

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta



**KDY KORIGOVAT
MALÉ OČNÍ VADY**

Bakalářská práce

Mgr. Sylvie Petrová
vedoucí práce

Matěj Skrbek
optika a optometrie

Brno, duben 2007



MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta

Katedra optometrie a ortoptiky



Obor: Optika a optometrie

KDY KORIGOVAT MALÉ OČNÍ VADY

WHEN TO CORRECT SMALL EYE ERRORS

Matěj Skrbek

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Sylvie Petrová**

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 55

Počet obrázků: 8

Počet grafů: 2

V Brně, duben 2007

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta



Katedra optometrie a ortoptiky

Pekařská 53, 656 91, Brno

ANOTACE

JMÉNO:	Matěj Skrbek
OBOR:	Optika a optometrie
ZADÁNÍ PRÁCE:	Kdy korigovat malé oční vady
VEDOUCÍ PRÁCE:	Mgr. Sylvie Petrová

Tato práce se zabývá problematikou malých refrakčních vad oka, jejich vzniku, průběhu, vlivu na vidění a možnostmi korekce s přiblížením souvisejících akomodačně - vergenčních potíží.

V úvodních kapitolách jsou popsány refrakční vady a způsob jejich korekce obecně, dále jsou přiblíženy procesy akomodace a konvergence a jejich některé poruchy.

Část věnovaná malým refrakčním vadám se zabývá jejich druhy, charakteristickými projevy a důsledky, možnostmi umělého navození a způsoby jejich korekce.

MASARYK UNIVERSITY

Faculty of medicine



Department of Optometry and Orthoptics

Pekařská 53, 656 91, Brno

ANNOTATION

NAME:	Matěj Skrbek
SPECIALIZATION:	Optics and optometry
THEME OF THE WORK:	When to correct small eye errors
LEADER OF THE WORK:	Mgr. Sylvie Petrová

This work deals with problems of small refractive eye errors, their origin, course, effect on vision and possibilities of correction with approximation of their interrelated accommodative - convergent difficulties.

The errors of refraction and methods how to correct them generally are set out in introductory chapters, further the processes of accommodation and convergency and some of their disturbances are approached.

Part devoted to small refractive defects deals with their sorts, characteristic manifestations and incidence, possibilities of artificial inducing and methods of their correction.

Místopřísežné prohlášení

Zde místopřísežně prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedených zdrojů.

V Brně, duben 2007

Matěj Skrbek

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu doc. MUDr. Milanu Antonovi, CSc., za poskytnutí cenných informací v dané problematice a paní Mgr. Sylvii Petrové za odborné vedení této práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi umožnili přístup k odborným zdrojům, a též těm, kteří mi ochotně zprostředkovali poznatky ze své dlouholeté praxe.

V Brně, duben 2007

Matěj Skrbek

Obsah

Obsah	1
1. Úvod	3
1.1 Metodika	4
2. Refrakční vady oka	4
2.1 Myopie	5
2.2 Hypermetropie	6
2.3 Astigmatismus	8
2.4 Anizometropie	10
2.5 Anizeikonie	10
3. Akomodace, konvergence a jejich poruchy, heteroforie	11
3.1 Akomodace	12
3.1.1 Fyziologie a mechanismus akomodace	12
3.1.2 Poruchy akomodace	14
3.1.2.1 Presbyopie	14
3.1.2.2 Vybrané patologické poruchy akomodace	15
3.2 Konvergence	17
3.2.1 Fyziologie konvergence	17
3.2.2 Vergenčně akomodační synkinéza	18
3.2.3 Anomálie vergenčních pohybů	19
3.3 Heteroforie	20
3.3.1 Brýlová korekce heteroforií	21
4. Brýlová korekce refrakčních vad a presbyopie	22
4.1 Vyšetření refrakčního stavu oka	23
4.1.1 Anamnéza a aspekce	23
4.1.2 Vyšetření zrakové ostrosti	23
4.1.3 Objektivní vyšetření refrakce	24
4.1.4 Subjektivní vyšetření refrakce	26
4.2 Korekce ametropií a presbyopie	29
4.2.1 Korekce myopie	29

<u>4.2.2 Korekce hypermetropie</u>	31
<u>4.2.3 Korekce pravidelného astigmatizmu</u>	33
<u>4.2.4 Korekce anizometropie a anizeikonie</u>	34
<u>4.2.5 Korekce presbyopie</u>	35
<u>5. Malé oční vady</u>	36
<u>5.1 Charakteristika malých očních vad</u>	36
<u>5.2 Refrakční stavy oka bez korekce a s korekcí vyvolávající akomodační úsilí</u>	37
<u>5.2.1 Nekorigovaná hypermetropie a hypermetropický astigmatismus</u>	37
<u>5.2.2 Podkorigovaná hypermetropie</u>	38
<u>5.2.3 Překorigovaná myopie</u>	39
<u>5.2.4 Podkorigovaná presbyopie</u>	40
<u>5.3 Obtíže provázející malé oční vady</u>	41
<u>5.3.1 Astenopické potíže</u>	41
<u>5.3.1.1 Akomodační astenopie</u>	42
<u>5.3.1.2 Svalová astenopie</u>	42
<u>5.3.1.3 Nervová astenopie</u>	43
<u>5.3.1.4 Symptomatická astenopie</u>	43
<u>5.3.1.5 Další příčiny astenopických potíží</u>	43
<u>5.3.2 Poruchy čtení a psaní</u>	44
<u>5.4 Korekce malých očních vad</u>	45
<u>6. Závěr</u>	47
<u>7. Příloha</u>	49
<u>8. Seznam použité literatury</u>	58

1. Úvod

Ačkoliv je problematika malých očních vad optometristům a oftalmologům, zabývajícím se korekcí refrakčních vad oka, důvěrně známá, v odborné literatuře dosud souborně příliš rozebírána nebyla. Je to s podivem, neboť právě z jakéhokoliv důvodu nekorigované nebo přehlížené malé oční (refrakční) vady mohou a často také výrazným způsobem snižují kvalitu života dotčené osoby, jak bude popsáno dále. Tato práce si klade za cíl stručně shrnout poznatky o malých očních vadách z hlediska jejich příčin, výskytu a rozvoje, diagnostiky včetně některých možných příčin jejich přehlédnutí či záměn, jejich vlivu na kvalitu vidění a z toho plynoucích důsledků pro dotyčnou osobu a konečně jejich správné korekce v takovém rozsahu, který by měl rámcově postačovat při řešení problémů souvisejících s malými očními vadami v běžné praxi. Za malé oční vady, které jsou předmětem zájmu této práce, jsou považovány takové oční vady, které je jimi zatížená osoba schopna mimovolně kompenzovat tak, že zůstávají skryté a manifestují se až ve chvíli, kdy se tyto opravné mechanismy vyčerpají nebo svým úsilím přiblíží k hranici svých možností. Jedná se tedy především o refrakční vady - fakultativní hypermetropii (popřípadě složený hypermetropický astigmatismus), korigovanou zvýšeným akomodačním úsilím, a o heteroforie, kompenzované vergenčním a fúzním úsilím. Právě kvůli provázanosti vztahů mezi hypermetropií, akomodací a s ní spojenou konvergencí je nezbytné se alespoň okrajově zmínit o problematice refrakčních vad obecně, o akomodaci, jejím principu a průběhu v závislosti na stáří a rovněž o postavení očí ve vztahu ke vzdálenosti sledovaného objektu, refrakčnímu stavu oka a stupni vynaloženého akomodačního úsilí. V části věnované korekci refrakčních vad oka bude přihlédnuto zejména k chybám ve stanovení korekce a korekční pomůcky, ústícím právě k navození stejného refrakčního stavu oka, s jakým se setkáváme u malých očních vad. V rámci rozboru subjektivních a objektivních projevů

přítomnosti malé oční vady bude poukázáno na vyskytující se podobnosti s dalšími patologickými procesy a na jejich možnou záměnu.

1.1 Metodika

Bylo zapotřebí nashromáždit větší množství odborných materiálů, jelikož malé oční vady bývají zpravidla zmiňovány jen velmi okrajově, obvykle ve vztahu k další problematice. Bylo též snahou v jednotlivých kapitolách čerpat z co nejširšího okruhu zdrojů, aby bylo poukázáno na mnohdy odlišný až naprosto protichůdný výklad více citovaných autorů k jedné věci. Autor též považuje za vhodné doplnit takto získanou teorii vlastními komentáři z (byť dosud nepříliš dlouhodobé) praxe, tyto pak v textu nejsou označovány hranatými závorkami, na rozdíl od informací získaných z odborné literatury, jejíž výčet je uveden na konci práce.

2. Refrakční vady oka

Refrakční stav oka je dán poměrem jeho předozadní (axiální) délky k lomivosti jeho optického systému [1], přičemž za emetropické je považováno oko, jehož obrazové ohnisko se nachází na sítnici, nehledě k absolutním hodnotám osově délky a optické mohutnosti optického systému (obrázek 1a). V praxi to znamená, že emetropické oko (tj. bez refrakční vady) vidí ve stavu uvolněné akomodace ostře předměty v nekonečnu, resp. ve velké vzdálenosti [2]. Naproti tomu u oka ametropického dochází u předmětů pozorovaných v nekonečnu k neostrému zobrazení na sítnici vlivem posunu obrazového ohniska před či za ni. Příčinou může být osová délka oka neodpovídající jeho jinak normální optické mohutnosti (osové ametropie) nebo naopak změněná lomivost optického systému (abnormální zakřivení optických členů nebo jejich odlišný index lomu) vůči normální osově délce oka (ametropie lomivé) [3], eventuelně se tyto příčiny mohou kombinovat. Dochází rovněž ke změně pozice dalekého bodu (*punctum remotum*) a blízkého bodu (*punctum proximum*), tedy k posunu celého optického intervalu ostrého vidění. Výskyt refrakčních vad v populaci lze

charakterizovat Gaussovým rozdělením, jehož maximum leží přibližně u hodnoty $+0,5 D$ [4], což poukazuje na výraznou převahu ametropií malých hodnot s mírným posunem k hypermetropii (graf 1). Obvykle tato skutečnost bývá přisuzována emetropizační schopnosti oka, vedoucí k cílenému snižování refrakční vady především kontrolovaným růstem oka. Podstata tohoto procesu a zejména jeho řízení však není zcela známa, například COBB předpokládá existenci zpětnovazebního regulačního systému na bázi chromatické aberace oka a Stiles – Crawfordova jevu druhého typu [5]. V průběhu života není refrakční stav stálý, střídají se 2 fáze hypermetropizující se dvěma fázemi myopizujícími [6]. Dosud rovněž nelze konzervativní terapií ametropie spolehlivě léčit [7], ačkoliv například některým muskarinovým antagonistům (atropin, pirenzepin) je připisována schopnost brzdit progresi axiální myopie [8]. Pro účely této práce bude přejato dělení (refrakčních) očních vad na malé a velké nikoliv podle absolutní hodnoty ametropie, nýbrž podle schopnosti oka tyto vady vlastní aktivní činností korigovat (malé vady), či nikoliv (velké vady) [4].

2.1 Myopie

Myopie, krátkozrakost, je refrakční vada charakterizovaná posunem obrazového ohniska oka před sítnicí [4] a polohou dalekého bodu v konečné vzdálenosti před okem (obrázek 1b) [3].

Příčiny vzniku myopie mohou být různé, většina citovaných autorů uvádí vlivy dědičné, bývá udávána porucha emetropizačního procesu, ústící v nadměrný růst bulbu [9], ale také abnormality ve stavbě očníce, stěny bulbu a (!) častá a nadměrná práce do blízka [1]. Vliv na vznik myopie v pozdějším věku může mít i např. zákal čočkového jádra (*cataracta nuclearis*), změny na rohovce a přechodné jevy jako hyperglykémie při diabetu [10], žloutenka [2], záněty tkáně zrakového orgánu, kontuzní poranění oka, celá řada léků [11], atd.

