

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

NEGATIVNÍ ÚČINKY BRÝLOVÉ KOREKCE

Bakalářská práce

VYPRACOVAL:

Václav Fischer

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Eliška Najmanová

Obor: obor 5345R008 OPTOMETRIE

studijní rok 2017/2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Elišky Najmanové, za použití literatury uvedené v závěru práce.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem „Optometrie a její aplikace“, č. IGA_PrF_2017_003.

V Olomouci dne.....

Poděkování

Tímto děkuji Mgr. Elišce Najmanové za udělené rady a vedení mé bakalářské práce.

Anotace

Ze všech obtíží se zhotovenou brýlovou korekcí ze strany uživatelů představují pro oční optiky a pracoviště optometrie patrně největší problém ty, kde předepsané hodnoty refrakce i zhotovená korekce je po opětovné kontrole zcela v pořádku a přesto uživatelům způsobuje obtíže. Nebyly dosud vypracovány žádné návody na odstranění těchto obtíží a ani tato práce nemá ambice je vytvořit a přesto, že byly publikovány ohledně nesnášenlivosti korekce mnoho prací a článků, tak u této problematiky stále chybí longitudinální údaje. Cílem této práce je proto shrnout poznatky z oblasti mechanických a optických vlastností brýlové korekce s důrazem na problematiku zatížení nosního kořene a tlaku na cévy v místě styku brýlové obruby s hlavou. V další kapitole se práce věnuje optickým vlastnostem korekčních brýlových čoček.

Annotation

For opticians and optometry shops if we consider all the difficulties we face with completed eyeglasses correction on the side of users, probably the biggest problem is where the prescribed refractive values and the correction made are seemingly absolutely all right after a re-check and yet they cause difficulties to the users. So far no instructions have been developed to remove these difficulties and neither this work has the ambition to create such instructions. However, despite the fact that there have been published a number of studies and articles on the correction intolerance, there are still longitudinal data missing on this issue. The objective of this work is to summarize the findings related to the mechanical and optical properties of eyeglasses correction while stressing the problem of nasal root load and pressure on blood vessels where eyeglasses frames come into contact with the head. In the next chapter the work deals with the optical properties of corrective lenses.

Úvod.....	8
1. Refrakční vady a jejich korekce.....	9
1.1 Myopie	10
1.2 Hypermetropie.....	12
1.3 Astigmatismus.....	13
2. Mechanické negativní účinky	15
2.1 Kůže	16
2.2 Vrstvy kůže	17
2.3 Kontaktní dermatitida při nošení brýlové korekce.....	19
2.3.1 Mechanická kontaktní dermatitida	20
2.3.2 Alergická kontaktní dermatitida	20
2.4 Obličejové žlázy ve vztahu k brýlím.....	22
2.5 Cévní systém ve vztahu k brýlím.....	23
2.6 Vhodný výběr typu sedýlek dle váhy brýlové obruby	25
2.7 Vhodný výběr typu sedýlek dle anatomie nosu	26
2.8 Správné anatomické přizpůsobení.....	28

3. Opticko-fyzikální negativní účinky	30
3.1 Obecné zásady centrace brýlové korekce	30
3.1.1 Vodorovná poloha zornic	30
3.1.2 Svislá poloha zornic	31
3.2 Důsledky vad optického zobrazování	33
3.2.1 Rozdělení aberací	34
3.2.2 Sférická aberace – Otvorová vada.....	35
3.2.4 Astigmatismus šikmých paprsků.....	40
3.2.5 Barevná vada	41
3.3 Změna ve vnímání perspektivy	43
3.4 Změny velikosti zorného pole.....	46
3.5 Negativní účinky při stranových pohledech u brýlové korekce.....	47
3.5.1 Prizma.....	48
3.5.2 Prizmatický účinek brýlových čoček.....	54
3.5.3 Vertikální prizmatický účinek při čtení do blízka	56
3.6 Negativní účinky progresivních brýlových čoček.....	58
3.6.1 Astigmatismus v neaktivních zónách	61
4. Závěr	65

5. Seznam použitých zdrojů.....	67
5.1	70
Seznam použitých obrázků:	70

Úvod

Jak je zřejmé z názvu, tato práce se zabývá vlastnostmi brýlové korekce. Adjektivum negativní bylo zvoleno jako zdůraznění pro odlišení od důsledku nepřesně zhotovené korekce. Pod pojmem nepřesně zhotovená korekce myslíme chyby a nepřesnosti ve stanovené refrakci a zhotovené korekci. Chyby v refrakci máme na mysli zejména překorigování a podkorigování refrakční vady, nebo chybně stanovené osy korekčního cylindru u astigmatismu. Při zhotovování brýlové korekce se jedná o nepřesnosti, resp. odchylky v centraci brýlových čoček. Pokud mluvíme o špatné centraci brýlových čoček, pak jde o nepřesnosti v horizontální a vertikální poloze optického středu, popř. vztažného bodu vůči poloze zornice v závislosti na parametrech brýlové obruby (úhel sklonu očnice, prohnutí brýlového středu atd.).

Naopak termínem negativní se snažíme zdůraznit, že se jedná o správně zhotovenou korekci a v práci se snažíme rozebrat její vlastnosti s důrazem na negativní optické a mechanické důsledky. Protože i správně zhotovená brýlová korekce má mechanické a optické vlastnosti, které mohou uživatelům způsobovat obtíže při jejím užívání. Zdůrazňeme tedy ještě jednou, že tato práce se nezabývá chybami a důsledky nepřesností - mezi na jedné straně vergenčním a refrakčním stavem očí a na druhé brýlemi jako korekční pomůckou. Jak již bylo zmíněno v anotaci, práce se zaměřuje zejména na problematiku mechanického působení brýlí na oblasti hlavy a nosu. Domníváme se, že dle množství publikovaných prací je tato oblast v české literatuře opomíjenou záležitostí a mnoho optiků a optometristů ji považuje za málo zajímavou.

V druhé části se práce zabývá optickými vlastnostmi brýlových čoček, tj. rozebírá relevantní vady optického zobrazení ve vztahu k brýlové korekci, problematiku centrace brýlových čoček, změnu perspektivy vnímání, prizmatickému účinku a korekci zraku pomocí progresivních brýlových čoček a to vše s ohledem na negativní projevy brýlové korekce.

1. Refrakční vady a jejich korekce

Refrakční vady lze v současnosti korigovat brýlemi, kontaktními čočkami, nebo řešit pomocí refrakční chirurgie. Pro úplnost je nutné zmínit pokusy o farmakologické řešení.

U farmakologických pokusů šlo zejména o snahu redukce progresu myopie v dětském věku. Zde můžeme zmínit pokusy s atropinem, který je stále využíván v klinické praxi, ale bez terapeutického významu pro ovlivnění axiální délky oka. Prakticky s podobným efektem dopadly experimenty s pirenzepinem.

Možnosti refrakční chirurgie jsou laserové a chirurgické rohovkové zákroky, chirurgické nitrooční zákroky a kombinované zákroky, tj. rohovkové plus nitrooční. U léčby progresivní myopie gravis pak k zabránění prodlužování předozadní délky oka se využívá skleroplastika a sklerální crosslinking. V obou případech jde o zpevnění skléry, aby byla více rezistentní vůči prodlužování oka.

Kontaktní čočky můžeme schematicky rozdělit na tvrdé a měkké s následným zařazením do podskupin. Toto rozdělení se provádí podle dalších kritérií jako je materiál, tvar, optické vlastnosti, doba použití, účel použití apod. Využití kontaktních čoček je široké a nelze to v krátkosti shrnout v jednom odstavci. Každopádně můžeme uvést, že u nás v ČR jsou při aplikacích ke korekci refrakčních vad nejvíce rozšířené měkké kontaktní čočky s tím, že v poslední době bývají zatím upřednostňovány, hlavně z důvodu propustnosti pro kyslík, silikonhydrogelové. Tento hybridní materiál kombinuje vysokou propustnost pro kyslík u silikonu s povrchovými vlastnostmi hydrogelu.

U tvrdých kontaktních čoček pak mimo běžné korekce ametropií i v kombinaci s presbyopií je významný přínos v oftalmologii např. při korekci keratokonu. Můžeme zmínit i korekci myopie ortokeratologií, tj. aplikací tvrdých kontaktních čoček přes noc za účelem změny tvaru rohovky.

Brýlová korekce je nejčtenější způsob řešení refrakčních vad. Brýle jsou zhotovovány v očních optikách na základě preskripce z oftalmologických nebo optometrických pracovišť. Dle dnešních standardů by měla tato brýlová korekce splňovat funkční i estetické požadavky, což nám v současnosti usnadňuje široká nabídka brýlových čoček a obrub. Refrakční vady oka Mezi refrakční vady řadíme myopii, hypermetropii a astigmatismus.

1.1 Myopie

Myopie je refrakční vada při níž rovnoběžné paprsky v neakomodovaném oku tvoří ohnisko před sítnicí. Myopii koriguje mínusovými (rozptylnými) čočkami a dle dioptrické hodnoty ji dělíme na:

- myopia levis nebo simplex (lehká) do -3 D,
- myopia modica (střední) od -3,25 D do -6 D,
- myopia gravis (vyšší) nad -6 D.

Dle současné literatury myopia levis a simplex jsou brány jako synonyma. Např. [4] tyto termíny rozlišuje, kdy myopia simplex je označení pro tzv. školní myopii která má příznivý průběh při dospívání a zvyšuje se pouze nepatrně. V této literatuře jsou pak stupně myopie dle dioptrií v souladu s předchozím schématem levis, modica a myopia altioris gradus. V [4] termínem myopia gravis je definována vada, při níž dochází ke zvyšování a vzniku komplikací jako je vyklenutí zadního pólu oka, atrofie cévnatky a degenerativní změny sítnice. Nutno podotknout, že v současnosti při používání latinské terminologie se spíše v souladu s uvedenými zdroji, v případě patologických změn přidává druhé adjektivum degenerativa, tj. myopia gravis degenerativa a při progresi až o -4,0 D za rok s degenerativními změnami se používá termín progresivní (patologická) myopie – myopia progresiva (pathologica). [1][2][3][4][5]

U myopie při podkorigování, korekce myopie má nižší hodnoty než je aktuální refrakce oka, rovnoběžné paprsky procházející soustavou brýlová čočka - optická media v neakomodovaném oku tvoří stále ohnisko před sítnicí a výsledkem je rozostřený obraz, resp. horší zraková ostrost. V tomto případě myopii snižujeme o dioptrickou hodnotu korekční čočky.

Při podkorigování myopů obvykle nenavozujeme žádné potíže, pouze horší visus, oproti tomu kterého jsou schopni dosáhnout s plnou korekcí. Myopické oko do blízka v závislosti na velikosti refrakční vady akomoduje méně, nebo vůbec. Jako teoreticky možné komplikace je fotofobie a exoforie do blízka. Oba dva případy jsou spojené s menší, nebo žádnou akomodací do blízka. Akomodaci provázejí dvě synkinézy: konvergence a zúžení zornice. Akomodace je spojena s kontrakcí ciliárního svalu a tato kontrakce spojena s kontrakcí duhovky. Fotofobie tedy souvisí s relativně větším průměrem zornic u myopu. U zmíněné divergentní odchylky je taktéž souvislost s chybějící akomodací.

Někteří autoři považují za určitých okolností účelové podkorigování jako přínos pro výslednou předepsanou korekci. Např. v publikaci od doc. Antona se uvádí, že nekorigování myopové jsou zvyklí konvergovat bez akomodace, a u některých můžeme plnou korekcí způsobit obtíže ze zvýšeného akomodačního úsilí. Cit.: „Proto zjistíme-li myopii, je nutno se rozhodnout, zda ji korigovat plně, nebo jenom natolik, aby bylo dosaženo užitečného vidění.“ V případě podkorigování řidičů samozřejmě nesmí zraková ostrost klesnout pod minimum určené vyhláškou.

V minulosti se předpokládalo, že podkorigováním lze ovlivnit vývoj myopie u dětí. Zde ale dle zveřejněných studií zaměřených na tuto problematiku jsou nejednoznačné závěry. Například dle studie [7] oproti předpokladu došli autoři k opačným závěrům. V této studii po dobu 2 let byl testovaný vzorek 94 myopických dětí 9-14 let rozdělených do 2. skupin. V první byly přibližně binokulárně

podkorigovány o +0,75 D (cílová 6/12 VA). U této skupiny progresse myopie byla větší než v porovnání se skupinou plně korigovaných dětí.

Myopa nesmíme překorigovat! Při překorigování u myopa dochází k situaci, kdy musí akomodovat bez konvergence. Proto taky vyšetřující se při stanovení refrakce drží základního pravidla, že korigujeme nejslabší rozptylnou čočkou, se kterou vidí ostře a s tím souvisí i logika pokládaných otázek při korekci myopie, tj. kdy při zesilování pokládáme otázku, zda je obraz lepší nebo stejný.

Účelové překorigování se používá pouze při léčbě divergentního šilhání – exotropie u dětí, kdy při překorigování myopie mluvíme o hyperkorekci. S touto problematikou souvisí termín antikorekce, který používáme u předpisu mínusových brýlových čoček při exotropii, když refrakční stav oka je emetropický nebo hypermetropický. [1][2][3][4][5][6][7]

1.2 Hypermetropie

Hypermetropie je refrakční vada při níž rovnoběžné paprsky procházející neakomodovaným okem mají ohnisko za sítnici. U hypermetropie z důvodu akomodace je dělení mírně složitější. Celkovou hypermetropii označujeme jako totální, kterou dělíme na latentní a manifestní. Latentní je překonána fyziologickým napětím ciliárního svalu a u manifestní dále dělíme na fakultativní a absolutní. Fakultativní lze překonat akomodací a absolutní již akomodací vykorigovat nelze.

Klasifikace dle dioptrické hodnoty [8]:

- nízká do +3,0 D,
- střední (od +3,12 do +5,0) D,
- vysoká nad +5,0 D.

V citované české literatuře [1,2,3,4,5,6,9] dělení dle dioptrické hodnoty je opomíjeno, resp. není explicitně uvedeno. Přičemž při vedení kartotéky je běžná praxe tuto klasifikaci používat, tj, zapisujeme hypermetropia s adjektivy levis (nizká), modica (střední) a gravis (vysoká). V případě „diskrétní hypermetropie“ kterou se rozhodneme nechat bez korekce, pak se užívá superlativ velmi lehký (levissimus, a, um) a píšeme hypermetropia levissima.

Překorigovat hypermetropa je velmi málo pravděpodobné, dle pravidla ohledně stanovení refrakce korigujeme nejsilnější spojnou čočkou, se kterou vidí ostře. Logika kladených otázek při zesilování plusové hodnoty vychází z toho, že bereme v potaz akomodaci oka a neptáme se na lepší, ale klademe otázku horší – stejné.

Protože hypermetropické oko je málo lomivé a akomodací lze tuto vadu do určité hodnoty vykorigovat, aniž by o tom tento hypermetrop věděl, tak pokud u něho nenastanou ze zvýšeného akomodačního úsilí při dívání do dálky astenopické obtíže, neurastenie apod., tak často přichází na refrakční pracoviště, kde udává obtížemi do blízka. Zde samozřejmě oční lékař, nebo optometrista by měl vysvětlit, že obtíže do blízka způsobuje nekorigovaná vada do dálky a pokud to lze, tak optimální je plná korekce. Zde ale bohužel se často setkáváme s tím, že hypermetrop plnou korekci odmítá, resp. subjektivně nesnese a musíme přistoupit k účelovému podkorigování a zesilujeme tuto korekci až při další návštěvě po adaptaci na první předepisovanou.

