zdravi-prevence/individuality-is-the-word.html>
- [27] PLUHÁČEK, F. *Presbyopie a související vergenční potíže* [online], Prezentace z Odborného kongresu optiků a optometristů Slovenska. 2015, [cit. 2020-17-04]. Dostupné z: <http://www.optometry.cz/materialy.php>
- [28] ESSILOR ACADEMY EUROPE. *Essilor Academy Europe Publications – Progresivní čočky* [online]. Francie. ©2006 [cit. 2020-21-04]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/23841099-Progresivni-cocky-listy-ocnich-optiku-progresivni-cocky.html>
- [29] GRANDOPTICAL. *Grand Optical – Brylové čočky* [online]. ©2017 [cit. 2020-21-04]. Dostupné z: <https://www.grandoptical.cz/sortiment/dioptricke-bryle/brylove-cocky>
- [30] ESSILOR ACADEMY EUROPE. *Essilor Academy Europe Publications – Praktická refrakce* [online]. Francie. ©2008 [cit. 2020-21-04]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/7643047-Listy-ocnich-optiku-prakticka-refrakce.html>
- [31] ŠEBESTOVÁ. *Současné možnosti korekce presbyopie se zaměřením na brylové a kontaktní čočky – autorská přednáška*. Sborník přednášek, 3. celostátní studentská konference optometrie, Brno.
- [32] SYNEK, Svatopluk. *Kontaktní čočky – Učební texty pro studium optometrie* [online]. Brno 2006 [cit. 2020-24-04]. Dostupné z: https://is.muni.cz/elportal/estud/lf/ps09/cocky/web/doc/kontaktni_cocky.pdf
- [33] ESSILOR. *Historie Essiloru* [online]. [cit. 2020-27-04]. Dostupné z: <https://www.essilor.cz/vase-videni/o-nas/historie-essiloru>
- [34] MAGEROVÁ, M., KRIGOVSKÁ P. *Refrakční operace pro presbyopy* – příspěvek z konference OPTOfest 19, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc. 2019.
- [35] KONEČNÁ, V. *Lateralita a oční dominancia* – příspěvek z konference OPTOfest 19, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc. 2019.

- [36] PAPADOPOULOS, P. A., PAPADOPOULOS A. P. *Current management of presbyopia*. Middle East African Journal of Ophthalmology, 2014 Jan-Mar, 21(1): p. 10–17.
- [37] TORRICELLI, A. A. M., JUNIOR J. B., SANTHIAGO M. R., BECHARA S. J. *Surgical management of presbyopia*. Clinical Ophthalmology, Vol 6, 2012, page 1459-1466.
- [38] MONTÉS-MICÓ, R., CHARMAN W. N. *Pharmacological Strategies for Presbyopia Correction*. Journal of refractive surgery, Vol. 35, Dec 2019, no. 12, page 803-814.
- [39] VILLEGAS, E. A., ARTAL P. *Comparison of aberrations in different types of progressive power lenses*. Ophthalmic and Physiological Optics, vol. 24, Sep 2004, no. 5, p. 419-426.
- [40] BURNS, D. *Blur due to pupil area when using progressive addition spectacles*. Ophthalmic and Physiological Optics, vol. 15, July 1995, no. 4, p. 273-279.
- [41] POINTER, J. S. *The presbyopic add. II. Age-related trend and a gender difference*. Ophthalmic and Physiological Optics, vol. 15, July 1995, no. 4, p. 241-248.
- [42] POINTER, J. S. *The presbyopic add. III. Influence of the distance refractive*. Ophthalmic and Physiological Optics, vol. 15, July 1995, no. 4, p. 249-253.
- [43] Optika Čivice. Katalog brýlových čoček 2020.
- [44] Optika Čivice. *Progresivní brýle* [online]. Čivice [cit. 2020-26-05]. Dostupné z: <http://www.optikacivice.cz/progresivni.aspx>
- [45] Materiály z technologické laboratoře. Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc.
- [46] VESELÝ, P. *Brýlová technika I. – Praktická cvičení* [online]. Katedra optometrie a ortoptiky LF MU Brno: 2014/2020 [cit. 2020-27-05]. Dostupné z: <https://adoc.tips/brylova-technika-i-prakticka-cvieni.html>
- [47] Optika Čivice. Technické materiály k Progresivním čočkám 2020.