Nejčastější formou je osová (axiální) myopie, daná příliš velkou předozadní délkou oka, méně obvyklá je pak lomivá myopie, způsobená menšími poloměry zakřivení refrakčních ploch optických členů oka, jejich

zvýšeným indexem lomu nebo tzv. akomodativní myopie zapříčiněná spazmem ciliárního svalu [12]. Stacionární myopie, kdy se hodnota refrakční vady zvyšuje jen mírně a do určitého věku, může být vrozená, školní, pozdní, intermediální [8]. Její projevy se omezují zejména na sníženou zrakovou ostrost do dálky, na rozdíl od progresivní formy myopie, kdy se ke zhoršenému vizu přidávají degenerativní změny sítnice, atrofie cévnatky, zkapalnění sklivce [1] a výrazné protenčení bělimy [8]. Podle výše refrakční vady se myopie dělí na lehkou (do -3 D, *myopia levis*), střední (od -3 D do -6 D, *myopia modica*) a vyšší (nad -6 D, *myopia altioris gradus*) [13].

Vzhledem k refrakčním poměrům v myopickém oku bývá při pohledu do blízka akomodace dle velikosti ametropie a pracovní vzdálenosti buď využívána v menší míře nebo dokonce vůbec, což může vyústit v postupnou atrofii ciliárního svalu. Neinvazivní korekce myopie se stává z předložení rozptylné čočky (brýlové, kontaktní) tak, aby její obrazové ohnisko splývalo s dalekým bodem krátkozrakého oka [3], určitou alternativu poskytuje i ortokeratologie působením na refrakci rohovky [11]. O korekci myopie bude dále pojednáno v kapitole 4.2.1.

2.2 Hypermetropie

Hypermetropie, též hyperopie, dalekozrakost, je refrakční stav oka, kdy se za akomodačního klidu jeho obrazové ohnisko nalézá za sítnicí [4], daleký bod se posouvá do konečné vzdálenosti za oko [3], optický aparát oka tedy má relativně menší lomivost, než by při dané předozadní délce bulby bylo potřeba (obrázek 1c) [12].

Příčinou vzniku hypermetropie je podle většiny citovaných autorů dědičnost či neznámá etiologie, bývá označována za vrozenou, fyziologickou vadu [13] a dalekozraké oko za ne zcela vyvinuté [14].

Nejčastější formou je hypermetropie axiální, podmíněná malou předozadní délkou oka, která je daná předčasným zastavením jeho růstu [4], mikroftalmem [13], ale může ji vyvolat též mechanický útlak zadního pólu oka nádory očních tkání či jejich záněty a patologické procesy na očním pozadí (odchlípení a nadzdvížení sítnice) [4]. Méně častější lomivá

hypermetropie [12] může být vyvolána příliš velkými poloměry refrakčních ploch rohovky (vrozená *cornea plana*, úrazy) [4] nebo čočky, prohloubenou přední komorou [12], vrozenou, získanou či uměle vytvořenou afakií (chyběním čočky) [4] a konečně sníženým indexem lomu čočky, který bývá u starších osob označován za fyziologický [15]. Celková výše dalekozrakosti, zjištěná v cykloplegii, se nazývá totální hypermetropií a skládá se z latentní složky, udávané fyziologickým tonem ciliárního svalu, nepřesahující 1 D, a ze složky manifestní, zřejmé [4], která dle svého rozsahu může být plně korigována zapojením akomodace [13] (pomocí které se zvýší lomivost čočky), tzv. fakultativní hypermetropie, k níž může přistupovat ještě absolutní hypermetropie, tj. zbytková vada, kterou již akomodace není schopna dokorigovat [4]. Podíl fakultativní a absolutní hypermetropie na celkové vadě se v průběhu života mění a závisí zejména na rozsahu akomodační šíře a jeho změnách.

Při pohledu do dálky je ve snaze o dosažení ostrého obrazu na sítnici bezděčně zapojena akomodace (a spolu s ní i konvergence, o čemž bude pojednáno ve kapitole 3.2.2), do blízka je pak vyžadováno její další navýšení, což při velké akomodační šíři, přítomné v mládí, je možné [1]. S fyziologickým úbytkem schopnosti oka akomodovat nejprve dochází k poruchám vidění do blízka a následně vlivem další redukce akomodační šíře i do dálky, snaha o vyrovnání fakultativní hypermetropie na hranici akomodační šíře pak vyústí v astenopické potíže [4]. Tato problematika bude dále podrobně zmíněna v kapitole 5.3.1. Běžná refrakční hodnota hypermetropie po narození činí 2 až 3 D [14], růstem oka se snižuje a v období od šesti do dvanácti let by se oko mělo stát emetropickým [13]. Obyčejně hodnoty refrakce dalekozrakého oka nepřesahují 5 až 6 D [4, 13]. Neinvazivní korekce dalekozrakého oka spočívá v předřazení spojného optického členu (brýlové či kontaktní čočky) takové hodnoty a do takové vzdálenosti od bulbu, aby obrazové ohnisko korekční čočky splynulo s dalekým bodem oka (nacházejícím se za bulbem) [3]. Problematika korekce hypermetropie bude podrobněji rozvedena v kapitole 4.2.2.

2.3 Astigmatismus

Oko s astigmatickou refrakční vadou se vyznačuje nestejnou optickou mohutností ve všech meridionálních řezech jeho optického aparátu [3], paprsky procházející optickým systémem oka v jednotlivých meridiánech pak nemají jedno shodné obrazové ohnisko na sítnici, nýbrž vytvářejí obrazové linie (fokály) v různé vzdálenosti od optického systému oka (obrázek 2) [13]. Vzájemná vzdálenost dvou fokál, příslušejících řezům s nejnižší a nejvyšší optickou mohutností, udává fokální interval [15], v jehož středu se nachází kroužek nejmenšího zkreslení [12], rozdíl v optických mohutnostech těchto řezů, označovaných jako hlavní, pak představuje astigmatickou diferenci [3]. Fokála přitom určuje směr osy příslušného hlavního řezu [12].

Nejčastěji se v populaci vyskytuje astigmatismus pravidelný (*astigmatismus regularis*), jehož oba hlavní řezy jsou na sebe navzájem kolmé. Může nabývat formy jednoduchého astigmatismu (*astigmatismus simplex*), při kterém je jeden hlavní řez emetropický a druhý buď hypermetropický (fokála se nachází za okem, neprotíná sítnici), nebo myopický (fokála je před sítnicí a protíná ji ve dvou bodech), složeného astigmatismu (*astigmatismus compositus*), jehož oba hlavní řezy jsou buď myopické (fokály před sítnicí), nebo hypermetropické (obě fokály za sítnicí) [10], u něž konkrétně lze předpokládat korekci jeho sférické hodnoty (udávané méně dalekozrakým hlavním řezem) vlastním akomodačním úsilím [16]. Smíšený astigmatismus (*astigmatismus mixtus*) se pak vyznačuje jedním hlavním řezem myopickým a druhým hypermetropickým [10]. Zvláštního případu tohoto druhu astigmatismu, astigmatismu ryze smíšeného, kdy se kruh nejmenšího rozptylu nachází na sítnici, je arteficiálně dosaženo nejlepší sférickou korekcí astigmatického oka a představuje jeho výchozí stav pro zjištění refrakce metodou Jacksonových zkřížených cylindrů [17]. Dle orientace hlavních řezů (tj. jejich os a fokál kolmo k nim) lze rozlišit astigmatismus přímý (podle pravidla, *astigmatismus rectus*), jehož svislý hlavní řez s osou v horizontále je více lomivý (více myopický či méně hypermetropický než druhý hlavní řez) a jejich orientací

tak odpovídá tzv. fyziologickému astigmatizmu, kdy je optická mohutnost rohovky ve svislém směru vyšší [13], což se připisuje tlaku horního víčka na rohovku [4], dále na astigmatizmus nepřímý (proti pravidlu, převrácený, *astigmatismus inversus*) s více lomivým vodorovným hlavním řezem, který je obvyklý zejména u oční čočky a částečně kompenzuje fyziologický astigmatizmus rohovky [3] a v interakci s ním udává výslednou hodnotu astigmatizmu [4], a konečně na astigmatizmus šikmý (*astigmatismus obliquus*), jehož hlavní řezy neleží v horizontální ani vertikální rovině [13]. Mimo pravidelný astigmatizmus se vyskytuje ještě *astigmatismus biobliquus*, jehož dva hlavní řezy nesvírají pravý úhel [16] a nepravidelný astigmatizmus (*astigmatismus irregularis*) s nerozlišitelnými meridiány maximální a minimální lomivosti, vzniklý nejčastěji nepravidelným zakřivením rohovky [1]. Bývá způsoben úrazy či onemocněními rohovky [4].

Astigmatizmus se nejčastěji vyskytuje jako vrozená vada, rozvíjející se nejčastěji do konce prvního roku života, obvykle ve formě nepřímého astigmatizmu, který později přechází v přímý, jak uvádí např. ANTON [4]. V průběhu života pak může dojít ke změně refrakční hodnoty astigmatizmu i jeho osy opět až k přechodu k astigmatizmu nepřímému [15]. Astigmatizmus může vznikat na základě nepravidelného zakřivení refrakčních ploch optických členů, tzv. křivkový, při změnách indexu lomu v některých oblastech čočky [15], při její decentraci z optické osy [4]. Zkreslení obrazu cylindrickou refrakční plochou rohovky či čočky je vzhledem k jejich malým vzdálenostem od vstupní pupily oka minimální [18], avšak vysoké hodnoty astigmatizmu se projevují výrazným snížením zrakové ostrosti, postižená osoba často zaostřuje na jeden meridián, přítomnost astigmatizmu rovněž může vyvolávat astenopické obtíže (viz kapitola 5.3.1) [10].

Neinvazivní korekce pravidelného astigmatizmu spočívá v předřazení optického členu (sférotické či plancylindrické brýlové či kontaktní čočky) orientované tak, aby výsledná optická mohutnost systému oko – korekční pomůcka byla ve všech řezech stejná [3] a pozorovaný předmět se ostře zobrazoval na sítnici. Korekce astigmatizmu bude podrobněji popsána v kapitole 4.2.3.

2.4 Anizometropie

Nedosahují-li obě oči shodného refrakčního stavu, což je v nízkých amplitudách poměrně častý jev, jedná se o anizometrii [1]. Dle povahy refrakčních vad obou očí lze rozlišovat anizometrii myopickou (obě oči krátkozraké), hypermetropickou (obě oči dalekozraké), u které mohou být způsobeny značné subjektivní obtíže snahou obou očí korigovat dalekozrakost nefyziologickým binokulárně nestejným akomodačním úsilím (obdobně pak při akomodaci do blízka), dále anizometrii smíšenou (jedno oko myopické, druhé hypermetropické) a relativní (latentní), kdy je i přes rozdílné parametry dílčích prvků optického systému oka výsledná refrakce stejná [12]. Další formou anizometropie jsou případy, kdy je refrakční vadou zatíženo jen jedno oko, druhé zůstává emetropické. Anizometropie může být zapříčiněna kratší osovou délkou jednoho oka, mají-li oba optické systémy shodnou optickou mohutnost (anizometropie axiální), nebo naopak rozdílnou optickou mohutností optických soustav obou očí při jejich shodných předozadních délkách (anizometropie refrakční), popřípadě jejich kombinací (anizometropie smíšená) [19]. Jako extrémní anizometropie bývá někdy označována jednostranná afakie, absence oční čočky v optickém systému oka [10]. Anizometropie úzce souvisí s anizeikoníí a zejména při její korekci se mohou objevovat další průvodní znaky [19], tato problematika bude rozvedena v oddílech o korekci refrakčních vad a o astenopických potížích.