[1][2][3][4][5][6][9]

1.3 Astigmatismus

Astigmatismus je refrakční vada při níž rovnoběžné paprsky po průchodu optickým systémem oka vytvářejí dvě ohniskové roviny. Pokud jsou tyto dvě ohniskové roviny na sebe kolmé, pak mluvíme o pravidelném astigmatismu (astigmatismus regularis), který lze korigovat brýlovými čočkami. Tento astigmatismus dále dělíme dle polohy ohniskových rovin vůči sítnici na:

- astigmatismus jednoduchý (simplex): kdy jedna ohnisková rovina leží na sítnici a druhá před ní (myopický), nebo za ní (hypermetropický);
- astigmatismus složený (compositus): kde obě dvě ohniskové roviny se vytvářejí před sítnici (myopický), nebo za sítnici (hypermetropický);
- astigmatismus smíšený (mixtus): kdy jedna ohnisková rovina vzniká před sítnici, a druhá za ní.

Dále rozlišujeme astigmatismus na přímý, resp. podle pravidla (rectus) kdy vertikálním meridián je lámavější než horizontální ($A_{RV} > A_{RH}$) a přesně opačný případ astigmatismus nepřímý, resp. proti pravidlu (inversus) kdy lámavější meridián je horizontální ($A_{RV} < A_{RH}$). V případě, že obě ohniskové roviny nejsou orientovány ve vertikálním – horizontálním směru a jsou odchýleny o více než 11° (Sachsenweger), nebo dle jiného autora o 20° (Trotter), pak se jedná o astigmatismus šikmých os (obliquus). [2][6][10]

V případě, že obě vytvořené obrazové roviny nejsou na sebe kolmé, tak tento stav označujeme jako nepravidelný astigmatismus (irregularis) a zde korekce brýlovými čočkami selhává, ale lze dosáhnout uspokojivých výsledků pomocí tvrdých kontaktních čoček. [1][10]

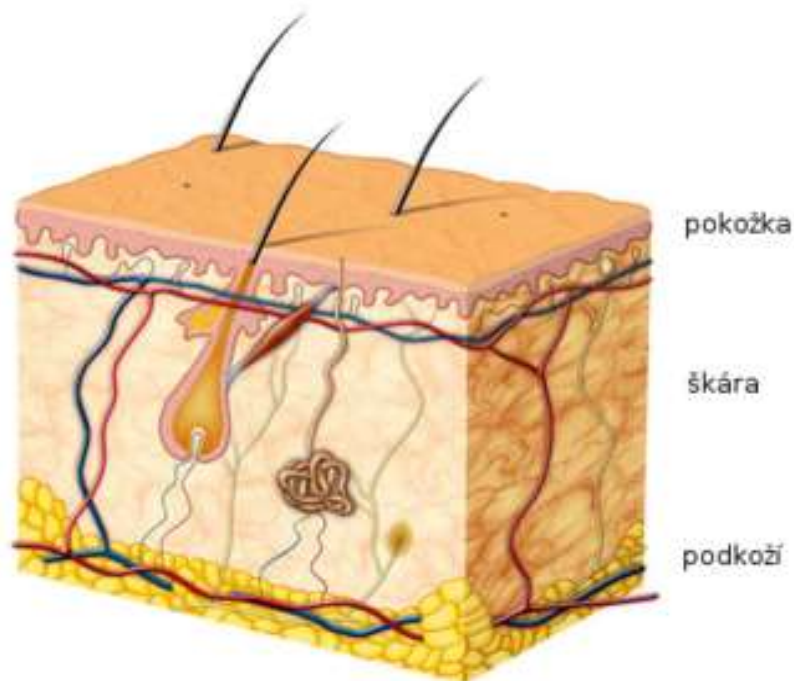
2. Mechanické negativní účinky

Při vybírání obruby brýlí bychom měli počítat s tím, že bude podstatnou část dne na našem obličejí a bude zatěžovat hmotnostně a mechanicky určité části hlavy, které přicházejí do styku s brýlemi. Můžeme je zcela právem nazývat kritickými místy, protože mohou v budoucnu způsobit nepříjemné potíže spojené s celkovým diskomfortem při užívání korekční pomůcky. [10]

Primárně mohou brýle negativně působit na metabolismus zatěžovaných živých tkání a sekundárně může být materiál ovlivňován metabolity, které mohou dlouhodobě negativně ovlivňovat vlastnosti materiálu brýlové obruby a případně s kůží reagovat. Musíme si ale uvědomit, že míra těchto reakcí může být v extrémních případech značná, a proto bychom měli cílevědomě už od samotného výběru brýlové obruby usilovat o maximální omezení vzájemných destrukčních účinků. Pro výrobce tato skutečnost znamená neustále hledání a vyvíjení vhodných materiálů brýlových obrub a čoček, které budou z materiálu lehkého a pevného, ale současně i dostatečně chemicky odolného, aby se míra nežádoucích reakcí zmírnila na minimum. Mezi problémy, se kterými se můžeme setkat, patří například alergické reakce na určitý materiál v obrubě nebo kontaktní dermatitida vyvolaná namáháním kůže v kontaktu s obrubou a otlaky v místech, které jsou hmotnostně a mechanicky zatěžovány obrubou. [10] [11]

2.1 Kůže

Největším orgánem lidského těla je kůže. U dospělého člověka běžně dosahuje velikosti kolem 1,6–2 m² a jen samotná kůže tvoří skoro 10% naší tělesné hmotnosti. Kůže má mnoho důležitých vlastností, tvoří doslova ochranný kryt a zabraňuje cizím patogenům vstupovat do našeho těla. Má termoregulační vlastnosti a obsahuje mnoho receptorů, které nám pomáhají vnímat okolní svět. Tloušťka kůže se mění s umístěním na těle. Zatímco na zádech je netlustší (až 4 mm), tak například na očích vících bývá nejtenčí (kolem 0,4 mm). [9][10][11][13]



Obr. 1 – Kůže [32]

2.2 Vrstvy kůže

Pokožka se skládá z dlaždicového epitelu, který má více vrstev. Mechanickým drážděním má pokožka tendenci rohovatět a zesilovat. Tento jev dobře známe v podobě tzv. mozolů, které se mohou vytvářet při dlouhodobém dráždění na chodidlech či rukou. „Bohužel“ se tak neděje v místech, kde se pokožka bezprostředně dotýká části brýlové obruby. Svým způsobem by to mohlo pomáhat, jelikož by se pod sedýlky vytvořil malý mozol, na němž by brýle seděly, a dále už by případný tlak nezatěžoval jemnou pokožku. Otázka je, jak by takový mozol na nose vypadal a zda by byl skutečně nápomocný. [10][11][13]

Škára (korium) se nachází pod pokožkou a tloušťkou se pohybuje mezi 1,5 až 3 mm. Je tvořena vazivovými buňkami a elastickými vlákny, jež se různě navzájem kříží. Podkožní vazivo obecně zajišťuje pevnost, pružnost a štěpitelnost kůže v určitých směrech. Odolnost a pružnost kůže má zejména, v závislosti na věku, význam při výběru a posuzování vhodného typu sedýlek u kovových obrub, případně při úvaze o pouze plastových brýlích s větším anatomickým nosníkem. Ve škáře se dále nachází smyslové buňky, umístěné v různých místech. Jsou specializované na různé typy dráždění. Tyto receptory můžeme rozdělit na 4 základní typy smyslových buněk, které vnímají dotyk (tlak), teplo, chlad a bolest. Pomocí těchto receptorů vnímáme obrubu na našem obličejí. Máme-li tedy například kovovou obrubu, která má bezprostřední kontakt s naší kůží například z důvodu široké hlavy, případně má obruba vysoké očníce, které se dotýkají lícních kostí, bude se nám za chladnějšího počasí jevit nepříjemně studená na rozdíl od brýlí z umělé hmoty, které jsou dobrým izolantem, a tudíž odebírají kůži teplo mnohem pomaleji. Je tedy vhodné vybírat v našich klimatických podmínkách takové obruby, které budou mít plastové komponenty v místech očekávaného styku s kůží. [10][11][13]

Poslední vrstva se nazývá podkožní vazivo. Nachází se pod škárrou. Hlavní složkou, kterou obsahuje, je tuk. Podkožní vazivo obsahuje Vater-Paciniho tělíška, které jsou receptory tahu a tlaku, pomocí nich posuzujeme, zda nás obruba na hlavě příliš netlačí a zda správně sedí. Celkovou funkcí podkožního vaziva je chránit a izolovat svaly. [11][13]

2.3 Kontaktní dermatitida při nošení brýlové korekce

Pokud narazíme na kůži na zdravotní problém z důvodu nošení brýlí, je pravděpodobné, že to bude právě kontaktní dermatitida (KD). Jde o nezánettivé onemocnění kůže, které vzniká exogenním působením látkou při častém kontaktu s kůží (obrázek 2). Takové onemocnění se může projevit bolestí v daném místě, zčervenáním kůže, malými puchýřky, svěděním kůže, případně loupáním a praskáním pokožky. Ačkoliv je kontaktní dermatitida u nošení brýlí neobvyklá, ojediněle se může objevit. Tyto příznaky může způsobit právě neadekvátně vybraná brýlová obruba. [11][12]



Obr. 2 – Ukázka kontaktní dermatitidy při nadměrné zátěži brýlí na nosním kořenu[33]

2.3.1 Mechanická kontaktní dermatitida

Při výběru obruby musíme brát v potaz individuální toleranci zákazníků a individuální elasticitu (zatížitelnost) kůže, která se mění s přibývajícím věkem. K tomuto snižování elasticity dochází z důvodu úbytku kolagenu v kůži, s čímž může přímo souviset tolerance brýlové obruby na nose a ostatních částech hlavy. Dále pozorujeme různé tvary uší, hlavy a nosního kořene. Pokud je vybrána obruba, která je příliš úzká, dochází ke kontaktu obruby s pokožkou v oblasti spánků a při dlouhodobém nošení může docházet ke KD. Na částech hlavy, které mají bezprostřední styk s brýlovou obrubou, může docházet k červenání. Pokud nezmizí ani během noční klidové fáze, kdy brýle odkládáme, musíme začít uvažovat o opatřeních, která tyto negativní účinky v ideálním případě odstraní. Cílená změna by měla směřovat k pečlivému anatomickému přizpůsobení, kdy se snažíme odstranit nadbytečný kontakt obruby s kůží, aby se tak mohla začít regenerovat. Pro kontrolu je vhodné odeslat k lékaři. Následně volíme možnost odlehčení, případně vyloučení dráždivého materiálu u alergicky náchylnějších osob. [10][11][12]

2.3.2 Alergická kontaktní dermatitida

Velké množství látek, které obsahují brýlové obruby, může způsobit alergickou kontaktní dermatitidu (AKD). Mezi takové materiály patří různé kovy, plasty, gumy, rozpouštědla, konzervanty, vosky a změkčovadla. Nedávno bylo zjištěno, že UV stabilizátory a nikl, v neposlední řadě také chlorid draselný stojí nejčastěji za příčinou vzniku alergických reakcí. Je také zarážející, kolik tzv. hypoalergenních obrub vlastně vůbec hypoalergenních není a má od takové skutečnosti daleko. Některé obruby obsahují i 40% niklu. [10][11][12]

U takových obrub bývá problém u poškození krycích vrstev. Na krycích vrstvách vznikají mikroskopické škrábance kvůli kontaktu s kůží a pot, který se dostává do kontaktu s materiálem pod krycí vrstvou, ho může rozpouštět a dráždit kůži. Ve studii se ukázalo, že asi 74% alergických reakcí vyvolává skrze poškozené povrchové vrstvy nikl a asi 21% chlorid draselný.[12]

Pokud tedy kůže vykazuje známky kožních potíží, musíme zjistit, zda reakci vyvolala nějaká látka v obrubě, nebo jde problém způsobený čistě mechanickým podrážděním kůže. Bylo také zjištěno, že zdrojem niklu v obrubě může být také samotný lak, který přichází přímo do kontaktu s kůží.[11][12]

U plastových a kovových obrub bývá v dnešní době velmi obtížné zjistit, která látka je přesně alergenem a přesně z jakých materiálů je obruba vyrobena, jelikož jsou často kombinací více látek s různým složením. Plastové obruby mohou obsahovat látky jako uhlík, polykarbonát, optyl, polyamid a další, které mohou způsobit problémy. U kovových obrub bývají kombinace a slitiny více kovů jako například měď, nikl, kobalt, chrom, paladium, titan, stříbro, zlato a platina. Všechny tyto materiály mohou při nekvalitním provedení vyvolávat u uživatele negativní reakce a zpětně je velmi složité zjistit jejich příčinu. Jediný možný způsob kontroly materiálů u obrub vede bohužel k jejich zničení, a proto se při namátkové kontrole testuje pouze malé množství kusů, na němž se nemusí prokazatelně dokázat vyvolávání alergických reakcí.[10][11][12]

2.4 Obličejové žlázy ve vztahu k brýlím

Mazové a potní žlázy mají specifické rozložení. Například mazové žlázy chybí v kůži dlaní a na chodidlech. Naopak potních žláz je zde nejvíce (z celkového počtu kolem 2,5 mil.). Dále se mazové žlázy nacházejí ve velkém počtu na obličeji, zejména v oblasti čela, nosu a očí. Nejmenší množství se nachází na trupu a končetinách. Mají tvar stočeného klubička a samostatný kapilární vývod na povrchu kůže. V souvislosti s brýlemi zde tyto dvě žlázy hrají důležitou roli. [10] [23]

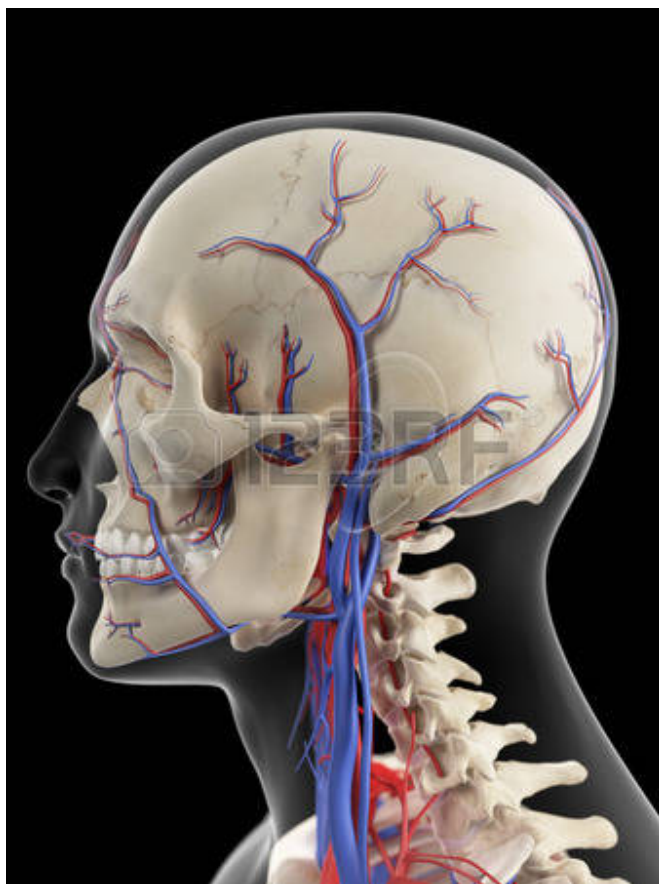
Mazové žlázy ústí do pochvy vlasů a chlupů. Dostávají se na povrch kůže, kde tvoří mazový film, a chrání ji před vysoušením a udržují ji pružnou. Značná koncentrace mazových žláz je také v oblasti nosu. Pro nošení brýlí je tato skutečnost spíše negativní. Nosník či sedýlka brýlí tak doslova sedí na nevhodné mastné nakloněné ploše. V kombinaci s pocením a dalšími faktory se může zhoršit stabilita brýlí. Opět se vracíme ke správné anatomické úpravě za ušima a snažíme se co nejlépe obrubu přizpůsobit, aby se neposouvala směrem dolů. [10] [23] [26]

Potní žlázy a pot jimi tvořený se především skládá z vody a chloridu sodného NaCl (kuchyňská sůl). Dále se v něm nachází proměnlivá koncentrace močoviny, kyselina močová, keratin, aminokyseliny, mastné kyseliny atd. Takový pot může agresivně působit na brýlovou obrubu a vést ke korozi, znehodnocení materiálu, případně způsobit AKD. Tyto situace jsou velmi individuální, ale mohou být poměrně časté. [10][23]

2.5 Cévní systém ve vztahu k brýlím

Cévy v našem těle můžeme rozdělit do tří základních skupin. Jedná se o tepny, žíly a vlasečnice. Tepny v našem těle rozvádějí okysličenou krev do tkání. Žíly následně odvádějí odkysličenou krev zpět do srdce a do plic k okysličení. Vlasečnice (kapiláry) jsou nejtenčí cévy, které přivádějí krev k buňkám a sehrávají zásadní roli při metabolismu tkání, kde se pomocí difúze dostávají do buněk plyny a tekutiny. Tomuto procesu se říká mikrocirkulace, během níž se v nich nachází zhruba 5% našeho celkového množství krve, ale právě zde probíhají životně důležité procesy přestupu kyslíku, iontů a živin z krve do tkáně a naopak odvádění oxidu uhličitého a metabolických produktů. V souvislosti s brýlemi se zde jedná o průběh cévního systému v okolí hlavy.[10][22][25]

Kritickými místy jsou oblasti kořenu nosu, spánků a prostor u horní části uší. Je nutné mít na paměti, že při omezení průtoku cévami v této oblasti může docházet k omezení proudění krve a jejímu městnání. Na obrázku 3 lze vidět průběh tepen a žil, které mohou být značně ovlivněny brýlemi vzhledem k jejich umístění. Tato situace může nastat, když byla například vybrána příliš malá obruba nebo bylo podceněno kvalitní anatomické přizpůsobení brýlí. Důsledky se následně mohou projevit bolestmi hlavy nad stlačeným místem a mohou být někdy zaměňovány s projevy vznikajících refrakčních vad. Při nadměrném tlakovém zatížení kůže začnou tkáňové kožní buňky uvolňovat hormon histamin, který produkuje celá řada buněk. Nejčastěji jej však produkují bílé krvinky a nervové buňky. Obvykle funguje lokálně na krátkou vzdálenost.



Obr. 3 – Znárodnění cév, které kříží stranice brýlí [34]

Pokud jsou ale buňky drážděny dlouhodobě a histamin je produkován ve velkém množství, může vyvolat KD, která může být bolestivá a může tak znemožnit plnohodnotné užívání konkrétních brýlí. [10][23][26]

Prací zkušeného optika a optometristy je neustálé vybalancování problému, kdy se musí dbát na správné a dostatečné upevnění obruby na hlavě, současně však s citem, jelikož nesmí ohrozit metabolismus ovlivněných tkání a jejich cévy.

2.6 Vhodný výběr typu sedýlek dle váhy brýlové obruby

Pokud brýle budeme nosit na nose celý den a požadujeme, aby užívání bylo bezproblémové, musíme se při výběru brýlové obruby pozastavit u volby správných sedýlek. Aktuální mezinárodní standard pro nošení brýlové obruby říká, že obruby, které váží do 25 gramů, by měly mít minimální plochu sedýlek 200 mm^2 a brýlové obruby, které váží nad 25 gramů, by měly mít minimální plochu sedýlek 250 mm^2 (plocha obou sedýlek dohromady). Tato skutečnost je bohužel mnohdy ze strany výrobce značně přehlížena a informací o materiálech použitých v obrubách je poskytováno velmi málo. Přesto bývá rozdíl v hmotnosti u brýlí z kvalitních materiálů oproti brýlím z materiálu neznámého ignorován a plocha sedýlek se nijak od výrobce neupravuje. Pokud tyto faktory nezvážíme, jsme potom svědky častých případů otlačené a načervenalé kůže v místě sedýlek či nosníku, které následně mohou znemožnit dlouhodobé užívání brýlí. Pokud během klidové fáze, kterou se rozumí doba strávená doma bez nošení brýlí (spánek), nezmizí červené otlaky na nose, lze usuzovat, že daná plocha sedýlek je nedostačující. Z této skutečnosti se dá odvodit, že se výrobce neřídí normami ohledně plochy sedýlek a spíše upřednostňuje brýle jako módní doplněk, který musí především vypadat dobře. Pomalu se tedy stává, že se malá kulatá sedýlka, která zdaleka nesplňují minimální plochu, stávají novým standardem. Ve studii, kterou prováděl Pan Glyn Walsh [11], se zjišťovala hmotnost náhodných brýlí a jejich plochy sedýlek a to, zda odpovídají normě dle BS BN ISO 12870 (mezinárodní standard, který definuje mechanické a chemické vlastnosti obrub a jejich komponentů). Celkem bylo zvaženo 155 kovových obrub a byla změřena plocha jednotlivých sedýlek. Ve výsledku bylo zjištěno, že pouze 5,8% brýlí mělo celkovou plochu sedýlek nad 200 mm^2 . Z pěti kusů brýlí, které vážily více než 25 gramů, měly pouze dvě obruby plochu sedýlek větší než 250 mm^2 . Průměrná váha obrub byla 16,09 gramů (v rozmezí od 7,01g do 29,66g). Průměrná plocha sedýlka byla $80,94 \text{ mm}^2$ (od 56,2 do $129,5 \text{ mm}^2$). Je tedy zřejmé, že jen velmi malé procento komerčních brýlí splňuje normy. Je také možné, že pokud by výrobce tuto normu dodržoval, obruby by nebyly žádané kvůli samotnému vzhledu a kosmetice. Každopádně je až zarážející, jak velké procento brýlí má špatnou velikost sedýlek. [10][13][26][27]

Na druhou stranu zde neexistují žádné longitudinální studie, které by skutečně posuzovaly komfort uživatelů v závislosti na ploše sedýlek, ze které by se mohla odvodit nová norma. Tato studie ale v budoucnu pravděpodobně nevznikne, jelikož není ve skutečnosti důvod. I když výrobce nedodržuje aktuální normy, neexistuje tak velké množství problematických případů, týkajících se malé plochy sedýlek. [10][13][26][27]

Plocha obou sedýlek se tedy u klasických kovových obrub v průměru pohybuje mezi 112 až 260 mm², zatímco u brýlí s anatomickým nosníkem mezi 400 až 500 mm². Z těchto hodnot vyplývá, že bude pro zatížení kůže mnohem vhodnější zvolit anatomický nosník u plastových brýlí, abychom kůži tolik nezatěžovali kvůli hmotnosti brýlí. Očekáváme-li větší hmotnost brýlí, například z důvodu vysoké korekce, měli bychom určitě uvažovat nad tím, jakou velikost sedýlek zvolíme, aby na kůži doléhaly co největší plochou, případně od samotného začátku volíme plastové obruby nebo brýlové čočky s vyšším indexem lomu. Pokud bychom se tímto aspektem chtěli zabývat více, je možné vážit brýle při výdeji na gramové váze a dle zjištěné váhy případně zvětšit plochu sedýlek a sledovat zákaznickovy reakce. [10][13][26][27]

2.7 Vhodný výběr typu sedýlek dle anatomie nosu

Zásadní roli při výběru plastových obrub s anatomickým nosníkem nebo kovových obrub se sedýlky hraje tvar nosu zákazníka. Musíme si ho dobře prohlédnout, vyzkoušet různé typy obrub a zhodnotit, zda se hodí jak kovové, tak i plastové obruby, případně jen jeden typ. Nos může být například velmi široký či velmi úzký a může být velký problém najít správný anatomický nosník, který nesjíždí dolů a přesně kopíruje tvar nosu. Pokud tento problém nastane, nezbyvá než zákazníka odkázat na kovové obruby se sedýlky, které se dají individuálně přizpůsobit. Můžeme je na nose polohovat a měnit jejich velikost, která přiléhá na kůži, a také je na výběr více materiálů, ze kterých jsou sedýlka vyrobena. [10][13][26][27]

Pokud ve výběru obrub nehraje roli tvar nosu, potom dalším faktorem, kterým je nutno se zabývat, je věk zákazníka. Jelikož se s věkem snižuje elasticita a reprodukční schopnost kůže, musíme uvažovat nad tím, zda by tyto nedostatky nešly vyřešit jiným materiálem sedýlek. Klasická silikonová sedýlka mají tu výhodu, že se „přilepí“ na kůži a podstatně zvyšují tažnou sílu oproti síle tlakové. S přibývajícím věkem mohou silikonová sedýlka tvořit potíže na kůži z důvodu snížené elasticity, mohou nepříjemně táhnout kůži. V takovém případě je na místě přemýšlet o tom, zda by nebyla vhodnější sedýlka „tvrdá“, která nezatěžují kůži tahově, ale tlakově. [10][13][23][24]



Obr. 4 – Různé druhy brýlových sedýlek [35]

2.8 Správné anatomické přizpůsobení

V naprosté většině případů nosíme obrubu na hlavě prakticky celý den. V průměru se délka nošení pohybuje kolem 12 hodin denně. Prací optometristy je zajistit, aby zákazník obrubu na obličej dobře snášel, aby netlačila a nezatěžovala kůži. Proto při každém výběru brýlové obruby musíme provést kvalitní anatomickou úpravu. Tyto úpravy mohou být velmi individuální. [10][26][27]



Obr. 5 – Správná počáteční anatomická úprava, kdy se obruba dotýká podložky právě ve čtyřech bodech [36]

Za ideálních podmínek nám výrobce posílá obrubu „správně“ anatomicky přizpůsobenou, tzn. že pokud brýlovou obrubu položíme na rovnou plochu, dotýká se právě ve čtyřech bodech (obrázek 3). Na rovné ploše leží obě koncovky straníc a spodní části očí. Pokud je tato podmínka splněna, je obruba „správně“ anatomicky připravena pro hlavu zákazníka. Samozřejmě je to jen začátek úprav. Jsou zákazníci, kterým obruba sedne na hlavu takřka okamžitě, ale také jsou takoví, u kterých je vyžadována pečlivější úprava. Zákazníci mají individuálně umístěné uši na hlavě, mohou mít různé tvary

nosního kořene či různě širokou hlavu nebo mohou mít vystouplý nadočnicový oblouk. Všechny tyto faktory ovlivňují budoucí tvar obruby, který musíme pomocí patřičných nástrojů upravit tak, aby obruba seděla na hlavě správně, pevně a bez potíží. Jinak řečeno, stranice musí správně kopírovat tvar hlavy za ušima a samotné uši, aby se brýle při běžném používání neposouvaly směrem dopředu po nose a nesjížděly dolů, což bývá velice častým problémem. [10][26][27]

S tímto problémem souvisí další skutečnost, a to nesprávný výběr délky stranic, který zde hraje zásadní roli. Pokud jsou totiž stranice příliš krátké, brýle drží na nose nesprávně a opět sjíždí po nose dolů. Problém narůstá společně s váhou obruby. Těžší obruba proto vyžaduje větší posílení stranic. Je proto výhodné využít právě tvar lebky za ušima a pohrát si s přizpůsobením koncovek stranic tak, aby co nejlépe kopírovaly kost spánkovou za ušima. Je-li obruba volná a špatně přizpůsobená, jsou-li stranice příliš krátké, nebo pokud stranice časem povolí a sníží se přítlak za ušima, brýlový střed se začne po nose posouvat směrem dolů. Anatomicky zešikmené koncovky stranic pak nesprávně táhnou a drží. To se posléze projeví tlakem za ušima v nežádoucích místech, neboť síla se nerozkládá po celé ploše koncovek, jak by to mělo být po správné anatomické úpravě, ale začne působit na podstatně menší části kůže, což má opět za následek potíže spojené s červenáním, svěděním a případně i bolestí. [10][26][27]

3. Opticko-fyzikální negativní účinky

Druhá kapitola této práce se zabývá opticko-fyzikálními negativními účinky, jež se mohou nejčastěji projevit nesprávnou centrací brýlové obruby, ale také vlivem optických vlastností daných brýlových korekčních čoček a jejich aberací.

3.1 Obecné zásady centrace brýlové korekce

Každá brýlová čočka, která bude zabroušena do obruby, se musí správně nacentrovat na oko zákazníka z toho důvodu, aby se co nejvíce eliminovaly vady optického zobrazování a negativní klínové účinky. Pro správnou centraci čoček je třeba zajistit svislou a vodorovnou polohu zornic obou očí, případně další údaje u speciálních korekcí (bifokální, progresivní). [10][26][27]

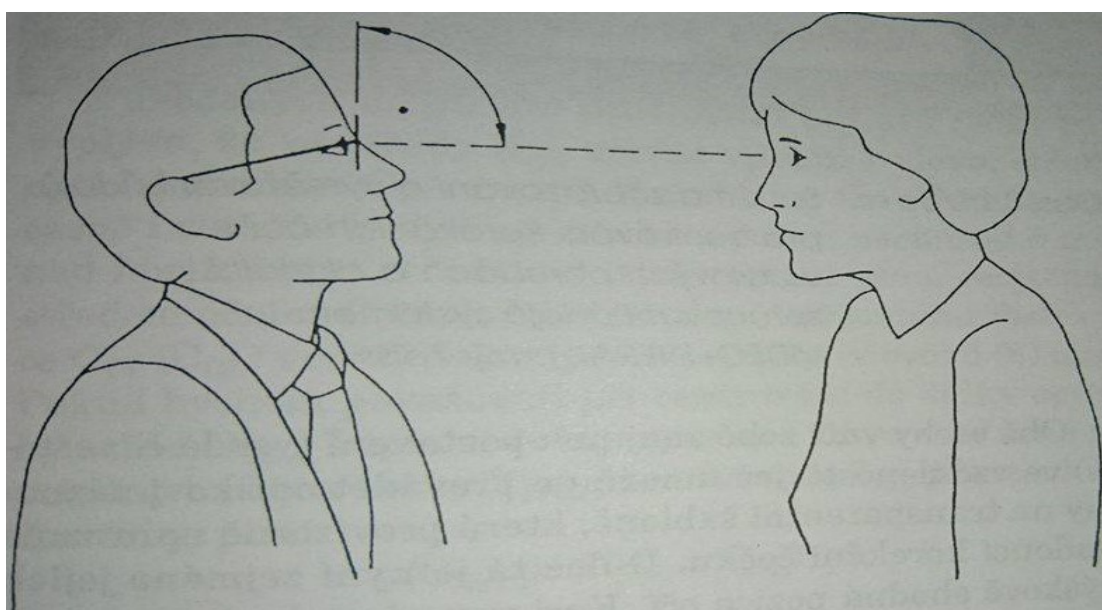
3.1.1 Vodorovná poloha zornic

Tato poloha se měří při rovnoběžném postavení pohledových os nebo při sbíhavém postavení pohledových os. V praxi se pro tento údaj využívá pojem „pupilární distance“ neboli PD. Zásadně je třeba udávat polohy zornic zvlášť, jelikož se při zábrusu čoček musí dodržet případná asymetrie. Jako první se měří pozice pravé zornice od středu nosníku (od středu kořene nosu). V současné době se k tomuto měření nejčastěji využívá tzv. pupilometr (PD metr), do něhož se zákazník dívá oběma očima, a pomocí posuvných lišt měříme vzdálenost zornic. Poloha zornic se také velmi jednoduše měří na zkušební obrubě s fólií pomocí metody „pohledu oka do protilehlého oka“. Obruba by vždy měla být dokonale anatomicky přizpůsobena. [10][26][27]

3.1.2 Svislá poloha zornic

Svislá poloha zornic se nedá určit tak jednoznačně jako vodorovná poloha, jelikož průsečík pohledové osy oka s rovinou očnice se mění dle záklonu a předklonu hlavy zákazníka.