2.5 Anizeikonie

Rozdílná velikost obrazů shodného předmětu, vnímaných oběma očima, je označována jako anizeikonie [19]. Přitom fyzická velikost obrazů, zachycených na sítnicích, může být stejná, jsou-li na vině tzv. neoptické příčiny anizeikonie, jako plošně nesouměrné rozložení světločivných elementů v oku [3] (včetně fyziologických rozdílů nasálních a temporálních polovin sítnice, kdy je obraz též vnímán odlišným počtem fotoreceptorů a je podle toho dále interpretován – funkční anizeikonie [4]), ovlivnění velikosti vjemu prostřednictvím zrakových korových center, nestejnou adaptací obou očí nebo odlišnou propustností jejich optických systémů. Optické příčiny mají

vliv na vznik různě velkých obrazů již na sítnicích, tzv. přirozené mohou vyplývat ze vzájemných odlišností v samotné stavbě optických systémů obou očí [3] nebo v nesouměrné konvergenci (taková anizeikonie bývá označována jako fyziologická) [4]. Uměle vzniklé příčiny pak představuje afakie a nevhodná korekce zraku [3], ať již anizometropie přítomná je (u osově myopie vzniká větší, u osově hypermetropie naopak menší obraz), nebo je arteficiálně navozena korekční pomůckou, kdy rozdíl 0,25 D v refrakci obou očí představuje 0,5 % anizeikonii (viz dále) [4]. Různé příčiny se přitom mohou větší či menší měrou kombinovat [3]. Dle vyvolávající příčiny mohou být vytvořené obrazy změněné různým způsobem v různých směrech (*aniseikonia totalis, horizontalis, obliqua, mixta*) [12]. Nejčastějším způsobem hodnocení anizeikonii je procentuální udávání rozdílu ve velikosti obrazu jednoho a druhého oka [20]. Míra snesitelnosti anizeikonie je výrazně individuální, hodnoty okolo 1 % jsou považovány za bezproblémové [1], za hraniční hodnotu je pokládán 5 % rozdíl ve velikosti obrazů [1, 4], podle některých pramenů až 20 % [20]. Vyšší rozdíly jsou obvykle lépe snášeny, zvyká-li si na ně dotyčný již od dětství [1]. Korekce anizeikonie vznikající na bázi optických příčin spočívá ve vytvoření stejně velkých sítnicových obrazů, základním principem je dosažení shodné ohniskové vzdálenosti systému korekční pomůcka – oko [20], tato problematika bude zmíněna v části věnované korekci refrakčních vad. Mezní a vyšší stupně anizeikonie vyvolávají celou řadu subjektivních potíží a poruch prostorového vnímání [1] a mnohdy binokulární vidění zcela vylučují [15]. Tato problematika bude dále rozebrána v rámci kapitoly o astenopických potížích.

3. Akomodace, konvergence a jejich poruchy, heteroforie

Akomodace a konvergence představují dva klíčové procesy, umožňující binokulární pozorování předmětů v různých vzdálenostech. Přestože se jedná o úzce související jevy, bude vhodné je nejprve stručně

přiblížit zvlášť. Rovněž bude přiblíženo skryté šilhání (heteroforie), úzce související s problematikou malých očních vad.

3.1 Akomodace

3.1.1 Fyziologie a mechanismus akomodace

Akomodace představuje schopnost oka zvětšit optickou mohutnost svého optického systému tak, aby byly předměty ležící v konečné vzdálenosti ostře zobrazeny na sítnici. Na změně celkové optické mohutnosti dioptrické soustavy oka se pasivně podílí několikerým způsobem čočka, což je podmíněno existencí specifických neurálně řízených procesů v řasnatém tělísku (aktivní složka akomodace daná ciliárním svaem) [3]. Na funkci mechanismu akomodace se vytvořila celá řada teorií, zde bude v úvahu brána nejuznávanější Helmholtzova s Gullstrandovým doplněním [2].

Aktivaci senzomotorické dráhy, zajišťující inervaci akomodačního procesu, způsobí rozostření obrazu na sítnici a důsledkem je kontrakce ciliárního svalu [4]. Tento sval se skládá ze tří částí, cirkulární svalová vlákna formují *musculus compressor lentis*, tzv. Müllerův sval, inervovaný parasympatikem, longitudinální vlákna pak v meridionálním směru probíhající *musculus tensor chorioideae*, tzv. Brückeův sval, inervovaný sympatikem, a radiální vlákna, tvořící retikulární část svalu [13]. Ohledně funkce těchto oddílů se názory některých citovaných autorů různí, jak bude zmíněno dále. Většinovým a zažitým názorem na proces akomodace je, že stahem Müllerova svalu dochází ke zúžení prstence ciliárního svalu a jeho posunu ke středu zornice [12], čímž se uvolní vlákna závěsného aparátu čočky, elastické čočkové pouzdro začne po ekvátoru stlačovat tvárné čočkové hmoty [15], čočka se vyklene a zvýší svou optickou mohutnost zmenšením poloměrů refrakčních ploch zejména v její paraxiální oblasti (udávané hodnoty se různí [2, 4], přední plocha zmenší poloměr přibližně o 4 až 5,5 mm, zadní o 0,13 až 0,5 mm), zvětší svou osovou tloušťku a zmenší ekvatoriální průměr, zároveň se sesune nepatrně dolů (uváděné příčiny se opět různí) a vychýlí v předozadním směru (rozsah posuvu a jeho

směr opět uvádí několik autorů odlišně) [2, 4, 12, 13, 15]. Okraj pupily se posune k rohovce [2], čímž se změlčí přední komora oční [13]. Určitý vliv na vyklenutí čočky je připisován i tlakovému působení sklivce na ekvatoriální oblast čočky [10]. Tento soubor změn je označován jako zevní akomodační proces, který je dále doplněn tzv. vnitřním akomodačním mechanismem, podmíněným přesunem čočkových hmot o vyšším indexu lomu centrálně k optické ose [13]. Proces desakomodace (zaostření na vzdálenější předměty) pak bývá přisuzován činnosti sympatikem ovládaného Brückeova svalu [21], jehož prostřednictvím je zvýšen tah vláken závěsného aparátu čočky a ta se oplošťuje [15]. Situaci lze shrnout tak, že Müllerův a Brückeův sval vykonávají antagonistickou činnost [10]. Odlišného názoru je například ČECH, který primární úlohu při akomodaci přisuzuje akci Brückeova svalu (opět ve smyslu uvolnění zonulárních vláken), minoritní podíl na akomodaci pak Müllerovu sval, o procesu desakomodace se nezmiňuje [22].

Dynamická refrakce představuje optickou mohutnost optického systému oka, dosaženou při maximálním vynaloženém akomodačním úsilí (oko je zaostřeno na blízký bod), naopak statická akomodace zachycuje stav, kdy by byl podíl akomodace na celkové refrakci oka nulový (oko je zaostřeno na vzdálený bod), jejich rozdíl pak určuje akomodační šíři oka, udávanou v dioptriích [15]. Její rozsah není během života konstantní, jak bude zmíněno v kapitole o poruchách akomodace, přičemž při binokulárním pozorování je vyšší o přibližně 0,5 D [4].

Jsou popisovány 4 složky akomodace, akomodace tonická v hodnotách kolem 1 D, udávaná klidovým napětím ciliárního svalu, reflexní, jež je zodpovědná za zaostření fixovaného předmětu [4], vergenční, pevně spjatá v určitém poměru s konvergenční akomodací v rámci vergenčně – akomodační synkinézy [23] a akomodace proximální, psychogenně aktivovaná dojemem blízkého předmětu [4] a tím navozující přístrojovou myopii.

3.1.2 Poruchy akomodace

Změny v procesu a výkonu akomodace mohou být jak fyziologického, tak patologického rázu [15].

3.1.2.1 Presbyopie

Presbyopie (stařecká vetchozrakost) je jednou z řady gerontologických, stářím podmíněných, funkčních změn na oku [24], kterou je fyziologický úbytek akomodační šíře oka, počínající již od pěti let věku [4]. Rychlost progresu presbyopie je individuální, kromě genetických dispozic ji může ovlivňovat i životní styl jedince [25], o jejím průběhu nejlépe informuje Dondersova křivka (graf 2) [15], avšak i v případech přesných hodnot ročního úbytku akomodační šíře se citovaní autoři neshodují.

Podstatou presbyopie jsou změny probíhající v čočce a ciliárním svalu. Chemické změny bílkovin čočky a jejího pouzdra vedou ke ztrátě elasticity, zvětšuje se podíl tuhého čočkového jádra vůči dřeni [13], navíc čočka růstem neustále navyšuje svůj objem [25], což dohromady výrazně snižuje schopnost čočky vyklenout se a zvýšit tak svou optickou mohutnost. Nárůst čočkových hmot rovněž podmiňuje její posuv směrem vpřed, závěsný aparát působí na ekvátor šikmo a jeho účinnost klesá [4]. Naproti tomu ciliární sval (snad ve snaze kompenzovat ubývající funkci čočky při akomodaci) svou kontraktilitu do čtvrtého decénia zvyšuje [25] a teprve v pozdním stáří se jeho funkce výrazněji oslabuje [15].

K manifestaci presbyopie dochází obvykle ve chvíli, kdy je k zaostření pracovního bodu potřeba 1/2 až 2/3 stávající akomodační šíře [13], je-li využívána zbývající rezerva, začnou se dostavovat průvodní jevy astenopie, jako zvýšená únavnost [3], bolest hlavy a očí [15], ospalost [25], nepohodlí při práci na blízko, u kterého druhdy nebývá hledána oční příčina [24]. Zvýšené akomodační úsilí pak může vést až ke spazmu akomodace a vzniku pseudomyopie [4], která zhoršuje i vize do dálky [15], přičemž přehnaná spřažená akomodativní konvergence může vyústit v diplopii (při nastolené esotropii) [4]. Nepostačuje-li již ani akomodační rezerva, zraková ostrost do blízka se snižuje [15]. S úbytkem akomodační šíře související

posuv blízkého bodu od oka bývá zprvu kompenzován větší pracovní vzdáleností, posléze je nutné presbyopické oko vykorigovat do blízka, což v neinvazivní formě spočívá v předřazení spojného (rozptylného, pokud se vlivem vysoké myopie blízký bod nachází příliš blízko u oka) optického členu o takové optické mohutnosti, která zaručí zachování dostatečné rezervy akomodace při práci na požadovanou vzdálenost [4], tzv. „adice“. Věk, ve kterém se presbyopie začne projevovat, je závislý na refrakčním stavu oka. U hypermetropického oka, využívajícího akomodaci ke korekci vlastní vady do dálky (fakultativní hypermetropie, kapitola 2.2), se presbyopie dle výše vady do dálky manifestuje i výrazně dříve, nežli u emetropického, natož myopického oka, které – pokud nevyužívá korekci do dálky i při práci na blízko – do blízka (dle stupně krátkozrakosti) akomoduje výrazně méně nebo vůbec [13]. Korekci presbyopie bude věnován prostor v části určené zrakové korekci. Přestože nelze s ohledem na individuální progresi presbyopie přesně stanovit, ve kterém věku je dosaženo nulové akomodační šíře (a i uváděná čísla se v tomto směru rozcházejí), i velice staří jedinci vykazují určitý interval vzdáleností, ve kterém jsou schopni dosáhnout (s přihlédnutím k dalším možným degenerativním procesům) ostrého vidění, což je přisuzováno hloubce vidění, odpovídající přibližně 1 D [4], lze uvažovat i o vlivu předozadního posuvu čočky. Projevení presbyopie může být uspišeno i četnými patologickými procesy, ovlivňujícími akomodaci, mj. intoxikacemi, nervovými poruchami, glaukomem, kontuzními poraněními atd. [3].

3.1.2.2 Vybrané patologické poruchy akomodace

Rychlý začátek poruch akomodace poukazuje na patologický jev, vzhledem ke společné autonomní inervaci bývá přidružena změna šířky zornice a v rámci vergenčně – akomodační synkinézy i změny v postavení očí.

Obrna akomodace (porucha parasympatické inervace ciliárního svalu) se projeví neschopností emetropického oka zaostřit blízké předměty, hypermetrop pak pocítí snížení zrakové ostrosti i do dálky (fakultativní hypermetropie přejde v absolutní, kapitola 2.2), naopak myop, nepoužívá-li

právě korekci, nemusí zjistit žádnou změnu, u presbyopa by pak záviselo na míře využívání zbytkové akomodace. Tento stav lze ověřit přítomností mydriatické zornice [13]. Příčinami parézy či paralýzy akomodace mohou být intoxikace (dřevní líh, alkoholismus), diabetes, infekční onemocnění, kontuze bulbu, poruchy inervace na různých úrovních, aplikace cykloplegik atd. Léčebným postupem je odstranění prvotní příčiny, není-li to možné, je třeba využít korekční pomůcky na blízko [15].