Existují dvě metody: Na střed otáčení oka (SOO)
 Na přímý pohled (PP)



Obr. 6 – Ukázka centrace na SOO [10]

Centrace na SOO se provádí proto, aby se dosáhlo bodového zobrazování. Tato podmínka je splněna ve chvíli, kdy optická osa korekční čočky prochází skutečným středem otáčení oka. Této centrace je docíleno tak, že jsou zákazníkovi nasazeny brýle na hlavu tak, aby obruba směřovala kolmo k zemi (obrázek 5). Ve chvíli, kdy je tato podmínka splněna, označíme středy zornic a dostaneme údaje o výšce. U tohoto typu centrace je brýlová čočka lehce podcentrovaná směrem dolů a může způsobovat

problémy u anizotropických korekcí. Při vysokých refrakčních vadách se více projevují vady optického zobrazování. Tento typ centrace se používá hlavně při centrování asférických brýlových čoček, které jsou velmi citlivé na přesné dodržení podmínky pro bodové zobrazování. [10][13][26][27]

Z toho důvodu existuje další typ centrace, a to na přímý pohled (PP). Tato centrace se provádí následujícím způsobem: Zákazník se projde s nasazenou obrubou po místnosti tak, aby se stále díval přirozeně do dálky. Právě v téhle přirozené pozici hlavy se zákazník zastaví a je označena poloha zornic. Tímto způsobem je zajištěno, že se při běžném užívání brýlí bude pohledová osa oka shodovat s optickým středem korekční čočky. Na druhou stranu nebude splněna podmínka bodového zobrazování, ale není navozen svislý klínový účinek. [10][13][26][27]

Jestliže centrujeme klasickou korekci do dálky, tak vždy centrujeme na SOO z důvodu co nejkvalitnějšího zobrazování. Centrace na PP je používána v ojedinělých případech nebo při užití speciálních brýlových čoček. Provádí se například u progresivních čoček, které mají přesně vytyčenou zónu do dálky, přes kterou se zákazník musí dívat při přirozeném postavení hlavy. Dalším příkladem jsou vysokoindexové čočky, u nichž z důvodu většího indexu lomu skel nastává velká disperze v periférii. Pomocí centrace na PP je možné tuto vadu do určité míry zmenšit na minimum, ale pokud budou potíže dále přetrvávat, není jiná možnost než zvolit čočku s nižším indexem lomu. [10][13][26][27]

V neposlední řadě se musí dbát na správné prohnutí brýlového středu a sklon očníce. Obruba by měla přirozeně kopírovat kulatý tvar obličeje tak, aby se při pohybech oka neměnila vzdálenost rohovka – čočka. Běžné prohnutí dosahuje velikosti kolem 7 až 10 stupňů. V případě, že by obruba měla toto prohnutí vyšší, mohly by opět nastat vady optického zobrazování, především astigmatismus šikmých paprsků. [10][13][26][27]

3.2 Důsledky vad optického zobrazování

Vadám optického zobrazování se také říká aberace. V dnešní době se projevují ve vidění přes brýlovou korekci pouze v malé míře, to hlavně při vysokých dioptriích, kde nesmí být ignorovány. Lze se s nimi setkat pouze občas, jelikož již existují korekční čočky z kvalitních optických materiálů, které jsou vyrobeny s různými indexy lomu. Korekční čočky mají také správné kombinace poloměrů křivostí optických ploch, aby tyto vady byly sníženy na minimum. [14][15][16]

V případě, že se jedná o optickou soustavu s neměnicím se ohniskem, ale zvětšujícím se zorným polem nebo konkrétně u brýlí zvětšujícím se průměrem očí, nelze mluvit o fyzikálně dokonalém zobrazení. Vznikají odchylky, které se od dokonalého zobrazení liší. V ideálním případě paprsky vycházející z předmětového bodu se po průchodu optickou soustavou sbíhají v jednom obrazovém bodě. Pokud toto nenastane a předmětový bod se nezobrazí jako bod, přímka se nezobrazí jako přímka a rovina jako rovina, nemůžeme se bavit o dokonalém zobrazení. [14][15][16]

O ideálním zobrazování se lze bavit pouze tehdy, pokud se paprsky pohybují v blízkosti optické osy nebo v její těsné blízkosti, přičemž jde o odchylku zhruba od dvou do pěti stupňů od optické osy při zobrazování monochromatickým světlem. Tento prostor se nazývá paraxiální prostor a vytváří „dokonalý“ obraz. Pokud dojde k situaci, kdy je obraz tvořen mimo paraxiální prostor, nastávají odchylky od ideálního zobrazení. Obrazem roviny může být rotační plocha, obrazem bodu může být ploška a obrazem přímky může být křivka. Ideální zobrazení je také ovlivněno dopadem světla o různých vlnových délkách, přičemž se obrazy odpovídající různým vlnovým délkám po průchodu optickou soustavou zobrazí v různé velikosti a v různých místech. V tomto případě se jedná o barevné aberace. Všechny tyto odchylky se nazývají aberace. Veškeré vady mají za důsledek zhoršení kvality obrazu přes brýlovou korekci. Tím je myšlen obraz neostrý, rozmazaný, barevně nebo rozměrově deformovaný. [10][14][15][16]

3.2.1 Rozdělení aberací

Jak již bylo zmíněno, existují aberace, které se projevují buď světlem monochromatickým (má pouze jednu vlnovou délku), nebo světlem chromatickým, které se skládá z více vlnových délek světla. Zde se jedná o světlo bílé (denní). Lze tedy provést základní klasifikaci aberací včetně jejich názvů:

1- Monochromatické aberace

- a. Vady, které se projevují tím, že obrazem bodu je ploška
 - i. Vada otvorová
 - ii. Koma
 - iii. Astigmatismus
- b. Vada, která způsobí, že obrazem roviny je rotační plocha
 - i. Zklenutí
- c. Vada, jež se projevuje tím, že obrazem přímky je křivka
 - i. Zkreslení

2- Chromatické aberace neboli barevné vady

- a. Vada, která způsobí, že se předmět různých vlnových délek zobrazí v různých místech
 - i. Barevná vada polohy
- b. Vada, která způsobí, že obraz v jedné obrazové rovině se zobrazí v různých velikostech
 - i. Barevná vada velikosti [15]

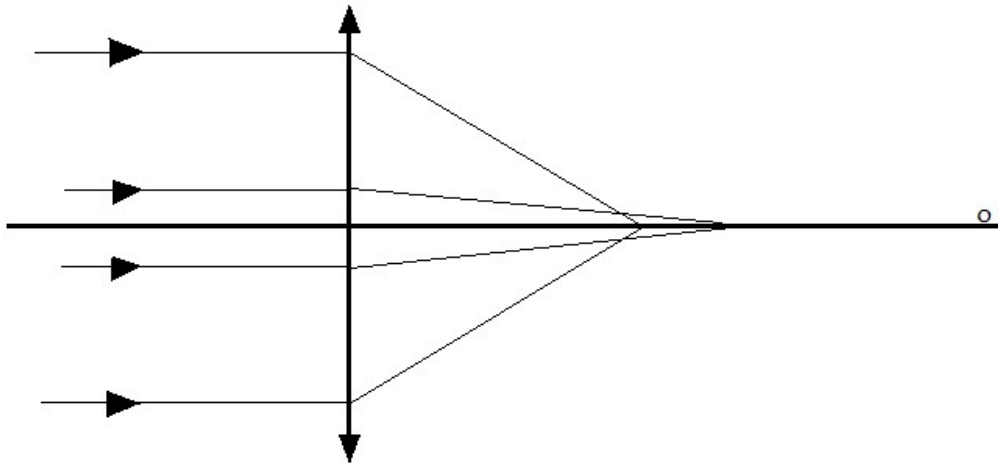
Při nošení brýlové korekce se projevují veškeré aberace, ale v tak malé míře, že si jich zákazník nemusí nikdy všimnout. Dále budou zmíněny pouze aberace, které lze pozorovat vlastníma očima přes brýlovou korekci. Tyto vady bývají velmi malé, a proto jsou brány jako vady v extrémních případech, jako je například vysoká hodnota dioptrií, velká decentrace optické osy korekční čočky od skutečného středu otáčení oka (příčemž

není splněna podmínka bodového zobrazování) nebo také zvýšení dioptrií v brýlích po delším časovém období a následný nezvyk zákazníka. [14][15][16][26]

3.2.2 Sférická aberace – Otvorová vada

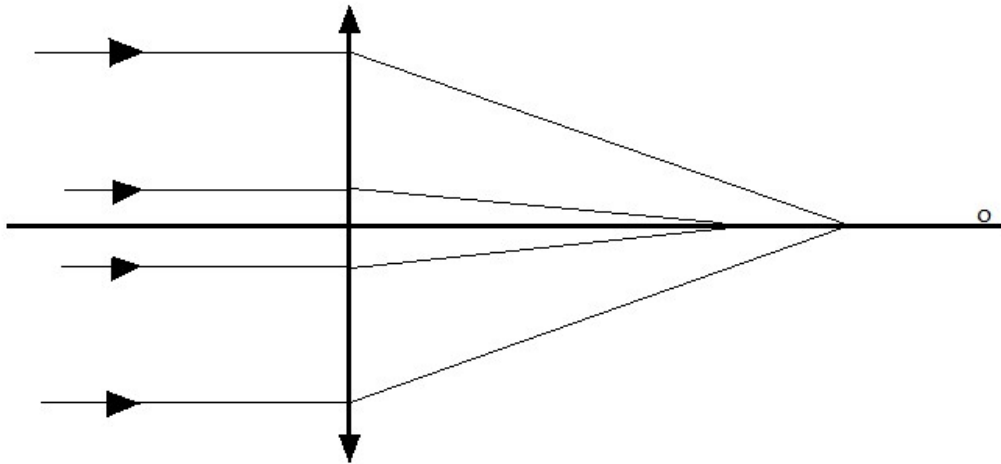
U otvorové vady se lze setkat s označením sférická aberace nebo také kulová vada. Tato označení mohou být zavádějící, jelikož k otvorové vadě dochází i u ploch, které jsou nekulové. V práci bude použito označení otvorová vada. Tato monochromatická vada se projevuje při zobrazení osového předmětu širokým svazkem paprsků o jedné vlnové délce. Světelné paprsky, jež dopadají na střed brýlové čočky (tzn. v paraxiálním prostoru), jsou lámány do jiných obrazových rovin než paprsky, které dopadají na periférii (tzn. v neparaxiálním prostoru). [14][15][16]

Tato aberace může mít dvě formy: Pozitivní (podkorigovanou) otvorovou vadu a negativní (překorigovanou) otvorovou vadu. U pozitivní otvorové vady jsou paprsky dopadající na periferní část čočky soustředěny blíže k čočce než paprsky paraxiální (obrázek 7). Pokud jsou paraxiální paprsky soustředěny blíže čočce, jedná se o negativní otvorovou vadu. [14][15][16]



Obr. 7 – Pozitivní sférická aberace - Zobrazení předmětové bodu v nekonečnu s různými dopadovými výškami. Paprsky s větší výškou dopadu protínají optickou osu blíže k lámavé ploše čočky než paprsky paraxiální a tedy u otvorové vady každá výška dopadu paprsku vytvoří jiný bod obrazu. Při zobrazování bodu, který leží na optické ose, paprsky nejsou charakterizovány dopadovou výškou, ale svírají s optickou osou úhel.

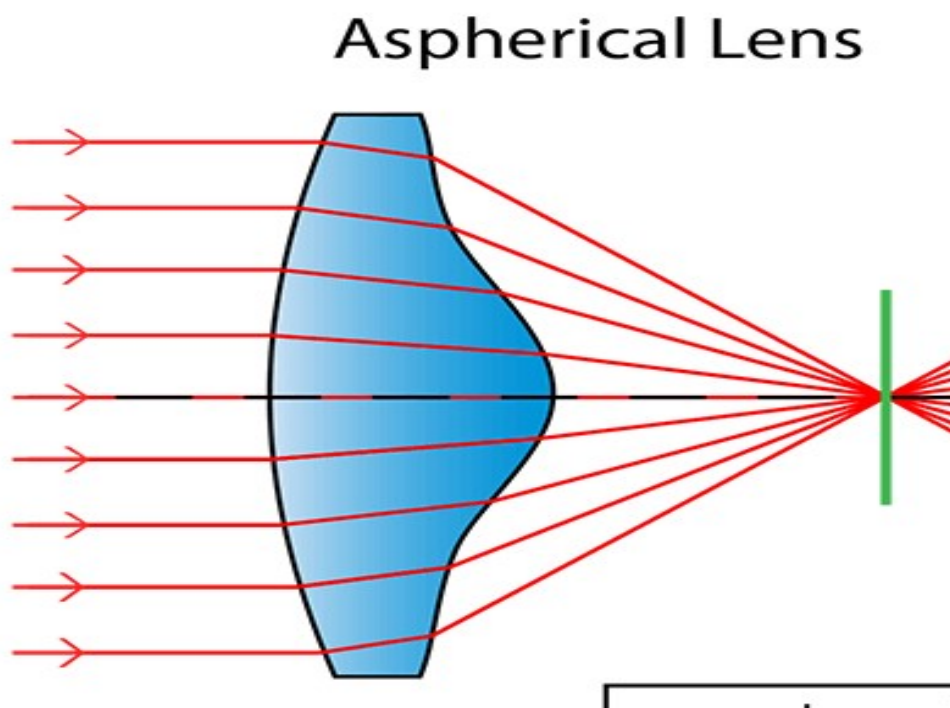
V případě, že paprsky procházející vnější částí čočky (neparaxiálním prostorem) se lámou více než paraxiální, pak se jedná o pozitivní sférickou aberaci. [16]



Obr. 8 – Negativní sférická aberace - V případě, že paprsky procházející vnější částí čočky, (neparaxiálním prostorem) tak se lámou méně než paraxiální, pak se jedná o negativní sférickou aberaci.

[16]

To může být částečně i problémem u korekčních čoček do brýlí, které mají vysokou optickou mohutnost. V takovém případě lze velmi dobře otvorovou vadu kompenzovat pomocí asférických čoček. Zatímco povrch sférické čočky má pouze jeden poloměr křivosti, asférická čočka má směrem do periferie těchto poloměrů více, postupně se oplošťuje a následně se zmenšuje hodnota otvorové vady, jak lze vidět na obrázku 9. [14][15][16]



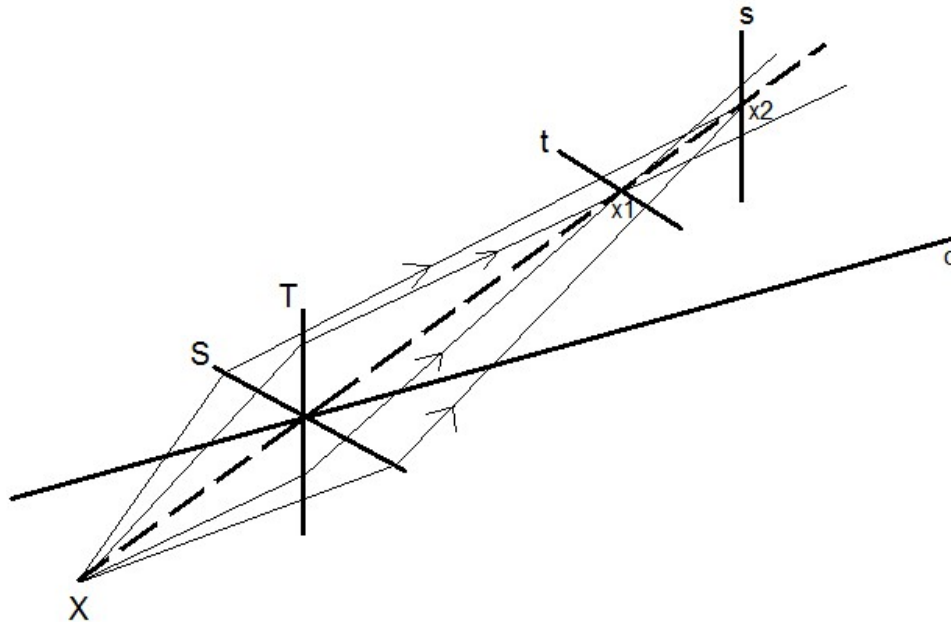
Obr. 9 – „Korigovaná“ otvorová vada pomocí asférické čočky [37]

3.2.3 Otvorová vada u lidského oka

Čím větší periferní část optického systému oka je vystavena světelným paprskům, tím více se projevují optické aberace. Jestliže má zornice velikost kolem 3 mm nebo méně, například za denního světla, na oku se projeví zanedbatelné množství vad. Jelikož typicky srovnáváme osu vidění s objektem, který chceme pozorovat, otvorovou vadu nemusíme brát v potaz. Neakomodované oko je obvykle (ovšem ne vždy) zatíženo pozitivní otvorovou vadou, která má s věkem tendenci růst. Pozitivní otvorová vada by nabývala ještě větších hodnot nebýt přirozené asfericity rohovky oka. Rohovka je ve středu tenčí než na okraji. Při akomodaci se hodnota pozitivní otvorové vady zmenšuje. Nejmenší je při akomodaci 1,5 D, s vyšší akomodací narůstá hodnota negativní otvorové vady.

Sférická aberace může mít velký dopad na noční vidění. Při slabém osvětlení se zornice roztáhnou, aby se do oka dostalo více světla, ale zároveň se do něj dostávají i neparaxiální paprsky. Periferní paprsky mohou být lámány před sítnicí a tím přispívají k jevu zvanému noční myopie – myopie, která se projevuje pouze za slabého osvětlení. Zajímavostí je fakt, že podstatnou část noční myopie nezpůsobuje otvorová vada, ale akomodace prázdného pole. V situaci, kdy je špatné osvětlení a oko nemá řádný stimulační podnět, začne samo od sebe mírně akomodovat a navodí právě zmíněnou noční myopii. V kombinaci s otvorovou vadou může situace vyústit ve velmi špatné noční vidění, což je nebezpečné zvláště pro řidiče. Při předepisování brýlí je nutné brát tento jev v potaz a ve vybraných případech předepisovat brýlové čočky s lehce větší minusovou hodnotou (či lehce menší plusovou hodnotou), a to nejčastěji právě u řidičů, kteří často řídí v noci. U „běžných“ uživatelů brýlí tedy nehraje významnou roli. Podstatný problém tato vada způsobuje například v optických systémech, kde do objektivů vchází široké svazky paprsků. V knize *Aberrations of Ophthalmic lenses* od pana Edwina Bechtolda je popsáno a zjištěno, že pokud by měl zákazník korekci -20D plan-konkávní čočkou, otvorová vada by (rozdíl mezi periferními a paraxiálními paprsky) při průměru zornice 5mm dosahovala velikosti pouze 0,21D. [16][17][18][28]

3.2.4 Astigmatismus šikmých paprsků



Obr. 10 – Grafické znázornění astigmatismu šikmých paprsků [8]

Na obrázku je dán bod X, který vysílá světlo jak v sagitální rovině, tak i v rovině tangenciální. Pokud je tento bod na optické ose sférické čočky, úhel dopadu paprsků na čočku je v obou směrech stejný. Pokud je ale bod X mimo osu, jak je znázorněno na obrázku, paprsek dopadá v každé rovině na čočku pod jiným úhlem. Tato skutečnost vyústí ve vadu, která se nazývá astigmatismus šikmých paprsků, kdy se bod nezobrazí jako bod, ale jako dvě na sebe kolmé přímky. Tato vada se také může objevit, pokud je předmět na optické ose a čočka vůči ní mění svůj úhel. [14][15][16]

V praxi se astigmatismus šikmých paprsků může objevit, pokud se zákazník dívá přes brýle na předmět, který není v rovině optické osy čočky. Zákazník se například dívá do dálky na předmět a bez pootočení či sklopení hlavy se podívá na blízký předmět, který leží mimo osu korekční čočky. Přes brýle poté předmět není ostrý, ale je rozmazaný a různě deformovaný. [14][15][16]

Velikost astigmatismu šikmých paprsků vznikajícího při pohledu na blízké předměty mimo optickou osu se dá redukovat. Této redukce je dosaženo správným zakřivením brýlové obruby a jejím správným sklonem. Jestliže je obruba správně anatomicky přizpůsobená a dodržuje toto přizpůsobení, je astigmatismus redukován, ale nikdy ho nelze plně odstranit. [14][15][16]

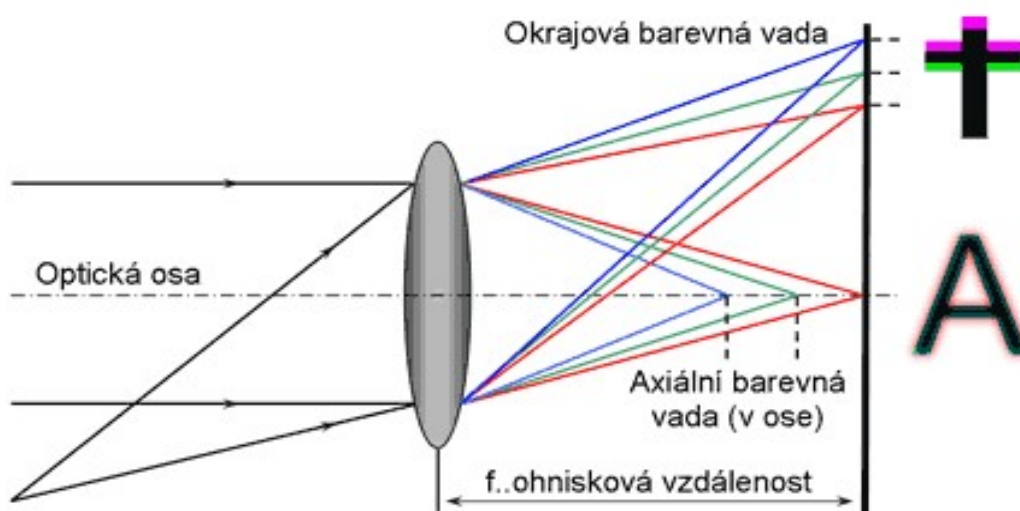
3.2.5 Barevná vada

Zatímco monochromatické vady jsou prezentovány pomocí paprsku o jedné vlnové délce, chromatické vady se projevují za světla bílého. To znamená, že je světlo složeno z více vlnových délek. V našem oboru se zabýváme pouze viditelným spektrem, které se pohybuje od 380nm –760nm. Tyto vady se objevují, jelikož rychlost světla dané vlnové délky se mění při průchodu daným optickým prostředím. Když světlo prochází optickým prostředím, je rychlost světla o kratší vlnové délce ovlivněna více než rychlost světla o delší vlnové délce. Tento jev lze nejlépe pozorovat na prizmatickém hranolu, skrze který prochází bílé světlo (Obr. 11). Světlo o kratší vlnové délce (modrá) se po průchodu optickým hranolem láme více než světlo o delší vlnové délce (červené). Tento rozklad světla je popisován jako disperze. [14][15][16]

Korekční čočky v brýlích jsou svým způsobem dva naproti sobě orientované optické klíny, které rozkládají světlo (Obr. 14). Tato vada má dvě hlavní formy – barevnou vadu velikosti, a barevnou vadu polohy. Oba typy vad spolu souvisí a projevují se navzájem. Celý jev lze vysvětlit na obrázku 11. Přes korekční čočku prochází paprsek bílého světla, který se po projití rozloží na paprsky různých vlnových délek. Každý paprsek se na optické ose zobrazí v jiné vzdálenosti než ideální obraz a také obraz se zobrazí v každé vzdálenosti různě vysoký. [14][15][27]

U brýlí tato vada není tak patrná, jelikož v naprosté většině případů mají zákazníci slabou korekci, při níž není vada natolik viditelná. Může mít ale za důsledek například barevné hrany ostrých předmětů či rozklad různých světelných zdrojů na „duhu“. Problémy můžeme očekávat při silných korekcích, kde se zákonitě více rozkládá světlo, zákazníkům takové brýle mohou působit potíže. V takovém případě musí být v první řadě zkontrolována správná centrace čoček a musí se zjistit, zda se zákazník skutečně dívá přes optický střed brýlové čočky. Pokud jsou čočky skutečně nacentrované správně na přímý pohled a problém stále přetrvává, zákazník si musí na korekci zvyknout, nebo je na místě doporučit kontaktní čočky. [10][14][27]

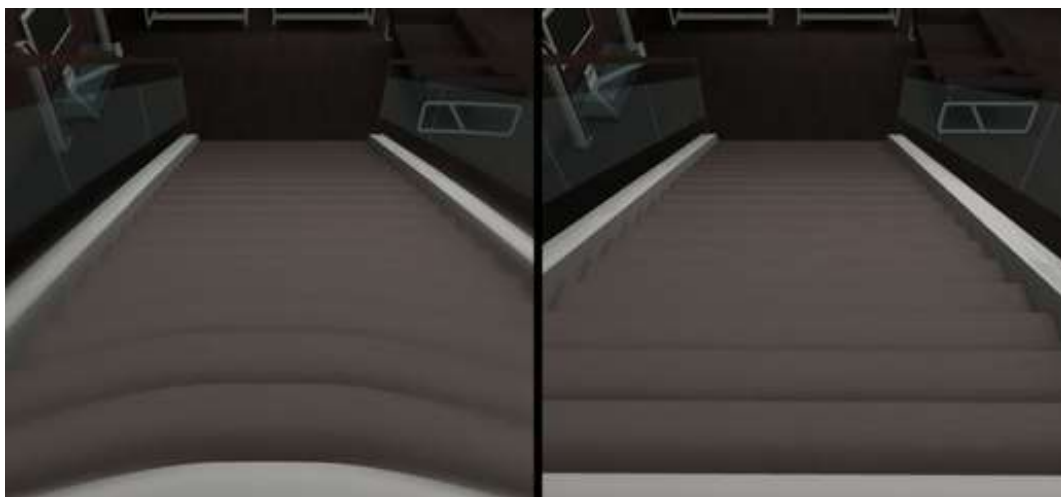
Barevná vada se také zvětšuje s narůstajícím indexem lomu optických skel. Pokud má tedy zákazník vyšší korekci, kterou si žádá ztenčit pomocí čoček o větším indexu lomu, je nutné jej upozornit, že by mohl více vnímat duhové lemování různých hran předmětů. [26]



Obr. 11 – Dopad barevné vady na viděný obraz [38]

3.3 Změna ve vnímání perspektivy

Člověk s korekcí vnímá svět jinak než bez korekce. Předměty se zdají být blíže, případně dále než ve skutečnosti jsou. Může se také měnit velikost předmětů a jejich tvar na základě korekční čočky. Brýlová čočka je optické prostředí, které s sebou nese neodstranitelné vady a lidský mozek si na ně musí postupně zvyknout. Hůře se odhaduje vzdálenost a tvary předmětů. Nutno dodat, že tenhle návyk trvá individuálně dlouho a každý člověk se s ním vypořádává jinak. Horší situace nastává u nově korigovaných zákazníků nebo u lidí, kteří korekci dlouho zanedbávali a odkládali a nastala u nich vyšší změna korekce. Samozřejmě je nutno brát v potaz druh použité korekce, jelikož každá z nich deformuje obraz jinak. [5][6][7]



Obr. 12 – Obraz schodů se po průchodu čočkou jeví jako zakřivený. Typický příklad zkreslení, se kterým mívají zákazníci problémy u nové, či silnější korekce. [39]

Jako základní rozdělení bychom mohli použít zkreslení poduškovité (u rozptylných čoček) a soudkové (u plusových čoček), které se u každé refrakční vady projeví různě. Záleží na tom, zda se jedná o myopii, hypermetropii případně astigmatismus. Dále je nutné se zabývat typem použité korekční čočky. Jestli je sférická, nebo asférická a jak velkou má optickou mohutnost nebo jak velký je korekční rozdíl mezi novou a starou korekcí zákazníka. Tato vada může vyústit v situaci, při kteréž pacient při pohledu na blízké objekty raději otáčí své oči místo hlavy. Na obrázku 12 můžeme pozorovat, že ne všechny body předmětu jsou ve stejné vzdálenosti od středu korekční čočky. Vrchol a základ šipky jsou v jiné vzdálenosti než její střed. Obrazy těchto bodů se následně také zobrazí v různých vzdálenostech od korekční čočky, takže ve finále nebude vytvořený obraz rovinný, ale zakřivený. Tomuto zobrazení se také říká Petzvalova plocha a tento jev označujeme jako zkreslení pole. I když mimoosové paprsky projdou středem čočky, stále mohou způsobit zkreslení pole. Z toho důvodu nemusí ani předsazená clona eliminovat danou vadu. [14][15][16]

Tato vada je závislá na dioptrické hodnotě brýlové čočky. Zákazníky s vysokou korekcí je proto nutné upozornit a poučít, že zkreslení obrazu je naprosto v pořádku a že je nutné si na korekci zvyknout. Pokud by brýle nevyhovovaly, existuje řešení v podobě asférických čoček, jejichž poloměr zakřivení se do periferie zvětšuje a toto zkreslení minimalizuje, jak lze vidět na obrázku 13. [5][6][7]



Obr. 13 – Typy zkreslení. První obrázek je prakticky totožný se zobrazováním asférické čočky. [40]

3.4 Změny velikosti zorného pole

S novou brýlovou korekcí přichází také další aspekt, a to je velikost zorného pole a jeho změny, jež bývají různě velké, různě deformované a mohou mít pro nositele za následek rušivý efekt. Skutečnost je ale taková, že člověk už nikdy nebude mít jedno velké, ostré zorné pole, ale vždy uvidí lépe přes brýle a vše kolem brýlí bude rozmazané a většinu času ignorované ze strany našeho mozku. Proto je cílem optometristy toto zorné pole co nejvíce zachovat a dosáhnout jeho co možná nejlepší kvality pomocí správného výběru brýlové obruby a korekčních čoček. Je také na místě zmínit, že tento problém vůbec nenastává u korekce pomocí kontaktních čoček, protože kontaktní čočka leží přímo na rohovce a otáčí se společně s pohybem celého oka. Velikost zorného pole závisí na vrcholové lámavosti brýlové čočky a její vzdálenosti od oka a na průměru očníce a optických částí brýlové obruby. [26][27]