Insuficience akomodace spočívá ve snížené akomodační schopnosti na základě počínajících presbyopických změn v čočce nebo dysfunkce ciliárního svalu. Důsledkem je nízký stupeň akomodace, vedoucí jednak k astenopickým potížím při práci do blízka [4], ale vzhledem k malé akomodaci i k relativně nadbytečné konvergenci [15]. Nápravou je presbyopická korekce do blízka v případě nutnosti doplněná prizmaty [15] (bazí zevně).

Exces akomodace může vzniknout při déletrvajícím práci do blízka za zhoršených podmínek nebo při nevhodné korekci (viz kapitola o korekci refrakčních vad), často při zhoršeném zdravotním stavu [4]. Nadměrné akomodační úsilí vytváří arteficiální myopii, vedoucí ke zhoršení vízu do dálky, což při zběžném vyšetření zdánlivě může připomínat skutečnou myopii (té by pouze neodpovídaly zúžené zornice), a dále k výrazným astenopickým potížím [15]. Stav se upravuje použitím správné korekce, eventuelně i aplikací cykloplegik [4].

Spazmus akomodace bývá způsoben nadměrným „buzením“ akomodace při práci na blízko, ústícím v její křečovitou činnost, navozující tak přechodnou myopii. Dalšími průvodními jevy jsou bolesti hlavy, fotofobie, makropsie (zdánlivé zvětšení předmětů, viděných ostře v malé vzdálenosti při neobvykle malém akomodačním úsilí) a diplopie [4]. Častější je vzhledem k využívání akomodace vznik u pod- či nekorigovaných hypermetropů [15]. Obdobný stav může vzniknout i na základě zánětů duhovky a řasnatého tělíska, intoxikacemi atd. [4]. Nedojde-li ke spontánnímu zlepšení stavu, je indikována cykloplegizace a použití správné korekce [15].

3.2 Konvergence

3.2.1 Fyziologie konvergence

Konvergence, nebo-li „soustředěný pohled na blízko“ představuje současnou addukci obou očí [13] tak, aby se obraz fixovaného předmětu v horizontálním směru přesunul do žluté skvrny, tzn. osy vidění se protínají v pozorovaném objektu [26]. Hlavními svaly, vykonávajícími konvergenční pohyb očí, jsou oba přímé vnitřní svaly (*musculus rectus internus dexter et sinister*), inervované třetím hlavovým nervem (*nervus oculomotorius*) [13]. Symetrická konvergence pak nastává, nachází-li se fixovaný předmět ve středové rovině mezi bulby [26] (tj. na vrcholu rovnoramenného trojúhelníka, jehož základnou je pupilární distance), ležel-li by tento předmět ve vzdálenosti jednoho metru, je dosaženo konvergence o velikosti jednoho metrového úhlu, což je základní jednotka pro určování velikosti konvergence [12]. Neleží-li předmět ve střední rovině, jedná se o asymetrickou konvergenci [26], například při pohledu do strany.

Oblast konvergence je ohraničena blízkým bodem konvergence, čili nejbližším, který lze ještě vidět jednoduše při vynaložení maximálního konvergenčního úsilí, a dalekým bodem konvergence, který vlastně představuje virtuální bod za očima, ve kterém se pohledové osy protínají při nejvyšším vynaloženém divergenčním úsilí, rozdílem těchto hodnot se získá šíře konvergence [4]. Oblast konvergence je měřena ve stupních, pozitivní konvergence odpovídá úhlu očních os při fixaci blízkého bodu (přibližně 30°), negativní konvergence odpovídá úhlu očních os v místě protětí dalekého bodu konvergence za okem (dosahuje 4°) [13].* Blízký bod konvergence (vzdálený přibližně 8 cm) nebývá totožný s blízkým bodem akomodace (ten se též s věkem zřetelněji vzdaluje) [10].

* Pro binokulární vidění je směrodatné místo protětí os vidění obou očí (tj. spojnic fovey a fixovaného bodu), v citované literatuře se zřejmě úhel alfa mezi optickou osou („oční osou“) oka a osou vidění zanedbává [15].

Volní konvergenci lze navodit vlastním volným úsilím, reflexní konvergence pak mimovolně upravuje podmínky pro binokulární pozorování předmětů v různých vzdálenostech. Dělí se na tonickou konvergenci, danou klidovým napětím okohybných svalů, zejména adduktorů [4], akomodační konvergenci, která je iniciována spolu s akomodací rozostřením obrazu na sítnici [23], fúzní konvergenci, doplňující akomodační složku tak, aby bylo zajištěno foveální zobrazení fixovaného předmětu [26], rozsah fúzní konvergence přitom hraje při anomáliích akomodační konvergence klíčovou roli, zda se vada v postavení očí projeví či nikoliv. Proximální konvergence znamená mimovolní sbíhavý pohyb očí při podvědomí blízkého předmětu, je dána psychogenně [26] a vytváří určitou paralelu k proximální akomodaci, spolu s ní se může podílet na ovlivnění výsledků měření na různých optických přístrojích. Rozvoj reflexů konvergence probíhá již v prvním půlroce života, HROMÁDKOVÁ udává 3. měsíc života [26], RIEBEL 5. až 6. [13].

3.2.2 Vergenčně akomodační synkinéza

V rámci tzv. „komplexní proximální reakce“ na přiblížení sledovaného předmětu je pro udržení geometrických a optických podmínek ostrého zobrazení současně iniciována akomodace (na základě posuvu obrazové roviny za sítnici) i akomodační konvergence (obraz je vychýlen temporálně z fovey) [23]. Obvykle na 1 D konvergentní akomodace připadá 3,5 až 4 pD konvergence, u myopů je podíl akomodace nižší [4]. Toto spojení vykazuje určitou volnost, lze tedy v jistém rozsahu akomodovat, aniž by se měnila konvergence (tzv. relativní akomodační šíře) [12], a naopak i konvergovat při akomodaci na stejnou vzdálenost (tzv. relativní konvergence) [4]. Pozitivní relativní akomodační šíře představuje schopnost zvýšit akomodační úsilí vůči akomodační konvergenci, lze navodit předřazením rozptylek a dosahuje až 6 D [13], v blízkém bodě je nulová [4], negativní relativní akomodační šíře naopak znamená schopnost při konstantní konvergenci snížit vynakládané akomodační úsilí (desakomodovat), navozuje se předřazením spojek a čítá přibližně 1 D [13]. Pro pohodlné vidění by měla být pozitivní i negativní

relativní akomodační šíře přibližně stejně velká [12], tento faktor hraje důležitou roli při korekci zraku do blízka a centraci brýlových čoček, což bude vzpomenu dále. Pozitivní relativní konvergence představuje při konstantní akomodaci schopnost měnlivé konvergence (pro zachování jednoduchého vidění se oko stáčí nasálně) a lze jí dosáhnout předřazením prizmatické čočky bazí zevně, negativní relativní konvergence znamená schopnost zvolnění konvergence až přechod k divergenci, lze navodit předřazením prizmatické čočky bazí dovnitř [4]. O duálně interaktivním řízení vergenčně – akomodační synkinézy svědčí situace, kdy zakryté oko vykoná vergenční pohyb odpovídající poměru akomodační konvergence a akomodace dle akomodačního úsilí, vynaloženého druhým necloněným okem [23].

3.2.3 Anomálie vergenčních pohybů

Obrna konvergence znemožňuje současnou addukci očí, sledování blízkých předmětů je provázeno zkříženou diplopií. Příčinou mohou být onemocnění centrálního nervového systému, infekční choroby atd. [13].

Je-li omezena akomodační konvergence při pohledu do blízka, lze mluvit o její **insuficienci**, nedostatečnosti. Úchylka očí může být kompenzována fúzní konvergencí tak, že se zachová paralelní postavení očí a binokulární vidění zůstává neporušené, při zrušení fúze se vyskytne exoforie do blízka, někdy i na dálku [4]. Mimo jiné se tento stav vyskytuje u nekorigovaných myopů [13], kdy snížená nebo žádná potřeba akomodace vede k vyvolání menšího konvergenčního úsilí než je nutné k protěti os vidění ve fixovaném předmětu. Na vině může být i insuficience akomodace [10]. Vznikají-li při exoforii obtíže, doporučuje se odpovídající prizmatická korekce bázemi dovnitř [4]. Přejde-li exoforie v exotropii, jedná se o divergentní strabismus [26].

Opačným případem je **exces konvergence**, kdy je spolu s nadměrným akomodačním úsilím dosaženo větší konvergence, než je pro danou vzdálenost potřeba, což je časté při nekorigovaných či podkorigovaných hypermetropiích [13], překorigování myopie [4] či u první

korekce myopie [10]. Přítomná je ortoforie na dálku a esoforie do blízka, obvykle se napraví plnou korekcí [4].

Insuficience divergence se vyznačuje esoforií na dálku, která může být buď větší než při pohledu do blízka (primární typ), nebo menší než při pohledu do blízka (sekundární typ). Může být dorovnáována fúzní divergencí, nedostačuje-li, vyskytnou se subjektivní potíže [4]. Esoforie se pak koriguje prizmaty bazí zevně [26].

Naproti tomu **exces divergence** je provázen exoforií do dálky i na blízko [4], není-li fúzní konvergence s to tuto úchylku korigovat do té míry, aby se nevyskytly obtíže, koriguje se prizmaty bazí dovnitř [26], podrobněji bude přiblíženo v části věnované korekci heteroforií.

Nesprávným poměrem akomodační konvergence k akomodaci nebo nadměrným akomodačním úsilím při hypermetropii bývá zapříčiněn i **akomodativní strabismus**, kdy je konvergentní úchylka očí zjevná. Napravuje se plnou korekcí dalekozrakosti, je-li na vině nesprávný poměr akomodační konvergence k akomodaci, lze jej upravit předpisem potřebné adice do blízka [26].

3.3 Heteroforie

Heteroforie, nebo-li skryté šilhání (*strabismus latens*), je stav, kdy je paralelní postavení očí do dálky udržováno motorickou fúzí, po jejímž zrušení například zakrytím oka se projeví chybné postavení očí [4]. Lze je tedy bezesporu řadit mezi malé oční vady, neboť splňují podmínku schopnosti být vykorigovány mimovolním senzomotorickým úsilím (zde se jedná o činnost motorické fúze, fúzními vergenčními pohyby). Výskyt heteroforií je poměrně běžnou záležitostí, pouze u 20 až 30 % vyšetřovaných je přítomna ortoforie nebo úchylka do $0,5^\circ$ [15]. Názory na příčiny vzniku heteroforií jsou rozdílné, často se vyvolávající činitele ani nepodaří zjistit, ANTON předpokládá komplexní vliv dědičnosti, kompenzovaných paréz okohybných svalů a jejich anomálií, nekorigované hypermetropie a poruch inervace [4], dále je uváděna nerovnováha akomodace a konvergence. Dle směru uchýlení zakrytého oka jsou

heteroforie děleny na esofovie (úchylka dovnitř), exofovie (úchylka zevně), hyperfovie (úchylka vzhůru), hypofovie (úchylka dolů) a cyklofovie, kdy se dle stočení meridiánu na 12 hodinách jedná o incykloforii (12 dovnitř), nebo o excykloforii (12 zevně) [26]. Jako isofovie se označuje stav, kdy je po zrušení fúze úchylka cloněného oka ve všech pohledových směrech stejná, anisofovie je pak stav opačný [4]. Uměle lze forii navodit decentrací korekčních skel vůči vzdálenosti středů zornic (arteficiální heteroforie) [26]. Nejobvyklejšími metodami zjištění velikosti úchylky při heteroforii je vyšetření na Maddoxově kříži, polarizačními testy, na troposkopu a podobně [4], určitě je vhodné provést i doplňující vyšetření šířky fúze a fúzní rezervy, které může potvrdit potřebu eventuální prizmatické korekce.