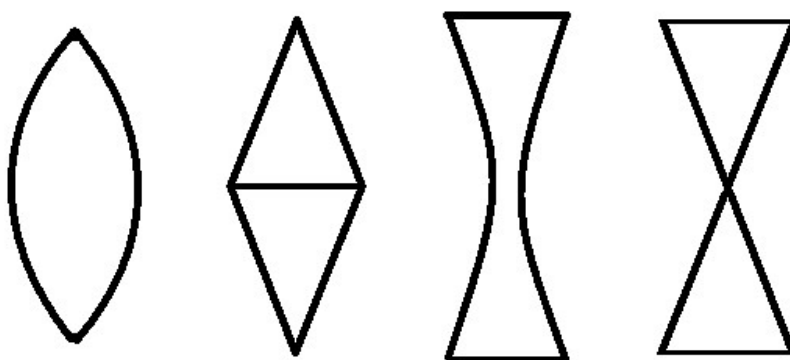
Je rozdíl, zda je v brýlích spojná, nebo rozptylná čočka. Plusová čočka zorné pole zmenšuje, zatím co minusová na druhou stranu zvětšuje. S touto problematikou zde úzce souvisí změna perspektivy, která byla popsána v předchozí kapitole. [26][27]

Při změně vzdálenosti brýlové čočky před okem se mění zorné pole. Přibližujeme-li plusovou (minusovou) čočku k oku, její dioptrická hodnota se vzhledem k oku zvětšuje (zmenšuje). Na základě této skutečnosti lze vyvodit změny zorného pole při pohybu brýlových čoček. Zákazníkům je nutné tuto změnu vysvětlit nejlépe ještě před výběrem brýlové obruby, aby si případně mohli hned představit zorné pole, ve kterém uvidí ostře. [26][27]

3.5 Negativní účinky při stranových pohledech u brýlové korekce

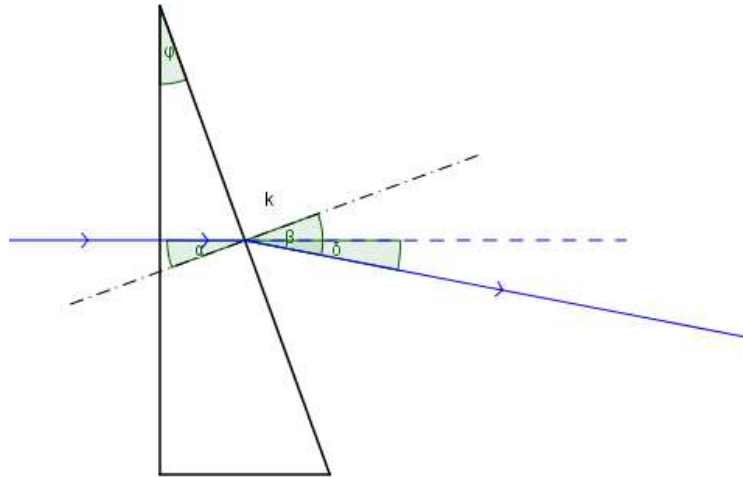
V následující kapitole budou popsány prizmatické účinky u stranových pohledů při správné centraci brýlových čoček a anizotropické refrakci očí. O rozdílné refrakci se uvažuje z toho důvodu, jelikož se binokulárně klínové účinky odečítají za předpokladu, že jsou báze decentrovány ve stejném směru vůči očím. Pokud má tedy zákazník správně nacentrované brýle a dívá se směrem do stran, jsou báze vzhledem k postavení očí decentrovány stejným směrem a na binokulární souhru očí nemají žádný dopad. Ovšem v případě, kdy je anizotropická refrakce, mohou nastat problémy s rozdílnými klínovými účinky. [10][17][26][27]

Každá korekční čočka představuje vlastně dva naproti sobě orientované prizmatické klíny a každý z nich má svůj prizmatický efekt. Tento jev nenastává, pokud se zákazník dívá přes optický střed korekční čočky. Prizmatický efekt nastává ve chvíli, kdy se například zákazník dívá přes brýle do stran, případně s brýlemi čte a řádně nesklápí hlavu. Během kapitoly bude vysvětleno, co je to prizma a jak velký negativní účinek může způsobit, pokud nebude zákazník řádně poučen o správném užívání korekčních brýlí. [10][17][26][27]



Obr. 14 – Představa spojné a rozptylné čočky jako soustavy dvou klínů [26]

3.5.1 Prizma



Obr. 15 – Optický klín [5]

Na obrázku je optický klín, resp. hranol o malém lámavém úhlu ϕ se zakresleným dopadajícím paprskem.

Z obrázku je patrné, že $\phi = \alpha$

Pro kolmý dopad platí, že lom nastává až na druhé ploše, viz obrázek. Ze znalostí zákona lomu jsme schopni dopočítat úhel deviace δ , tj. odchylku paprsku od původního směru a to následujícím postupem:

$$\sin \alpha \cdot n = \sin \beta \cdot n_1$$

protože uvažujeme hranol ve vzduchu, tj. $n_1 = 1$ pak

$$\sin \beta = \sin \alpha \cdot n$$

kde n je index lomu optického klínu

deviace

se

rovná

$$\delta = \beta - \alpha$$

a protože, jak je výše uvedeno, lámavý úhel ϕ je v tomto případě roven úhlu α můžeme vzorec zapsat ve tvaru

$$\delta = \arcsin(\sin \varphi \cdot n) - \varphi$$

dle tohoto vzorce pak pro $n = 1,5$ vycházejí hodnoty:

lámavý úhel ϕ	deviace δ
1°	0,500095°
2°	1,000762°
3°	1,502577°
4°	2,006121°
5°	2,511987°

Pro potřeby oční optiky a pro výpočty s dostatečnou přesností můžeme předchozí vzorec zjednodušit zanedbáním goniometrických funkcí

$$\delta = \varphi n - \varphi$$

a tento upravit do tvaru

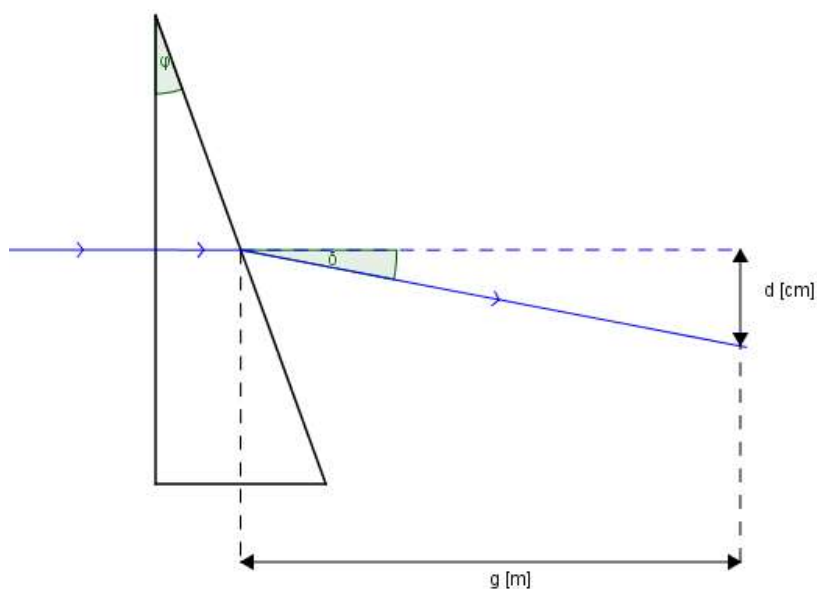
$$\delta = (n - 1)\varphi$$

zde pro optický klín s $n = 1,5$ vychází:

lámavý uhel ϕ	deviace δ
1°	$0,5^\circ$
2°	1°
3°	$1,5^\circ$
4°	2°
5°	$2,5^\circ$

Porovnáním těchto dvou výpočtů je patrné, že pro malé úhly je výrok o zjednodušení pravdivý.

Zakresleme nyní schéma pro vztah mezi prizmatickým účinkem a deviací.



Obrázek 16 – Vztah mezi prizmatickým účinkem a deviací [5]

V oční optice, optometrií a oftalmologií se deviace vyjadřuje v prizmatických dioptriích pD. Dle definice je jedna prizmatická dioptrie, když kolmo dopadající paprsek na první lámavou plochu je druhou lámavou plochou odkloněn ve vzdálenosti 1 m o 1 cm.

$$\Delta = \frac{d}{g} [\text{pD}] = \frac{[\text{cm}]}{[\text{m}]}$$

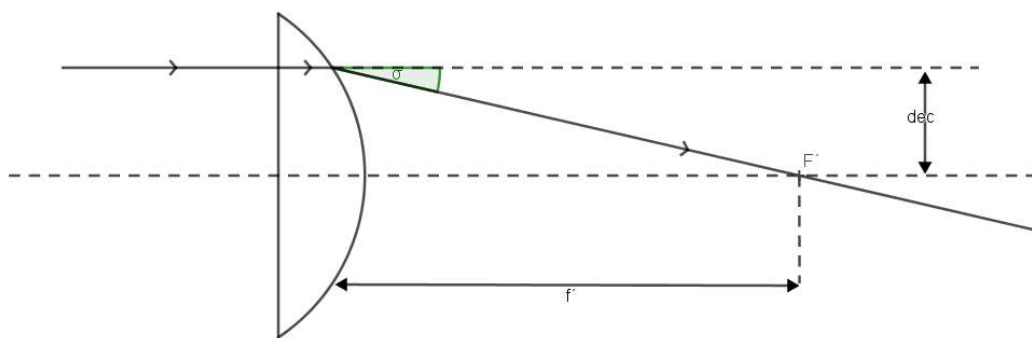
Vztah mezi deviací a prizmatickým účinkem lze jednoduše odvodit z pravoúhlého trojúhelníku pomocí funkce tangens (poměr délek protilehlé odvěsny ku přilehlé odvěsně).

$$\tan \delta = \frac{d}{g}$$

dle předchozí definice prizmatického účinku Δ pak

$$\Delta = 100 \tan \delta$$

Výpočet prizmatického účinku



Obr. 17 – Znázornění klínového účinku a brýlové čočky [5]

Pro zjednodušení odvození uvažujme plankonvexní brýlovou čočku, viz obr. 17, kde můžeme zapsat

$$\tan \delta = \frac{dec \text{ [m]}}{f' \text{ [m]}}$$

Toto zjednodušení potřebuje z důvodu, aby lom paprsku nastal až na druhé ploše a můžeme ho použít se vztahem odvozený pro optický klín, tj. $\Delta = 100 \tan \delta$ a zapíšeme

$$\Delta = 100 \frac{dec}{f'}$$

Pro optickou mohutnost platí, že je to převrácená hodnota obrazové ohniskové vzdálenosti v metrech a vyjadřujeme ji v dioptriích [D]

$$\varphi = \frac{1}{f'} [\text{D}] = \frac{1}{[\text{m}]}$$

Pro vrcholovou lámavost a optickou mohutnost můžeme zapsat, že $S'_B \cong \varphi$ a vzorec upravíme do tvaru

$$\Delta = 100 \text{ dec } |S'_B| [\text{pD}] = 100 [\text{m}][\text{D}]$$

Absolutní hodnotu používáme z důvodu, aby nám vždy vycházela kladná hodnota prizmatického účinku a hodnota decentrace je v souladu s použitými předchozími vzorci v metrech.

Hodnota decentrace se většinou udává v milimetrech, a proto tento vzorec je často uváděn ve tvaru

$$\Delta = \frac{dec |S'_B|}{10}$$

Pro zohlednění polohy decentrované čočky před okem je nutné počítat se vzdáleností d (rohovka zadní plocha brýlové čočky) a hodnotou vzdálenosti skutečného středu otáčení oka od vrcholu rohovky 0,013 m (z Gullstrandova schématického oka). Pak vzorec je:

$$\Delta = \frac{dec |S'_B|}{1 - (d + 0,013)S'_B} [\text{pD}] = \frac{[cm][D]}{1 - ([m] + 0,013)D}$$

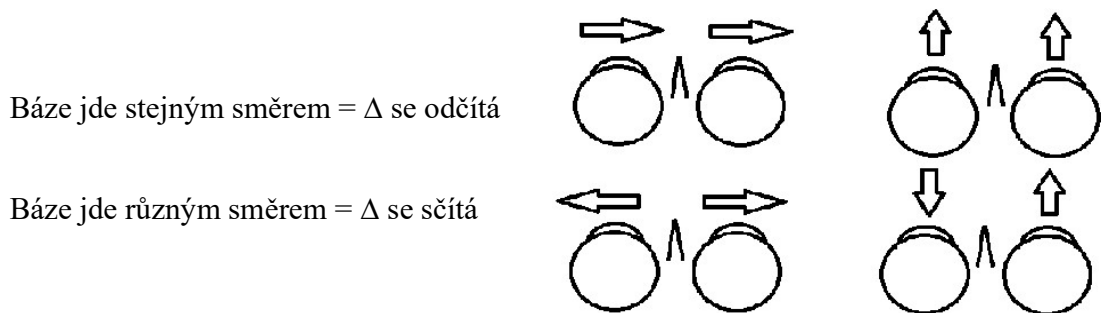
kde decentrace je v centimetrech a hodnota d v metrech.

Je to obdobné jako přepočítání korekčních čoček pro různé vzdálenosti d od vrcholu rohovky, proto nápadná podobnost vzorců.

Pro úplnost uvedeme, že první vzorec pro výpočet prizmatického účinku z decentrace je Prenticeho rovnici, který byl upraven Weinholdem do výše uvedené podoby. Pro vyšší přesnost výpočtu byl v roce 1999 publikován článek „Determining Exact Prismatic Deviations in Spectacle Corrections“ v „Optometry and Vision Science“ autorem Arnulfovým Remole. [10][14][15][16]

3.5.2 Prizmatický účinek brýlových čoček

Korekční čočky mohou být chápány jako soustava dvou klínů (obrázek 14). Prizmatický účinek narůstá se vzdáleností od optického středu, nebo s narůstající dioptrickou hodnotou čočky. Čím větší je prizmatický účinek, tím větší je vychýlení obrazu směrem k bázi. Je nutné mít na paměti, že korekční čočka má jak dioptrickou sílu, která je dána zakřivením optických ploch, tak i prizmatickou sílu, která se zvětšuje směrem do periférie. Čím více se lidské oko dívá skrze periferní část čočky, tím více na oko působí její prizmatický efekt, a tím více musí oko pomocí fúzních rezerv kompenzovat toto vychýlení obrazu, aby se nenarušilo binokulární vidění. Z učiva o binokulárním vidění je zřejmé, že pokud jsou brýlové čočky decentrovány stejným horizontálním směrem, binokulární prizmatický účinek se odčítá. Stejně tomu je při vertikálním prizmatickém účinku. Z toho důvodu u zákazníků, kteří mají stejnou refrakci na pravém i levém oku, nevznikají binokulární potíže. Tyto problémy mohou ale nastat při anizometropické korekci. To znamená, že na pravém a levém oku je rozdílná korekce o 2 D (dioptrie) a více. [10][17][26]



Pokud jsou dány brýle, přes které se oční pár dívá periférně a korekční čočky mají plusové hodnoty, na oční pár působí klínový účinek s bází dovnitř, který si vyžaduje divergentní fúzní kompenzaci. V případě, kdy by byla báze ven, oči by vyžadovaly konvergentní fúzi.

Fúzní rezervy určují schopnost motorického systému spojovat pozorované předměty i za situace, kdy mají rozdílné umístění v prostoru pro pravé a levé oko, fúzní rezervy se označují v prizmatických dioptriích (pD). Pomocí prizmatických lišt určujeme pozitivní fúzní rezervy (base out), negativní fúzní rezervy (base in) a vertikální fúzní rezervy (base up, base down). Při měření rozsahu fúzních rezerv se měří bod rozostření, bod rozdvojení a bod opětovného spojení. Fúzní rezervy má každý člověk individuální. Hodnotí se maximální možná:

konvergence (pozitivní FR, BO 18–22 pD)	supravergence (BD 2–4 pD)
divergence (negativní FR, BI 6–12 pD)	infravergence (BU 2–4 pD)

Příklad:

Zákazník má brýlovou korekci OP: sph +3 D, OS: sph +6 D. Přes brýle se dívá směrem do periferie 10mm od optického středu čočky. Pomocí vzorce lze vypočítat klínové účinky, které působí na oko.

$$\Delta = 100 \cdot dec \cdot Sb$$

Kde: dec. = posunutí očí od optického středu čočky v metrech

Sb = vrcholová lámavost korekční čočky v dioptriích

Z výpočtu je zřejmý výsledek, že na pravé oko působí klínový účinek 3Δ , a na levé oko působí $6pD$. Protože jsou báze klínu orientovány stejným směrem, vzájemné klínové účinky se odčítají. Výsledný klínový účinek je tedy $3pD$. Levé oko je tedy zatíženo o $3 pD$ více. V případě, kdy je báze klínu orientována směrem ven (BO), by se muselo levé oko natáčet o větší pohledový úhel směrem dovnitř. Jelikož jsou fúzní rezervy v tomto směru dostatečně velké, brýle by neměly způsobovat žádný problém. Ten by mohl nastat ve chvíli, kdy by na levé oko působil klínový účinek s bází dovnitř (BI).

Levé oko by bylo nuceno více divergovat. V divergentním směru jsou fúzní rezervy mnohem menší a u zákazníků, kterým nebyla fúzní rezerva vyměřena a kteří ji mají slabší, by mohly nastat potíže při pohledech do blízka. Je nutné pamatovat na to, že je nutné zákazníka poučit o tom, jak se přes brýle správně dívat. [10][17][29]

3.5.3 Vertikální prizmatický účinek při čtení do blízka

V následující kapitole bude popsán problém při nošení brýlové korekce, se kterým se mohou opět setkat zákazníci s rozdílnou korekcí pravého a levého oka. Jedná se o problém, který může nastat při čtení přes brýle, které jsou určeny do dálky, kdy je navíc na každém oku rozdílná dioptrická korekce. Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, při pozorování předmětu přes brýle bychom se vždy měli dívat přes optický střed korekční čočky, abychom své oko zbytečně nevystavovali prizmatickým účinkům navozeným brýlemi. [10][17][29]

Jako příklad lze uvést zákazníka s korekcí OS: -4.0 D, OD: -6.0 D, který se dívá do blízka přes brýle do dálky o 10mm níže, než je optický střed čočky. Daný příklad je uveden u větších dioptrií, jelikož u menších nemusí tento problém způsobovat takové potíže. Z těchto hodnot lze vypočítat prizmatický účinek na každém oku při pohledu do blízka pomocí následujícího vzorce. Decentrace je uváděna v centimetrech a vrcholová lámavost v dioptriích.

$$OS: \Delta = 100dec \cdot Sb = 1 \cdot |4| = 4 pD$$

$$OD: \Delta = 100dec \cdot Sb = 1 \cdot |6| = 6 pD$$

Rozptylná čočka nám naznačuje, že báze navozeného prizmatu je v opačném směru než decentrace čočky. Protože je optický střed čočky umístěn výše než momentální čtecí bod, báze se nachází dole. Z učiva binokulárních klínových účinků je

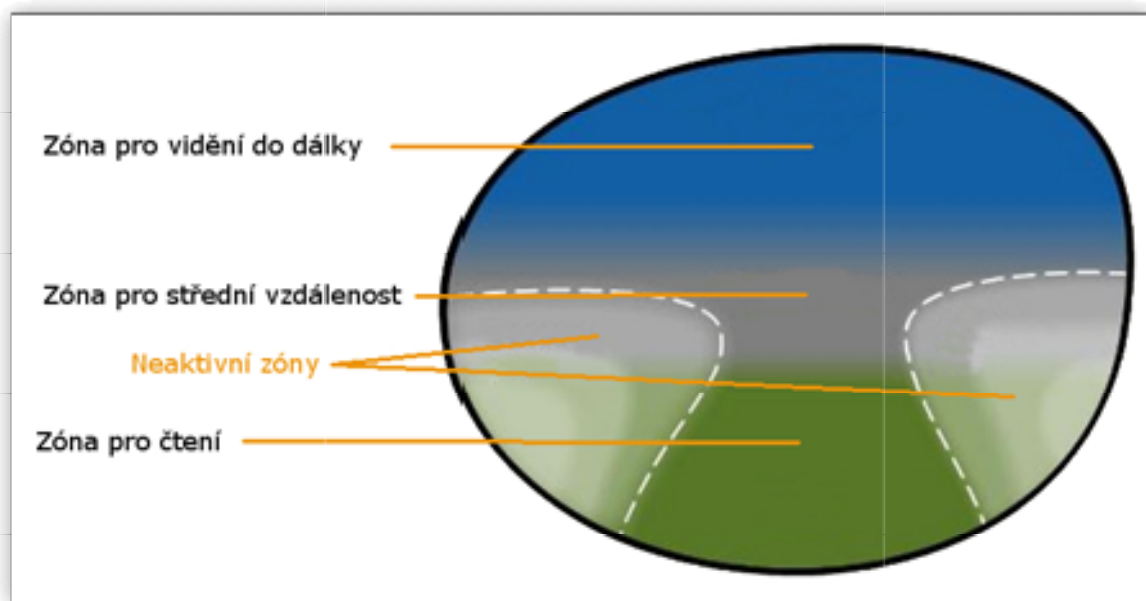
známo, že pokud je vertikální decentrace čoček ve stejném směru, vzájemné klínové účinky se odečítají. V tomto případě to znamená, že celkově je levé oko zatíženo o 2pD více než oko pravé. Schopnost očí kompenzovat vertikální klínové účinky je velmi malá. Z měření fúzních rezerv víme, že většina zákazníků je schopna dosahovat vertikálních fúzních rezerv kolem 2 až 4 pD. Z této skutečnosti lze usuzovat, že u zákazníků, kteří mají malé fúzní rezervy a čtou přes takové brýle, mohou nastat problémy jako rozmazané vidění, či dokonce diplopie z důvodu velkého zatížení očních svalů.
[10][17][27][29]

Pokud by tato situace nastala a zákazník by skutečně měl tenhle problém, existuje několik způsobů, jak ho kompenzovat. Jedním ze způsobů zvládnutí problému u jednoohniskových čoček je například posunutí optického středu čočky trochu níže než při běžné centraci do dálky do oblasti, která by se mohla nazývat jako „nejvíce užívaná část korekční čočky“. Správná míra decentrace čočky by se opět musela vypočítat. Museli bychom zjistit, jak velkou část čočky zákazník používá na vidění od dálky, až po blízko. Každopádně tato procedura zahrnuje navození klínových účinků na všechny vzdálenosti, což může opět způsobit problém. Dalším způsobem ke kompenzaci tohoto problému je předepsání dalších brýlí, které jsou ale centrovány na pohled do blízka. Zákazník se tedy dívá právě přes optický střed čočky a plně eliminujeme klínové účinky. V takovém případě ale zákazník musí přistoupit na fakt, že se nevyhne dvěma pářům brýlí. Nejjednodušší řešení bývá tím správným, a proto je nejlepší zákazníka na tento eventuální problém upozornit a řádně ho poučit, aby vždy do blízka sklápěl hlavu.
[10][20][27][29]

3.6 Negativní účinky progresivních brýlových čoček

Pro korekci presbyopie existuje mnoho možností zahrnujících brýle, kontaktní čočky nebo refrakční operace. Korekce se provádí buď pomocí jednoohniskových brýlových čoček, nebo víceohniskových brýlových čoček, jako jsou například bifokální, trifokální a progresivní, nazývané také multifokální brýlové čočky.

Obecně poskytují brýle lepší kvalitu vidění než alternativní možnosti korekce jako například multifokální kontaktní čočky nebo refrakční operace, u nichž může například docházet k překrývání obrazů na sítnici a ke ztrátě kontrastu daného obrazu. Stále jsou zde ale negativní účinky, na které si zákazník bude muset během užívání zvyknout, případně se naučit tyto účinky nevnímat při běžném užívání korekční pomůcky. Brýle se také lépe předepisují a relativně jednoduše se dá upravit případná změna korekce na základě dané refrakce například oproti operacím. Brýlové čočky mohou být také bezpečnější, jelikož nedochází ke kontaktu s okem, jako to bývá u kontaktních čoček, případně nevznikají pooperační komplikace, které mohou vzniknout při refrakčních operacích. Multifokální čočky a jejich technologie výroby se neustále modernizují a brýlové čočky jsou už v dnešní době finančně velmi dobře dostupné, základní se dá pořídit za pár tisíc korun. [17][26][30][31]



Obr. 18 – Klasická progresivní čočka pro korekci presbyopie [41]

Na obrázku lze vidět standardní multifokální brýlovou čočku, která má postupný nárůst adice směrem k dolnímu okraji bez viditelných linií, ohraničení nebo změn ve zvětšení obrazu. Tento postupný nárůst plusových dioptrií umožňuje nalezení optimálního plusového přírůstku na danou vzdálenost a zákazník tak může docílit ostrého vidění na všechny vzdálenosti od dálky až po čtení. Prostor, kde dochází k tomuto postupnému nárůstu dioptrií, se nazývá progresivní kanál. [26][27][30][31]

Každopádně multifokální brýlové čočky mají dvojí optické „omezení“ nebo také negativní účinky. Zaprvé jsou celkové zóny ostrého vidění do dálky, blízka a na střední vzdálenost menší v porovnání s klasickými jednoohniskovými či bifokálními čočkami. Za druhé jsou na multifokálních čočkách tzv. neaktivní zóny, kde vzniká nechtěný astigmatismus. V takových zónách může docházet k nežádoucímu zvětšení, které může narušit celkové vnímání daného obrazu, a zákazník může pozorovat jakoby obraz „plul“ nebo se nepřírozeně pohyboval – fenomén, kterému se říká tzv. plutí obrazu. [26][27][30][31]

S moderními technologiemi dochází k minimalizaci těchto neaktivních zón a s tím také k minimalizaci rozostřeného obrazu v periferních částech multifokálních čoček. Zároveň se zvětšují zóny ostrého vidění a čočka, se tak stává pro uživatele komfortnější. U těchto moderních čoček se matematicky vypočítávají výrobní procesy, aby se tyto zóny co nejvíce eliminovaly. Zákazníci mají následně možnost si vybrat z více typů multifokálních čoček s různou šířkou progresivních kanálů a s různou velikostí neaktivních zón, což se ale poté adekvátně odráží na ceně dané čočky (viz obrázek). Takové čočky mají méně negativních účinků na uživatele, mezi ně patří například točení hlavy, pocit nevolnosti nebo také rušivé duhové okraje kolem předmětů a narušení celkového komfortu v užívání. Doba návyku je v moderních čočkách rovněž kratší a jen velmi málo zákazníků má problémy s adaptací. Jeden z hlavních problémů nastává při chůzi po schodech. Zákazník má tendenci sklápět oči při pohledu na schody a dívá se právě přes zónu do blízka, přičemž uvidí schody rozmazané a blíže, než skutečně jsou. Tyto problémy jsou ale naštěstí jen otázkou krátkodobé adaptace v řádech dnů, maximálně týdnů, kdy se zákazník učí více sklápět hlavu místo očí, aby se díval přes ideální zónu na danou vzdálenost. [26][27][30][31]



Obr. 19 – Ukázka úzkého progresivního kanálu [31]



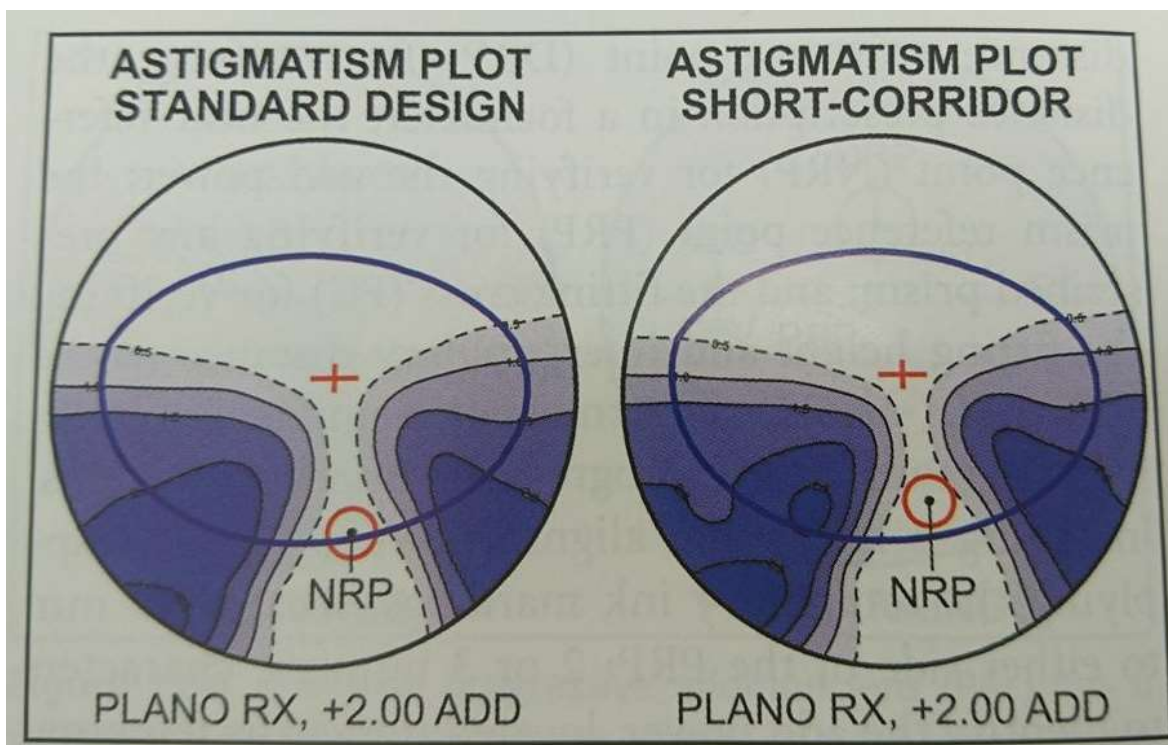
Obr. 20 - Ukázka širokého progresivního kanálu [31]

3.6.1 Astigmatismus v neaktivních zónách

Nežádoucí astigmatismus v periférii je kombinací tří hlavních faktorů, které spolu úzce souvisí a mají vliv na celkový obraz.