Převážná část heteroforií bývá asymptomatická (tzv. normoforie), méně časté jsou patoforie, provázené typickými muskulárními astenopickými potížemi (kapitola 5.3.1) [4]. Skryté šilhání s malými úchylkami do 5° horizontálně a 1° vertikálně obvykle nezpůsobují potíže [26], avšak i tyto se mohou projevit při nadměrné únavě a vyčerpání po celkových onemocněních [13]. Pokud nejsou přítomny astenopické potíže, není třeba heteroforie léčit ani korigovat [15]. Skryté šilhání můžeme za příčinu astenopických obtíží označit tehdy, odstraní-li jejich projevy okluze jednoho oka [4]. Většinovým názorem na terapii heteroforií je postup od korekce refrakční vady (k této problematice bude více uvedeno v kapitole 5.4) s kontrolou správné centrace, přes ortoptická cvičení šířky fúze a prizmatickou brýlovou korekci, až po operaci skrytého strabizmu, nejsou-li výše zmiňované konzervativní léčebné postupy úspěšné [4, 13, 15, 26].

3.3.1 Brýlová korekce heteroforií

Některé formy heteroforií lze upravit pouhou korekcí refrakční vady. ANTON doporučuje plnou korekci (o obecných zásadách pojednává kapitola 4.2), pokud tato neodstraní potíže, přistupuje se u esofovie k podkorigování myopie, či překorigování hypermetropie (také kapitola 5.4) [4]. Názory na použití prizmatické korekce jsou kontroverzní, bývá jí přisuzována role posledního prostředku konzervativní léčby [12], přičemž nebývá

doporučována z důvodu prohlubování míry heteroforie při stálém nošení korekce [13]. Lze tak korigovat zejména statické heteroforie, jejichž příčinami jsou anomálie očnice a okohybných svalů [4]. Prizmata jsou orientována vždy bází proti směru úchyly, jejíž hodnota je rozložena rovnoměrně před obě oči [26]. Při současném výskytu refrakční vady (což je obvyklé) lze prizmatický účinek do určité míry navodit prostou decentrací brýlových čoček (obrázek 3). Především výrobci brýlových čoček však doporučují vždy objednávat speciální prizmatické čočky*, což odůvodňují sníženou kvalitou zobrazení periferie obyčejné čočky, kterou se korigovaný při její decentraci dívá. Dle Shearda má být prizmatická korekce zhotovena, nedosahuje-li fúzní rezerva alespoň dvojnásobku přepočtené hodnoty úchyly [12]. Horizontální heteroforie se korigují nejnižší prizmatickou čočkou, odstraňující astenopické potíže [13], nebo z jedné poloviny až dvou třetin [26]. Vertikální úchyly jsou korigovány přednostně [4] a sice ze $\frac{3}{4}$ až zcela [26]. Za hranici snesitelné korekce je považováno 6 pD před každým okem [4]. Je třeba podotknout, že prizmatická korekce umožní osobě trpící astenopickými potížemi při heteroforii „pohodlně šilhat“, ale vadu samotnou neupravuje a nezabraňuje její progresi.

4. Brýlová korekce refrakčních vad a presbyopie

Jak již bylo v kapitole 2 naznačeno, korekce refrakčních vad a presbyopie spočívá v doplnění optického systému tak, aby se obraz předmětu (z požadované vzdálenosti) ostře zobrazil na sítnici. Než však může dojít k aplikaci korekční pomůcky, je nutné vyšetření refrakční vady oka, což je vzhledem k problematice malých očních vad klíčová záležitost. Jak bylo předesláno, ne všechny malé oční vady mají původ přímo v refrakční vadě jako takové, naopak, relativně častým jevem je jejich vznik v souvislosti s chybně stanovenou refrakcí, podle níž je pak korekce

* Toto bezesporu platí pro asférické brýlové čočky, u klasických brýlových čoček stojí za uvážení poměr ceny k nepatrnému zhoršení zobrazovacích vlastností v porovnání s výrazně dražšími prizmatickými čočkami.

zhotovena, popřípadě může jejich přítomnost souviset s chybně vyhotovenou korekční pomůckou. Bude tedy přínosné přiblížit problematiku vyšetření refrakční vady a její korekce více z praktického hlediska a poukázat na některé chyby či postupy, které mohou vyústit právě ve vznik malých očních vad, jak byly definovány v úvodní části.

4.1 Vyšetření refrakčního stavu oka

Zde bude věnován prostor stanovení refrakčního stavu oka a jeho konkrétní hodnoty, což je bezesporu jen dílčí krok celkového vyšetření zraku, rozhodně však klíčový pro jeho nápravu korekční zrakovou pomůckou, neboť chybné vyměření refrakční vady jasně dominuje mezi příčinami nepřijetí brýlové korekce [27]. I v rámci vyšetření refrakce oka lze sledovat určitý zažitý postup, který bude v následujících oddílech respektován.

4.1.1 Anamnéza a aspekce

Všeobecně uznávaným prvním krokem zkoušky zraku je rozhovor s vyšetřovaným, spojený se zběžným prohlédnutím jeho vzhledu a chování. Konkrétní patologické procesy na oku mívají své typické projevy, průběh, eventuálně rodinný výskyt [4]. Ohledně zrakové ostrosti udává emetropický presbyop neostré vidění blízkých předmětů, resp. prodlužující se čtecí vzdálenost, myop neostré vidění do dálky oproti bližším objektům, u hypermetropa záleží zraková ostrost výraznou měrou na velikosti refrakční vady a akomodační šíři, s jejímž úbytkem se postupně zhoršuje vízus do blízka a následně i do dálky [13], přičemž před stádiem samotného snižování zrakové ostrosti lze vyzorovat období, kdy dotyčný ke korekci své vady začne využívat i akomodační rezervu, což se může projevit astenopickými potížemi, jak bude popsáno v kapitole 5.3.1.

4.1.2 Vyšetření zrakové ostrosti

Předpokládá se vyšetření zrakové ostrosti do dálky na řádkových optotypech u osoby toho schopné. Rozlišovacím kritériem optotypů je detail znaku, jevící se z jemu přiřazené vzdálenosti pod úhlem $1'$, což je uznávaná

hodnota úhlové rozlišovací schopnosti zdravého oka (*minimum separabile*) [3]. Je zjišťován zrakový výkon (volná zraková ostrost, tj. vízus bez korekce) a zraková ostrost s korekcí (stávající, během subjektivní refrakce a s výslednou korekcí), nejprve monokulárně, následně binokulárně [12].

Již zde může výsledek celé korekce ovlivnit zdánlivě malicherný fakt, a sice běžná vyšetřovací vzdálenost 6 či 5 metrů. Akomodace emetropického oka na takovou vzdálenost odpovídá 0,17, resp. 0,2 D a bývá obvykle zanedbávána. Je-li ovšem vyšetřováno myopické oko s refrakcí právě -0,17 nebo -0,2 D, dosáhne na daném optotypu vízu 1,0 (6/6), avšak při pohledu do nekonečna lze matematicky prokázat zvětšení rozptylového kroužku na sítnici nad velikost, odpovídající úhlové rozlišovací mezi oka, související s poklesem skutečného vízu do nekonečna k hodnotám okolo 0,6 [28]. Hypermetrop do tohoto stavu může dospět jen překorigováním, čili arteficiálním navozením myopie zmiňovaných hodnot. Citovaný autor k této problematice doporučuje dokorekci -0,25 D na nekonečno s konstatováním, že je lépe vyšetřovaného myopa lehce překorigovat, než podkorigovat [28]. Toto eventuelní překorigování je pak dorovnáno malým akomodačním úsilím, byli-li bychom však důslední, vzniká i zde jakási malá oční vada ve smyslu fakultativní hypermetropie. Jak velké zlepšení by mohlo v této problematice hrát pozvolné zavádění korekčních čoček s odstupňováním po 0,125 D (1/8) zřejmě ukáže čas, nicméně některé moderní brýlové skříně již obsahují zkušební skla $\pm 0,125$ D ve sféře i cylindru [29] a brýlové čočky s přesností na osminu dioptrie již lze u některých výrobců objednávat [30]. Vízus do blízka se hodnotí schopností číst souvislý text (*minimum legibile*) na požadovanou pracovní vzdálenost [12].

4.1.3 Objektívni vyšetření refrakce

Objektívni vyšetření refrakce skýtají takové metody, které jsou nezávislé na aktivní spolupráci a inteligenci vyšetřovaného nebo na jeho snížené zrakové ostrosti vlivem amblyopie [3], refrakční stav oka určuje vyšetřující přímo na základě provedených měření či pozorování. Na druhou stranu je u objektívni vyšetřovacích metod vyžadována dobrá prostupnost

optických prostředí pro světlo, což některé patologické jevy vylučují. Klasickou metodou objektivního vyšetření refrakce je skiaskopie, v poslední době ji však do oblasti specifických případů vytlačuje refraktometrie, ve které převládly rychlé moderní autorefraktometry, mnohdy kombinované s keratometry, popř. bezkontaktními tonometry. O využití dat získaných objektivní zkouškou ke korekci zraku a o její nutnosti u každého refrakčního vyšetření však nepanuje shoda. Všeobecně je objektivním metodám připisována menší přesnost [3] a vzhledem k jejich monokulární povaze nevhodnost k přímé aplikaci výsledků měření do brýlové korekce, což bylo ve více studiích prokázáno [31]. Z důvodů subjektivních vlivů na zrakovou vadu proto bývá objektivní zkouška stavěna do role jakéhosi výchozího vyšetření refrakce, pomocí jímž získaných dat je výrazně urychleno následující subjektivní „doladění“ refrakční vady [4], je-li to u dané osoby možné provést.

Problémy však mohou vznikat (a vznikají) při vyšetření zejména na (auto)refraktometru bez vyloučení akomodace cykloplegií. Ačkoliv se tyto přístroje svými vlastnostmi snaží eliminovat akomodaci oka na testovou značku [12], vznikající přístrojovou myopii (kapitola 3.1.1) nelze stoprocentně vyloučit. Zavádějící výsledky lze navíc očekávat u hypermetropů s neuvolněným excesem či spazmem akomodace, kdy refraktometr může naměřit zápornou hodnotu refrakce. Pokud je tato následně bez předchozí zkoušky spojnou čočkou vsazena do zkušební obruby, vízus vyšetřované osoby se nezhorší a přečte-li 6/6, může být refrakční zkouška mylně uzavřena konstatováním myopie a záporné korekce [30]. Takto „korigovaný“ hypermetrop má svou refrakční vadu zvýšenou o hodnotu korekční pomůcky, ještě více vyčerpává akomodaci, kterou překonává tuto uměle vytvořenou malou oční vadu ve smyslu fakultativní hypermetropie a dříve či později se u něj projeví (neprojevila-li se dosud) typická astenopie, jak bude dále popsáno. Stálo by tedy za uvážení, zda by nebylo vhodné subjektivní refrakci (kapitola 4.1.4) předřadit objektivní zkoušce, nebo jejich výsledky konfrontovat nezávisle, aby bylo nebezpečí někdy (často díky jejich nadhodnocení) zavádějících výsledků objektivní

refrakční zkoušky minimalizováno. Toto opatření by mohlo být zajímavé zejména v optometrických praxích, kde je vyloučena možnost cykloplegizace pacienta. Nicméně je nutné podotknout, že vyšetření refrakce objektivními metodami je z hlediska času a požadavků na vyšetřovanou osobu výrazně nenáročnější než subjektivní metody a při současné vytíženosti oftalmologických a některých optometrických pracovišť zde má svou těžko zastupitelnou roli.

4.1.4 Subjektivní vyšetření refrakce

Přesnějšími metodami k vyšetření ametropií jsou metody subjektivní, které však vyžadují aktivní spolupráci vyšetřovaného [3] a obvykle jsou i více časově náročné než objektivní vyšetřovací metody. Také o pozici subjektivní refrakce nepanuje mezi citovanými autory shoda, někdy jí bývá přisuzována pouze role ověření objektivně naměřených hodnot, jiní ji naopak považují za zcela zásadní, nehledě na provedení objektivní zkoušky. Pro optometrickou praxi (kdy nelze využít cykloplegizaci oka) je při subjektivní zkoušce zraku velice důležitým aspektem akomodace, se kterou bude dále počítáno.

Existuje řada postupů k subjektivnímu vyšetření refrakční vady, všechny však spočívají na principu systému refrakční pomůcka (astigmatická zkušební obruba a zkušební skla) – předmětové pole (optotyp). Obecně lze subjektivní zkoušku rozdělit na část monokulární a binokulární, kde ke korekci samotné ametropie přistupuje i zajištění svalové rovnováhy [30]. Obvyklým postupem je stanovení nejprve nejlepší sférické korekce a následně korekce astigmatismu, je-li přítomen. Povaha ametropie se zjistí předřazením spojné čočky + 0,5 D, myop a emetrop udají (na rozdíl od hypermetropa) zhoršení vízu [17]. Nejlepší sférickou korekci (stav, kdy se na sítnici přesune obrazové ohnisko oka, nebo kroužek nejmenšího rozptylu Sturmova konoidu) lze zjistit zamlžovací metodou nebo postupem bez zamlžení, tzv. Dondersovou metodou. Zamlžovací metoda spočívá v předřazení spojných čoček (tj. navození arteficiální myopie u hypermetropa či prohloubení myopie), čímž je vyloučena akomodace, a jejich následným postupným odnímáním, které v případě hypermetropa

končí ve chvíli, kdy se vízus přestane zlepšovat (zůstává předřazena nejsilnější možná plusová korekce, dále se mlžící spojky neodebírají), u myopa tehdy, kdy je teoreticky předřazena nejslabší mlžící spojka, prakticky nejslabší korekční rozptylka (příčemž s dalšími se vízus nezlepšuje) [12]. Určitou nevýhodou této metody může být vyšetřovaným negativně vnímané počáteční „rozmlžení“ [32], na druhou stranu lze určitou psychologickou výhodu této metody u hypermetropů spatřovat v ukončení zkoušky v momentě dosažení nejlepšího vízu, vyšetřovaný není „stresován“ dalším předřazováním spojek i přes neměnicí se zrakovou ostrost, jak je tomu u metody bez zamlžení. Stanovení nejlepší sférické korekce metodou bez zamlžení spočívá v postupném předřazování spojek či rozptylek dle povahy ametropie tak, že nejlepší zápornou sférickou korekci představuje nejnižší rozptylka, s níž je dosaženo nejlepšího vízu, a nejlepší kladnou sférickou korekci pak nejsilnější spojka, která ještě nejlepší dosažený vízus nezhoršuje (bude zmíněno dále) [30]. Oproti zamlžovací metodě je princip kladení otázek „horší/lepší“ poněkud odlišný, po předřazení spojky vyšetřovaný hypermetrop vypovídá, zda je stav stejný, nebo se zhoršil (mnohdy, zejména jedná-li se o vyšší hodnotu vady, udá i zlepšení), u myopa se po předřazení rozptylky zjišťuje setrvání či zlepšení vízu [17]. V rámci snahy o minimální aktivaci akomodace během zkoušky je žádoucí při výměně zkušebních skel důsledně dodržovat postup, kdy se při výměně spojky za spojku nejprve nová dosadí a následně původní vyjme, naopak u rozptylek se nejdřív původní vyjme a posléze nová dosadí [30]. Největší úskalí hned z několika hledisek zde představuje korekce hypermetropie. Jednak vyšetřující nesmí podlehnout zdání, že kladná korekce je dostatečná, nezlepšuje-li se dále vízus (SACHSENWEGER uvádí zůstatek poloviny až pětiny totální hypermetropie jako latentní, v závislosti na věku [12]), dalším problémem bývá fakt, že zvláště u nekorigovaných hypermetropů se hned napoprvé nepodaří předřazenými spojkami zcela vyloučit akomodaci, kterou byla vada korigována (tudíž ve výsledku dochází k podkorigování), naposledy pak může do průběhu zkoušky vstoupit vyšetřovaný odmítáním dalšího zvyšování dioptrické hodnoty korekce, jelikož subjektivně pociťuje

žádný nebo minimální rozdíl oproti nižším hodnotám (které bezděčně dokoriguje akomodací). Je-li některý z těchto aspektů zanedbán, může dojít k podkorigování hypermetropického oka a následně ke vzniku malé oční vady se všemi souvisejícími důsledky. Není-li nejlepší sférickou korekcí dosaženo optimálního vízu, byl navozen smíšený astigmatismus a je nutné provést zkoušku na astigmatismus, nejčastěji zkříženými cylindry nebo zamlžovací metodou (o korekci astigmatismu bude pojednáno dále). Je třeba podotknout, že mezi citovanými autory zdaleka nepanuje shoda v hodnotě dosaženého vízu, u kterého by měla zkouška končit. Všeobecně uznávaná hodnota vízu 1,0 je pouze „referenční“, nikoliv však nejvyšší dosažitelná. SACHSENWEGER předpokládá úhlovou rozlišovací schopnost oka 30“ – 50“ a oko považuje za ametropické, nedosáhne-li naturálního vízu 1,25 [12], SUDER doporučuje vykorigovat vyšetřovaného na nejvyšší možnou zrakovou ostrost (lze-li, až k vízu 2,0), což odůvodňuje mj. rychlejším odumíráním nervových vláken zrakového nervu u nekorigovaných myopů s tím pádem sníženou zrakovou ostrotí [30], naopak RIEBEL považuje vízus 1,0 s korekcí za vyhovující [13]. Konečnou fází monokulární části subjektivní refrakční zkoušky je kontrola vyváženosti korekce na bichromatickém červeno-zeleném testu [32]. Obdobnými výše zmíněnými postupy lze samozřejmě monokulárně ověřit a dokončit hodnoty získané objektivními vyšetřovacími metodami [4].

Binokulární subjektivní refrakce sleduje dva hlavní cíle; dosáhnout refrakční i svalové rovnováhy obou očí [12]. Různé vyšetřovací metody jsou stavěny na výpovědi vyšetřovaného po disociaci zrakových vjemů jeho očí, v optometrické praxi nejčastěji na anaglyfním či polarizačním principu, nebo jejich kombinací [32]. Snížení kontrastu nebo nevyvážené vnímání testových ploch je podmíněno přítomností úhlové fixační vady nebo nedostatečným jemným sférickým či cylindrickým dokorigováním, obvykle v rozsahu $\pm 0,25$ D, dobře patrným např. na polarizovaném dvouřádkovém testu [30]. Z důvodů prevence výskytu astenopických potíží, stejně charakteristických pro malé oční vady, je nutné dbát na pravděpodobnou dominanci jednoho oka a jeho optimální korekci (resp. na vzájemně snesitelnou korekci očního páru) [33].

Obdobně se mohou projevovat forie, k jejichž úpravě bylo nutné nadměrné, individuálně rozdílné, fúzní úsilí [26]. Nutno podotknout, že subjektivní zkouška je daleko více náročná na pozornost vyšetřovaného i vyšetřujícího, z důvodu udržení pozornosti vyšetřované osoby je žádoucí, aby její kompletní provedení (včetně binokulární části) nepřesáhlo 45 minut [30].

Je třeba podotknout, že na přesnosti subjektivní zkoušky se může negativně podepsat věk vyšetřovaného, na stáří se vlivem miotické zornice zvyšuje hloubka ostrosti, což snižuje schopnost výrazněji zaznamenávat změnu ostrosti optotypových znaků po změně zkušebního skla v hodnotě až 0,5 D [34]. Je-li možno přes úzkou zornici provést objektivní refrakční zkoušku, je tato od zmíněné možné chyby oproštěna.

4.2 Korekce ametropií a presbyopie

4.2.1 Korekce myopie

Brylová korekce krátkozrakosti spočívá v předsazení odpovídající rozptylné čočky tak, aby její obrazové ohnisko splynulo s dalekým bodem myopického oka (obrázek 4a) [3], přičemž striktní podmínkou je použití takové čočky, se kterou oko ještě neakomoduje, tj. není překorigováno [4]. Jak již bylo výše naznačeno, nepanuje všeobecná shoda o tom, při jaké hodnotě je myop dostatečně korigován. RIEBEL požaduje korekci nejslabší rozptylkou, se kterou myop čte na optotypu 6/6 [1], obdobně jako HROMÁDKOVÁ [26] a OLÁH [35], nejslabší rozptylku, se kterou myop dosáhne optimálního, respektive nejlepšího dosažitelného vízu (který může být dle kvality sítnice a optických prostředí oka nižší, ale i výrazně vyšší než 6/6) prosazují ANTON [9], AUTRATA [15] a SUDER [30]. Citovaní autoři se rovněž rozcházejí v předpisu korekce dle výše myopie a jejím nošení, stálé nošení korekce bez ohledu na stupeň vady doporučuje HROMÁDKOVÁ [26], RIEBEL [1] a SACHSENWEGER, který toto zdůvodňuje možnou atrofií ciliárního svalu díky jeho nevyužívání při práci do blízka, (tuto hrozbu práce do blízka s brýlovou korekcí na dálku vylučuje) [12], AUTRATA pak stálé

nošení plné korekce * u nízké a střední myopie s individuálním podkorigováním vyšších myopů [15]. ANTON naproti tomu předpokládá využívání korekční pomůcky u nízké krátkozrakosti do -0,5 D jen příležitostně, u střední korigované myopie stálé nošení plné korekce a jistou míru podkorigování (pro celodenní nošení o -2 až -3 D) u vysokých myopií nebo dlouhodobě nekorigovaných středních myopů z důvodu nedostatečné akomodace a konvergence, která je od ní v těchto případech více uvolněná [9]. V problematice dětské korekce OLÁH doporučuje nejprve poloviční hodnotu korekční pomůcky s postupným zvyšováním korekce [35], naopak AUTRATA vždy požaduje plnou korekci [15].

Nekorigovaný myop do dálky nikdy neakomoduje, svou vadu si je schopen sám částečně korigovat pouze navozením stenopeického vidění mhouřením víček [12], je tedy pro problematiku malých očních vad korigovatelných akomodací nezajímavý. Jinak tomu je u korigovaných myopů, u kterých během zkoušky refrakce a při následném přenosu naměřených hodnot ze zkušební obruby do finální korekční pomůcky může poměrně snadno dojít k překorigování [36] a tím k navození arteficiální hypermetropie, která je následně dorovnáována akomodačním úsilím. Právě s možným přistupujícím úbytkem schopnosti akomodovat (ať již vlivem atrofie ciliárního svalu nebo pokročilejším věkem) se toto překorigování začne manifestovat jako malá oční vada s typickými průvodními znaky a posléze i úbytkem zrakové ostrosti. Nebezpečná je skutečnost, že při subjektivní zkoušce se přidáváním rozptylek i po dosažení plné korekce myopovi vízus nezhoršuje [12], někdy se znaky naopak jeví ještě kontrastnější. Dalším častým způsobem překorigování myopů bývá nezohlednění rozdílné vzdálenosti d (od hlavní roviny oka ke korekční čočce), která bývá u zkušební astigmatické obruby a zejména u forofteru větší (v absolutní hodnotě) než u obvyklých brýlových obrub, ve kterých pak

* Plnou korekcí myopie se rozumí nejslabší rozptylka, která pacientovi poskytuje nejlepší dosažitelný vízus nebo vízus 6/6, dle právě citovaného autora. Zde bude preferován první výklad plné korekce.

čochka o téže dioptrické hodnotě už neodpovídá vhodné korekci (její obrazové ohnisko se již nekryje s dalekým bodem oka, resp. její ohnisková vzdálenost je příliš malá, obrázek 5b) [36]. Mírné překorigování myopie může též přinést výše zmiňovaná „dokorekce“ $-0,25$ D na nekonečno, prováděná ve snaze eliminovat případnou nízkou myopii, neprojevující se na vyšetřovací vzdálenost 5 či 6 metrů [28].