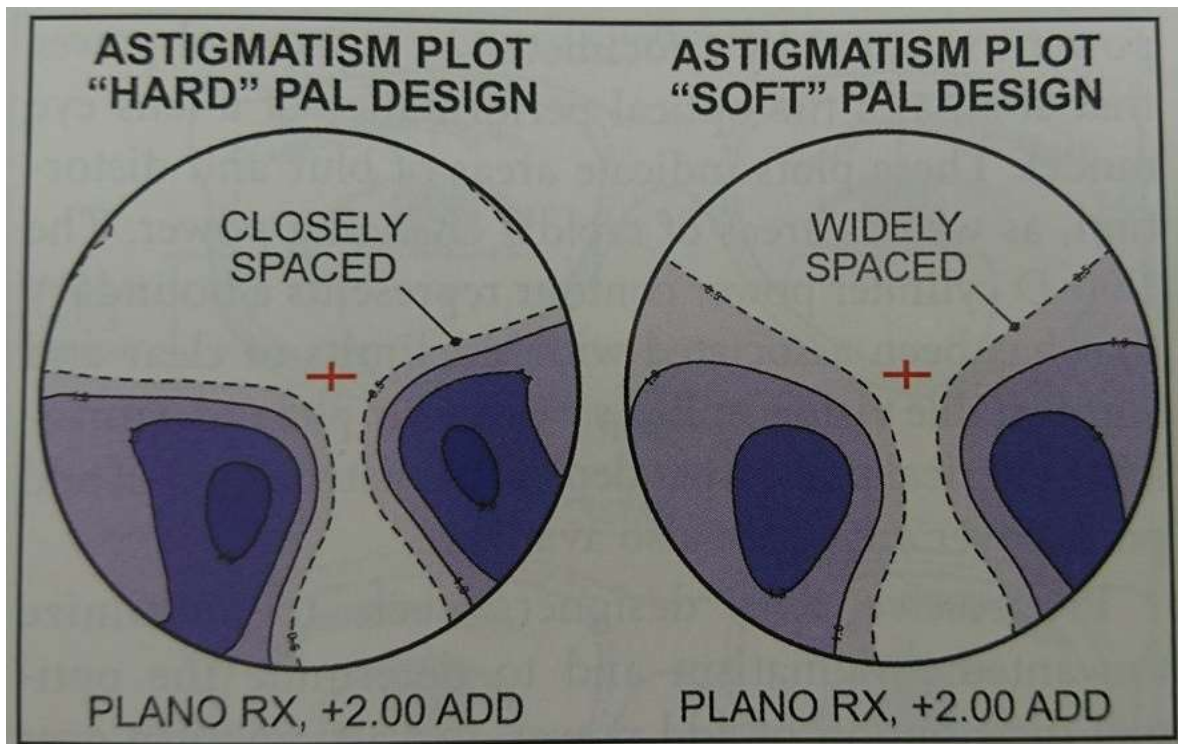
První faktor, při kterém narůstá astigmatismu v periférii, má za následek daná adice multifokální čočky. Míra velikosti astigmatismu je zhruba třikrát větší při použití adice +3.00 D než při použití adice +1.00 D. Je tedy velmi důležité zjistit, jaké má zákazník nároky na práci do blízka a kde je jeho pracovní vzdálenost, abychom nevolili „zbytečně“ velkou adici a nezvětšovali tak astigmatismus v periférii.

Druhý faktor, při kterém narůstá astigmatismu v periférii, má za následek velikost samotných ostrých zón vidění. Paradoxně se astigmatismus rapidně zvyšuje při volbě co největších zón ostrého vidění. Tím je myšlen spíše rapidní skok mezi těmito zónami (obrázek).



Obr. 21 – Ukázka druhého faktoru, kde lze vidět rozdíl velikosti nežádoucího astigmatismu na základě délky zvoleného progresivního kanálu. [30]

Třetí faktor, při kterém narůstá astigmatismu v periférii, má za následek délka zvoleného progresivního kanálu. Čím je kanál kratší a rozdíl mezi zónou do dálky a do blízka je menší, tím více narůstá astigmatismus v periférii (obrázek). V praxi se tedy snažíme volit spíše delší progresivní kanál, přičemž se ale stále musí brát v potaz velikost dané obruby a zda je na delší progresivní kanál místo. Velmi nápomocná je také zrcadlová metoda, kdy pomocí zrcadla zjišťujeme, přes který bod na brýlové čočce zákazník čte a zda bude délka kanálu vyhovovat. Jednou z hlavních příčin potíží u užívání multifokálních brýlí bývá právě zvolení příliš dlouhého kanálu, kdy je zákazník nucen zaklánět hlavu, aby viděl ostře do blízka. [26][27][30][31]



Obr. 22 – Ukázka třetího faktoru, kde lze vidět závislost velikostí ostrých zón na velikosti nežádoucího astigmatismu. [30]

Na základě uvedených informací musíme tedy umět zákazníkovi správně vybrat a nabídnout danou multifokální čočku. Musíme znát požadavky zákazníka na vidění a vědět, při jakých činnostech budou dané brýle využívány, abychom nabídli takové čočky, které budou skutečně sloužit, a ne překážet v každodenním životě a měnění návyků dívání. U prvonositelů je vhodnější volit spíše čočky s užším progresivním kanálem, kde je astigmatismus v periférii rozprostřen na velké ploše a nevyvolává tak velké rušivé reakce v komfortu vidění. Je také vhodnější volit brýlové obruby s vyšší očníci, aby se mohl zvolit delší progresivní kanál, který eliminuje astigmatismus v periférii. V každém případě je nejvhodnější začít nosit multifokální brýle co nejdříve, protože čím dříve budou používány, tím je adaptivní schopnost rychlejší a zákazník bude mít minimální potíže s adaptací na případné zesílení adice nebo změnu refrakce. [26][27][30][31]

4. Závěr

Jak bylo řečeno v úvodu, cílem práce bylo rozebrat negativními účinky brýlí ve smyslu mechanických a optických vlastností brýlové obruby a korekčních čoček.

V úvodní kapitole jsme krátce popsali refrakční vady oka, protože by měly být součástí této bakalářské práce, ale zároveň se jedná o téma, které již mnohokrát v rámci kvalifikačních prací na oboru optometrie bylo zpracováno. Proto z hlediska rozsahu nepatří mezi hlavní kapitoly, ale i přesto bylo cílem podat stručný a přehledný popis, který by mohl být využit jako edukační materiál v počátku studia optometrie, oční optiky a další studijní oborů, kde se studenti setkávají s refrakcí oka. To že v rámci délky textu největší část „zabrala“ myopie je dáno tím, že výskyt myopie celosvětově roste a mechanismu vývoje téhle vady je dnes věnována značná pozornost a tento fakt měl vliv i na tuto práci.

Po této krátké úvodní kapitole věnované ametropiím následovaly dvě stěžejní kapitoly pojmenované „Mechanické negativní účinky“ a „Opticko-fyzikální negativní účinky“. Práce vycházela z myšlenky, že i když jsou brýle zhotoveny správně, tak můžou v důsledku mechanických a optických vlastností působit uživateli obtíže a proto bylo cílem tyto negativní účinky popsat.

V kapitole věnované mechanickým negativním účinkům se podařilo shrnout dosavadní poznatky související s touto problematikou, které byly rozšířeny o „novější“ na základě publikovaných článků, které se ještě nedostaly do širšího povědomí. Podařilo se z dostupných informačních zdrojů „zkoumat“ širší souvislosti co vše ovlivňuje působení brýlí na oblasti dotyku s pokožkou a z toho vyvodit příslušné závěry.

U Opticko-fyzikálních negativních účinků musíme přiznat určité rezervy. Záměrem bylo vytvořit ucelený přehled o fyzikálních vlastnostech brýlových čoček se zaměřením na negativní ve vztahu ke korekci ametropií očí. Jedná se o velmi zajímavou problematiku, která může být námětem pro samostatnou práci. My jsme byli limitováni rozsahem pouze jedné hlavní kapitoly a v rámci očekávané délky textu jsme se omezili

na problematiku centrace brýlových čoček, základní vady optického zobrazování a prizmatický účinek.

Poslední kapitola je věnována progresivním brýlovým čočkám. Nejde jen o to, že se jedná o stále více preferovaný způsob korekce ametropie v kombinaci s presbyopií, ale z důvodu návyku na tyto brýlové čočky a obtíží části uživatelů, se samo nabízelo v kontextu této práce vytvořit samostatnou kapitolu. Pro upřesnění jenom podotkněme, že progresivní čočky lze samozřejmě použít i ke korekci emetropie s presbyopií, i když tato varianta je méně obvyklá. Každopádně v této závěrečné kapitole jsme vysvětlili hlavní zdroj obtíží spojených s těmito brýlovými čočkami.

5. Seznam použitých zdrojů

- (1) HYCL, Josef a Lucie TRYBUČKOVÁ. Atlas oftalmologie. 2. vyd. Praha: Triton, 2008. 239 s. ISBN 9788073871604.
- (2) KRAUS, Hanuš. Kompendium očního lékařství. Vyd. 1. Praha: Grada, 1997. 341 s. ISBN 8071690791.
- (3) VLKOVÁ, Eva, Šárka PITROVÁ a František VLK. Lexikon očního lékařství. 1. vydání. Brno: Prof. Ing. František Vlk DrSc, 2008. 607 s. fvlk,1. ISBN 9788023989069.
- (4) ŘEHÁK, Svatopluk. Oční lékařství, Vyd. 1. Praha 1: Avicentrum, 1980. 212 s.
- (5) ROZSÍVAL, Pavel. Oční lékařství. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2006. 373 s. ISBN 8024612135
- (6) ANTON, Milan. Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. 3. přepracované vyd. Brno Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. 96 s. ISBN 807013402X.
- (7) CHUNG K, MOHIDIN N, O'LEARY DJ. Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression, Vision Research 2002 Oct;42(22):2555-2559
- (8) BENJAMIN, William J. a Irvin M. BORISH. Borish's clinical refraction. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006. ISBN 9780750675246.
- (9) KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. Praha: Grada Publishing, 2007. 812 s. ISBN 9788024711638.
- (10) RUTRLE, Miloš. Brýlová optika. 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text pro střední zdravotnické školy. ISBN 8070131454.
- (11) WALSH, Glyn a S. Mark WILKINSON. Materials and allergen swithin spectacle frames: a review. Contact dermatitis. 2006 Sep;55(3):130-139. PMID:16918611 DOI:10.1111/j.1600-0536.2006.00791.x. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16918611>

- (12) KIM, In Su, YOO, Kwang Ho, KIM, Myeung Nam, HONG, Hyuck Ki, CHOI, Yeon Shik, JO, Young Chang, Beom Joon KIM and Ju Suk LEE. The Fine Scratches of the Spectacle Frames and the Allergic Contact Dermatitis. *Ann Dermatol.* 2013, 25(2): 152–155. DOI: 10.5021/ad.2013.25.2.152. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3662906/>
- (13) WALSH, Glyn. The weight of spectacle frames and the area of their nose pads. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2010, 30(4):402-4. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2010.00755.x. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20629962>
- (14) JEXO VÁ, Soňa. Geometrická optika. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 9788070135211.
- (15) VYŠÍN, Ivo a Jan ŘÍHA. Paprsková a vlnová optika: studijní modul. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 9788024433349.
- (16) SCHWARTZ, Steven H. Geometrical and visual optics: a clinical introduction. New York: McGraw-Hill, 2002. ISBN 0071374159.
- (17) GROSVENOR, Theodore P. Primary care optometry. 5th ed. St. Louis, Mo.: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2007. ISBN 9780750675758.
- (18) AUTRATA, Rudolf. Nauka o zraku. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 8070133627.
- (19) KVAPILÍKOVÁ, Květa. Anatomie a embryologie oka. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 8070133139.
- (20) RUTRLE, Miloš. Binokulární korekce na polatestu. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 8070133023.
- (21) RŮŽIČKOVÁ JAREŠOVÁ, Lucie. Stárnutí kůže a péče o ni. *Medicína pro praxi.* 2012, 9(6–7), 293–295. Dostupné také z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/06/09.pdf>.
- (22) MAXAM, Ulrich. Brillentechnik: Linsen, Fassungen, Anpassung, Istandsetzung. 2. durchg. Aufl. Berlin: Technik, 1983. ISBN 9783341001868.

- (23) MARTÍNEK, Jindřich a Zdeněk VACEK. Histologický atlas. Praha: Grada, 2009. ISBN 9788024723938.
- (24) KVAPILÍKOVÁ, Květa. Práce a vidění. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999. ISBN 8070132752.
- (25) NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. Přehled anatomie. 3., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.
- (26) HOUŠKOVÁ, I. Brýlová technologie – výukové materiály k předmětu Brýlová technologie. Brno: Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Brno, Merhautova, příspěvková organizace.
- (27) DOČKALOVÁ, B. Brýlová optika – výukové materiály k předmětu Brýlová optika. Brno: Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Brno, Merhautova, příspěvková organizace.
- (28) BECHTOLD, Edwin W. The Aberrations Of Ophthalmic Lenses. Optometry and Vision Science. 1958, Vol. 35, Iss. 1, pp. 10-24. Dostupné také z: http://journals.lww.com/optvissci/Citation/1958/01000/THE_ABERRATIONS_OF_OPHTHALMIC_LENSSES__3.aspx
- (29) HROMÁDKOVÁ, Lada. Šilhání. 2., dopl. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 8070132078.
- (30) PALLIKARIS, Ioannis G., Sotiris PLAINIS a W. Neil CHARMAN. Presbyopia: origins, effects, and treatment. Thorofare, NJ: SLACK, 2012. ISBN 9781617110269.
- (31) ZEISS Česká republika. Tipy pro lepší uživatelský komfort progresivních čoček. Zeiss.cz [online]. 2012 [cit. 2017-12-21]. Dostupné z: https://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/better-vision/porozumneni-videni/brylove-cocky-a-reseni-vaseho-videni/tipy-pro-lepsi-uzivatelsky-komfort-progresivnich-cocek.html

5.1 Seznam použitých obrázků:

- (32) AUTOR NEUVEDEN. Kůže. Hojeni-ran.cz [online]. 2016 [cit. 2017-12-04].
Dostupné z: <http://www.hojeni-ran.cz/dbpic/kuze-330>
- (33) AUTOR NEUVEDEN. Ukázka kontaktní dermatitidy při nadměrné zátěži brýlí na nosním kořenu. Crutchfielddermatology.com [online]. 2013 [cit. 2017-12-24].
Dostupné z: https://www.crutchfielddermatology.com/caseofthemonth/studies/2013/1_2013_002.asp.
- (34) KAULITZKI, Sebastian. Lékařsky přesné znázornění žíly a tepny hlavy. Cz.123rf.com [online]. 2016 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://us.123rf.com/450wm/Eraxion/Eraxion1507/Eraxion150701335/42587908-lékařsky-přesné-znázornění-žíly-a-tepny-hlavy.jpg>
- (35) AUTOR NEUVEDEN. Různé druhy brýlových sedýlek. Silroc.cz [online]. 2014 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <http://silroc.cz/getFile/id:17667/lastUpdateDate:2014-09-04%2010%3A30%3A28/image.jpg/type:-1>
- (36) AUTOR NEUVEDEN. Správná počáteční anatomická úprava, kdy se obruba dotýká podložky právě ve čtyřech bodech. Olioptik.cz [online]. 2017 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: http://www.olioptik.cz/olioptik/user/r5260e_large.jpg
- (37) MANSUROV, Nasim. AsphericalLens.Cdn.photographylife.com [online]. 2011 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://cdn.photographylife.com/wp-content/uploads/2011/10/Aspherical-Lens.png>
- (38) AUTOR NEUVEDEN. Dopad barevné vady na viděný obraz. Fotografovani.cz [online]. 2015 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: http://www.fotografovani.cz/old-idif/fotografovani/images2/rom_chrom_aberace.gif
- (39) Multifokální brýle. Oční Centrum Kroměříž - Optika, kompletní vyšetření zraku, aplikace kontaktních čoček [online]. Dostupné z: <https://www.optikakromeriz.cz/inpage/multifokalni-bryle/>

- (40) AUTOR NEUVEDEN. Analyza-obrazu.cz [online]. 2015 [cit. 2017-12-04].
Dostupné z: http://www.analyza-obrazu.cz/uploads/RTEmagicP_zkresleni-2.jpg
- (41) AUTOR NEUVEDEN. Produkty. Optikaveronika.cz [online]. 2016 [cit. 2017-12-21]. Dostupné z: <http://www.optikaveronika.cz/images/produkty4.png>