4.2.2 Korekce hypermetropie

Korekce dalekozrakého oka je zajišťována předsazením odpovídající spojné čočky tak, že její obrazové ohnisko splyne s dalekým bodem oka (obrázek 4b) [3]. V citované literatuře opět nepanuje většinově jednotný názor, jak ke korekci hypermetropie přistupovat, jasné však je, že by korekce dalekozrakosti měla minimálně zajistit vyhovující zrakovou ostrost a předejít vzniku astenopických potíží při bezděčném akomodačním úsilí, popřípadě spazmu akomodace. Stejně, jako jsou projevy hypermetropie závislé na řadě faktorů (věk, funkce ciliárního svalu a čočky), je vhodné volit individuální přístup k její korekci [26]. U nízkých hodnot hypermetropie (zjištěných v cykloplegii) s dostačující zrakovou ostroší a binokulárním viděním bez subjektivních potíží není korekce považována za nutnou [35], u mladých jedinců se pak doporučuje korigovat hypermetropii až ve chvíli, kdy se vyskytnou astenopické potíže či zhoršení vízu, popřípadě je možné korekci používat jen při práci na blízko nebo dalekozrakost korigovat částečně [4]. Výskyt určitého stupně hypermetropie u dětí je fyziologický, je doporučováno vadu korigovat, jen je-li vysoká nebo vyskytne-li se šilhání [15]. Je však důležité se opět řídit individuálně, MOTSCH a MÜHLENDYCK ve své studii prokázaly, že i nízký stupeň hypermetropie, korigovaný akomodačním úsilím, může mít negativní vliv na práci některých dětí do blízka, rozvoj jejich schopností číst a psát a nezřídka tak bývá chybně diagnostikován jako legastenie [37]. Některými autory bývá kladen požadavek nosit předeepsanou plnou korekci stále již od dětství zejména z důvodu prevence strabizmu a amblyopie [1]. Při snížené zrakové ostroší nebo při výskytu astenopických potíží a esoforie vlivem hypermetropie je

indikována plná korekce, kterou se rozumí nejsilnější spojka, se kterou dalekozraký ještě vidí ostře do dálky * [4]. Pro snížení podílu latentní hypermetropie na celkové dalekozrakosti po korekci brýlemi se při zkoušce zrakové vady bez cykloplegie doporučuje vyšetřovanému na určitou dobu předsadit silnější (mlžící) spojky a tím tonus ciliárního svalu uvolnit [12].

Malé oční vady refrakčního původu ve své podstatě představují nízký stupeň hypermetropie, který je kompenzován akomodačním úsilím (tzv. fakultativní hypermetropie), při jehož deficitu se projeví charakteristickými astenopickými obtížemi [38]. Obdobně se může prezentovat i podkorigovaná hypermetropie, opět podmiňující akci ciliárního svalu. Příčiny podkorigování lze hledat při převodu naměřených hodnot ze zkušební astigmatické obruby či foropteru do brýlové obruby, není-li u vyšších hodnot hypermetropie (u ametropií obecně nad ± 5 D při rozdílu vzdáleností 4 mm [39]) zohledněna rozdílná vzdálenost d , což vyvolá posuv obrazového ohniska čočky za daleký bod oka (obrázek 6c) [36]. K podkorigování rovněž může dojít přímo při vyšetřování refrakční vady oka bez atropinizace, kdy je zkouška mylně ukončena ve chvíli, kdy vyšetřovaný již dosahuje optimálního vizu, ale ještě stále k tomu potřebuje vlastní akomodační úsilí [30]. S problematikou malých očních vad méně související, avšak dle HRYNCHAK v rámci chybně provedených refrakcí nejčastější je překorigování hypermetropie [27], tedy umělé navození krátkozrakosti. Je možné spekulovat o tom, jaký podíl na této skutečnosti může mít běžná zkušební vzdálenost optotypů, nahrazující „nekonečno“ a fakt, že velká část běžně používaných tabulových či

* Zde je vhodné podotknout, že pacient, který s předsazenými spojkami čte ještě 6/6 již může být překorigován, neznáme-li jeho reakci například na řádek 6/4 (jeho zraková ostrost se už může zhoršovat, ale stále dosahuje 6/6); považují proto za dobré odkazovat se na ostrost zrakového vjemu nebo na maximální dosažený vizus. Modelová situace: Vyšetřovaný čte na optotypu ve vzdálenosti 5 m nejnižší řádek, odpovídající 5/5. Vyšetřující předsadí další spojku a zeptá se, zda vyšetřovaný stále přečte spodní řádek (mylně se nezeptá, zda se stav zhoršil). Odpověď je kladná, byl-li by však na optotypu např. řádek 5/4, vyšetřovaný by jej již nepřečetl. Dochází k překorigování a k umělému navození myopie.

skříňových optotypů končí řádkem 6/6, respektive 6/5 v kombinaci s nevhodně formulovanými otázkami vyšetřujícího (viz poznámka).

4.2.3 Korekce pravidelného astigmatizmu

Brýlová korekce pravidelného astigmatizmu spočívá v použití odpovídající (sféro)cylindrické čočky s vhodným nastavením os hlavních řezů tak, aby se obrazové linie obou hlavních řezů střetly na sítnici [3]. Nekorigovaný astigmatismus s sebou přináší rozostření obrazu, ale jen jeho minimální zkreslení, zatímco samotná brýlová korekce vyšších hodnot zejména šikmého astigmatizmu je provázena meridionální anizeikoníí a prostorovou distorzí obrazu obzvláště v binokulárním pojetí, což může prvonositeli korekce (i přes získání ostrého sítnicového obrazu) činit významné subjektivní potíže [18]. Je proto doporučováno stálé nošení plné korekce od dětství, čímž se jednak předchází eventuelnímu vzniku meridionální amblyopie [26], jednak se mladý mozek lépe adaptuje na nově vznikající poměry na sítnici [18]. Někteří autoři prosazují plnou korekci astigmatizmu i u starších osob [35], častěji je však doporučováno aplikovat subjektivně dobře snesitelnou korekci, která vize zlepšuje byť i jen částečně [15]. Nižší hodnoty astigmatizmu s dostačující zrakovou ostroťí být korigovány nemusí [4], avšak v některých případech může i nízká cylindrická korekce 0,25 D zlepšit subjektivní pocit vyšetřovaného tak, že je vhodné ji použít. Míra distorze obrazu je dána vzdáleností korekčního členu od vstupní pupily oka, ke zmírnění jejích projevů je vhodné aplikovat kontaktní čočku [18], přičemž je však nutné u vyšších hodnot astigmatizmu opět zohlednit změnu vzdálenosti korekční čočky od hlavního bodu oka, aby nedošlo k možnému pře- nebo podkorigování [39]. Dalšími možnostmi zmírnění distorze na snesitelnou mez jsou stočení šikmé osy cylindru k 90° nebo 180°, či snížením cylindrické korekce a úpravou sférické složky tak, aby kroužek nejmenšího rozptylu setrval na sítnici [18]. Ačkoliv jakákoliv forma astigmatizmu nemůže být plně kompenzována akomodačním úsilím oka, průvodní jevy nesnášenlivosti cylindrické korekce mohou být obdobné potížím vznikajícím při nekorigované malé oční vadě, je tedy proto záhodno

pečlivým vyšetřením zjistit jejich příčinu a zaměřit se na její odstranění či zmírnění.

4.2.4 Korekce anizometropie a anizeikonie

Anizometropie, stav, kdy obě oči dosahují rozdílné hodnoty refrakce, bývá doprovázena anizeikonii, nestejně velkými sítnicovými obrazy [1], jak bylo podrobněji přiblíženo v kapitolách 2.4 a 2.5. Korekce anizeikonie pak spočívá ve vhodném doplnění optických systémů jednoho či obou očí tak, aby jejich výsledná ohnisková vzdálenost byla shodná, čímž je zajištěno vytvoření stejně velkých sítnicových obrazů [20]. Prostá brýlová korekce anizometropie bez zohlednění výše zmíněného požadavku bývá obvykle dospělými osobami snášena jen do rozdílu 2 až 4 D, u dětí až 5 až 6 D [1], či plná korekce vady [4]. Příčinou nepřijetí plné korekce také bývá rozdílný prizmatický účinek brýlových čoček při pohledu mimo jejich optický střed a prohloubení anizeikonie vlivem nestejněho vlastního zvětšení brýlových čoček, navozující astenopické potíže a poruchy binokulárního vidění [19]. Ke korekci anizeikonie s přihlédnutím k požadavku vytvoření shodných sítnicových obrazů obou očí lze dospět několika způsoby, POLÁŠEK uvádí speciální dalekohledné systémy, brýlové čočky se zvětšenou středovou tloušťkou (size – lenses), implantaci vhodné nitrooční čočky při afakii, použití anizodistančních brýlí, nebo korekci pomocí systému brýlová čočka – kontaktní čočka v různých kombinacích na obou očích [20]. Je však nutné podotknout, že precizní korekce anizeikonie zejména posledně jmenovanými dvěma postupy je podmíněna poměrně složitým matematickým výpočtem a předpokladem pro její větší rozšíření je bezesporu zmenšení její časové i matematické náročnosti například vhodnou softwarovou aplikací. Anizeikonie tak nadále zůstává hojnou příčinou nejrůznějších zrakových obtíží, světloplachostí, astenopie a diplopie, které pramení z narušeného binokulárního vidění [4] a svými projevy mohou nápadně připomínat astenopické obtíže z nekorigovaných malých očních vad.

4.2.5 Korekce presbyopie

Cílem korekce presbyopie, stářím podmíněného snižování akomodační šíře, je pomocí vhodných čoček posunout vzdalující se blízký bod blíže k oku do individuálně volené vzdálenosti tak, aby předměty v pracovní vzdálenosti mohly být pozorovány s využitím maximálně 2/3 akomodační šíře [4]. Dle povahy vady do dálky se jedná o čočky spojné (hypermetropie, emetropie a nízká myopie), rozptylné (vyšší stupně myopie, kdy se blízký bod nachází příliš blízko u oka) [13]. Dioptrickou hodnotu přídatku na blízko (adice) lze podle citovaných autorů určit několika způsoby. Nejjednodušší, avšak nejméně přesnou metodou je použití průměrných tabulkových hodnot Dondersovy křivky, které ovšem nezohledňují individuální progresi vetchozrakosti a požadavky presbyopů na specifické pracovní vzdálenosti [24]. Další metoda, taktéž vycházející z hodnot Dondersovy křivky, využívá červeno-zeleného testu; do blízka je zvolena taková korekce, se kterou na požadovanou vzdálenost presbyop vidí text v obou polích testu stejně ostře, vidí-li neostře, je třeba korekci zesilovat, vidí-li ostřeji text v červeném poli, hodnota adice je příliš vysoká [13]. U červeno-zelených testů je však třeba přihlídnout k vlivům stáří na vnímání barev, což může vypovídací hodnotu této metody významně snížit [32]. Metoda podle Reinera opět vychází z hodnot Dondersovy křivky, je však individuálně upravena; nejprve se zjistí nejsilnější hodnota adice, kdy je ještě zkušební text v klientem požadované vzdálenosti viděn ostře, a následně nejslabší, kdy je tentýž text viděn ostře s vynaložením maximálního akomodačního úsilí, přičemž za finální hodnotu presbyopické korekce se považuje přibližně střední hodnota z takto zjištěného intervalu [12]. Taktéž se doporučuje předepisovat dobře snášené brýlové čočky z důvodů zachování rovnováhy akomodace a konvergence [4]. Hodnota adice se sčítá s hodnotou korekce do dálky, podstatná je skutečnost, že by se do brýlové korekce do blízka měla převádět i cylindrická složka vady na dálku, je-li astigmatismus přítomen a do dálky korigován, naopak u nekorigovaného astigmatizmu je lepší i do blízka ponechat sférickou korekci [13], není-li toto dodrženo, což v praxi není

neobvyklý jev, nemusí presbyop dobře snášet korekci multifokálními čočkami, což s sebou přináší klientovu oční nepohodu, nehledě na finanční stránku věci. Běžně je akomodační šíře obou očí shodná, při jejich odlišných hodnotách lze aplikovat rozdílnou adici [4], obdobně jako při nekorigovaných nízkých oboustranně odlišných ametropií (nebo jednostranné emetropii), kdy je součet adice s hodnotami těchto vad na každém oku jiný.

Podkorigovaná či nekorigovaná presbyopie, vyžadující zapojení akomodační rezervy k dosažení ostrého vidění, vede při delší práci do blízka ke vzniku astenopických obtíží [4], principiálně srovnatelnými s příznaky podkorigované nebo nekorigované hypermetropie při nedostačující akomodační rezervě pro pohled do dálky. Vzniká tedy jakási doba malé oční vady, ačkoliv je presbyopie přirozeným projevem stárnutí na funkci oka. Další vliv na zrakovou pohodu a na vznik eventuelních astenopických obtíží má centrace brýlových čoček (nejen) do blízka v obrubě [1], o jejímž provedení rovněž nepadá ani v odborných kruzích shoda. Dříve zastávaný (a dodnes zažitý) názor zkracování vzdálenosti optických středů brýlových čoček v obrubě dle zmenšené pupilární vzdálenosti vlivem konvergence na blízko, tj. decentrace brýlových čoček do blízka nazálně [13], je postupně vytlačován preferováním centrace dle otočných bodů oka, tzn. podle PD do dálky, kdy ani u spojek ani u rozptylek nedochází k negativnímu konvergenčnímu zatížení a na rozdíl od předchozího způsobu zůstává neměnný sférický ekvivalent a shodný astigmatismus šikmých paprsků ve všech pohledových směrech (obrázky 7 a 8) [40].

5. Malé oční vady

5.1 Charakteristika malých očních vad

Jak již bylo v úvodu naznačeno, hlavním předmětem zájmu této práce jsou malé oční (refrakční) vady, jejichž přítomnost indukuje snahu organismu tuto refrakční odchylku korigovat [4]. Jedná se prakticky výhradně o činnost akomodace, která je takto schopná, v závislosti na své šíři, vykorigovat určitý stupeň hypermetropie (tj. fakultativní hypermetropii) nebo složeného

hypermetropického astigmatizmu. Díky tomuto zvýšenému akomodačnímu úsilí osoba s touto vadou dosahuje normální zrakové ostrosti a subjektivně nepředpokládá přítomnost refrakční vady a ta běžně uchází pozornosti [38]. Je však třeba podotknout, že zvýšená trvalá zátěž ciliárního svalu, odpovědného za funkci akomodace (kapitola 3.1.1), se může projevit v podobě různých subjektivních i objektivně pozorovatelných potíží, o kterých bude dále podrobněji pojednáno [12]. Tak, jak během života dochází k poklesu akomodační šíře (kapitola 3.1.2.1), se postupně typicky manifestují stále menší nekorigované hypermetropické vady, dříve bez problémů kompenzované. Zároveň s akomodací se v rámci procesu bezděčně aktivovaného vykorigování malé oční vady uplatňuje i konvergence, která pak často bývá na vině jak porušeného binokulárního vidění, tak i dalších bolestí, způsobených nadměrnou zátěží některých více namáhaných okohybných svalů. Pokud nebyla osobě s malou oční vadou dosud provedena řádná zkouška refrakce, lze říci, že se na tuto vadu obvykle přijde až právě přítomností astenopických potíží, případně zhoršením binokulárního vidění [4], u dětí méně často poruchami čtení a psaní, kterým však často nebývá přisuzován oční původ [37].

5.2 Refrakční stavy oka bez korekce a s korekcí vyvolávající akomodační úsilí

Zvýšené akomodační úsilí, upravující refrakci oka, nemusí být přítomno jen u nekorigované hypermetropie či složeného hypermetropického astigmatizmu, nýbrž může být zapříčiněno nevhodnou korekcí jakékoliv jiné refrakční vady [4].

5.2.1 Nekorigovaná hypermetropie a hypermetropický astigmatismus

Při pohledu do dálky dalekozraký na základě neostrého sítnicového obrazu reflektoricky akomoduje, čímž je schopen v závislosti na aktuálním rozsahu akomodační šíře a velikosti hypermetropie svou vadu korigovat buď zcela (veškerá manifestní hypermetropie je tvořena pouze fakultativní

složkou), nebo částečně (nedokorigovaná zbytková vada se projeví v podobě absolutní hypermetropie) [12]. Výraznější problémy obvykle nastávají při práci do blízka ve chvíli, kdy součet fakultativní složky hypermetropie s akomodací na pracovní vzdálenost přesahuje $2/3$ stávající akomodační šíře, což může při déletrvajícím práci do blízka vyústit až v akomodační spasmus (kapitola 3.1.2.2) [15]. Vidění do dálky zůstává většinou bez obtíží, dokud nemusí být akomodační rezerva využita i zde. U hypermetropického astigmatizmu může být dalším zdrojem astenopických potíží kolísání akomodace mezi refrakčními hodnotami obou hlavních řezů [12]. Navíc je možné díky provázanosti akomodace a konvergence očekávat poruchy binokulárního vidění. Spolu s vynucenou akomodací do dálky je stimulována i konvergence, jejíž činnost může vyústit až v esotropii se všemi svými důsledky, útlumem hůře vidoucího oka u dětí a diplopií u dospělých [13]. Vyskytnou-li se jakékoliv potíže v souvislosti s uváděnou vadou, je nezbytné přistoupit ke korekci, jak bude popsáno dále.

5.2.2 Podkorigovaná hypermetropie

Není-li dalekozraké oko korigováno plně, ale jen částečně, zůstává potřeba dodatečného akomodačního úsilí k vytvoření ostrého sítnicového obrazu předmětů z nekonečna a především z blízké vzdálenosti. Toto podkorigování může mít původ v chybně provedené refrakční zkoušce, zejména v subjektivní části bez využití cykloplegik, kdy není stanovena nejsilnější spojka, se kterou vyšetřovaný ještě dosahuje optimálního vízu, nýbrž nějaká nižší hodnota spojné čočky, která však již plně koriguje absolutní složku hypermetropie. Další příčinou podkorigování dalekozrakého oka především u hypermetropií nad + 5 D pak bývá nezohlednění změněné vzdálenosti d mezi korekční čočkou a hlavní rovinou oka z přibližně 16 mm u foropteru a 12 mm (dle typu a usazení zkušebních skel) astigmatické zkušební obruby na 10 mm a méně u běžné brýlové obruby (obrázek 6c) [36]. Pokud je dalekozraké oko s takto sníženou korekcí nuceno k získání ostrého sítnicového obrazu využívat více jak $2/3$ své akomodační šíře, začne se podkorigování manifestovat typicky jako malá oční vada

astenopickými potížemi. Zcela extrémním případem „podkorigování“ (spíš by se jednalo o jakousi antikorekci) hypermetropie je její „korekce“ rozptylkami, kdy je mylně považována za myopii na základě měření (subjektivních i objektivních), provedených ve spazmu akomodace bez použití cykloplegik nebo bez ověření předsazením spojné zkušební čočky + 0,5 D do zkušební obruby na úvod subjektivní zkoušky [30]. Nejenže takto nedojde ani k částečné korekci hypermetropie, vada se naopak ještě zvýší a subjektivní potíže pacienta se spazmem či excesem akomodace se navíc prohloubí nad původní mez, jelikož lze předpokládat, že k dosažení optimální zrakové ostrosti (bude-li toho nadále vůbec schopen) bude muset využít i zbytek akomodační rezervy. U progresivních čoček pak dochází podkorigováním hypermetropie (a překorigováním myopie) ke zúžení využitelné šířky progresivního kanálu a oblasti pro pohled do blízka, je-li i adice nedostačující [41].

5.2.3 Překorigovaná myopie

Použití příliš silných rozptylek ke korekci krátkozrakosti posune obraz dalekého bodu za sítnici a uměle tak navodí dalekozrakost, která je reflektoricky kompenzována akomodací. Příčiny lze opět hledat v pochybení při zkoušce refrakce a při zhotovování finální korekční pomůcky. Objektivní zkouška na refraktometru může být zatížena akomodací způsobenou přístrojovou myopií, tj. mimovolní akomodací vyšetřovaného na domnělý blízký bod, následkem čehož jsou získány vyšší myopické hodnoty axiální refrakce [12]. Je-li tato korekce bez dalšího vložena do zkušební obruby, vyšetřovaný (opět v závislosti na věku a akomodační šíři) obvykle tímto uměle navozenou hypermetropií doakomoduje a prokáže dobrý vizeus [30]. Je tedy záhodno, není-li zkouška prováděna zcela bez objektivního měření refrakce, ve zkušební obrubě důsledně provést dokorigování ve smyslu nejslabší rozptylky, se kterou vyšetřovaný dosáhne optimálního vizeu, aby byla akomodace vyloučena. Riziko překorigování však hrozí i při subjektivní zkoušce, neboť vlivem bezděčného akomodačního úsilí se vyšetřovanému vizeus nezhoršuje i po předsazení silnějších rozptylek, než by odpovídalo

správné plné korekci [12]. Také nezohlednění snížení vrcholové lámavosti korekční čočky při zmenšení vzdálenosti d z foropteru či zkušební obruby na hodnoty okolo 10 mm u běžné brýlové obruby vede u myopií vyšších - 5,25 D k překorigování (obrázek 5b) [36]. Je logické se domnívat, že astenopické potíže spojené s překorigováním myopie se projeví dříve a zřejmě i intenzivněji než u podkorigované hypermetropie, neboť dříve nekorigovaný (nebo pouze na dálku korekci využívající) myop není zvyklý akomodovat, jeho ciliární sval je oslaben a vzniklou arteficiální hypermetropii tak zvládá zakomodovat jen s vynaložením značného úsilí. Rovněž častější výskyt vysokých myopií na rozdíl od hypermetropií [15] zde poukazuje na potřebu důsledného zohledňování vzdálenosti d .

5.2.4 Podkorigovaná presbyopie

Příliš nízká hodnota optické mohutnosti přídavku do blízka se projeví obdobně jako podkorigovaná hypermetropie do dálky. Podkorigovaný presbyop musí na danou pracovní vzdálenost využívat více jak přibližně 2/3 akomodační šíře, což mu při déletrvajících práci začne způsobovat astenopické potíže akomodačního původu [12]. Je třeba dodat, že ne vždy je na vině sama nízká adice. Jedná-li se o presbyopického ametropa, ovlivní chybně vyměřená vada do dálky i při správně určeném přídavku do blízka (v součtu s korekcí do dálky však také podkorigovaném) u víceohniskových brýlových čoček negativně korekci do blízka.

Pro úplnost je dobré zmínit, že překorigování presbyopie sice nevede ke zvýšenému akomodačnímu úsilí (ale právě naopak, takový presbyop neakomoduje vůbec), ale posouvá hlavní pracovní bod tak blízko k oku, že je nositel korekce donucen v rámci zachování ostrého obrazu přibližovat předměty velice blízko k očím a výrazně tak namáhá konvergenci, což vyústí ve svalové astenopické potíže [1]. U progresivních brýlových čoček pak toto překorigování nutí k pohledu přes části progresivního kanálu, určené pro střední vzdálenosti, které jsou výrazně užší než oblast pro vidění do blízka, čímž dochází k zúžení zorného pole [41].

5.3 Obtíže provázející malé oční vady

5.3.1 Astenopické potíže

Astenopické potíže představují celou škálu subjektivních obtíží, projevujících se při zvýšené zátěži kladené na oko v nepoměru k jeho možnému výkonu, jejíž příčiny mohou být opět rozličné [12], přičemž svalové úsilí spojené s nápravou malé oční vady je jednou z nich. ANTON astenopické potíže dělí dle jejich průvodních jevů na zrakové, oční a přídatné [4]:

Zrakové potíže se projevují na kvalitě zrakového vjemu zejména při špatných světelných podmínkách, či za zhoršeného zdravotního stavu při trvalé monotónní činnosti (práce do blízka, řízení vozidla) mlhavým viděním a v případě insuficience či excessu konvergence pohybem řádků a písmen a přechodnou diplopií [4].

Oční potíže se subjektivně prezentují únavou očí, těžkostí víček [12], fotofobií, která se použitím tmavých brýlí výrazně nelepší, pocitem cizího tělíska pod palčivými víčky [4]. Objektivně pak lze sledovat epiforu (zvýšené slzení), někdy i zánět spojivek [12], dále zarudnutí a zduření okrajů víček, mnohdy doprovázené blefaritidou a ječným zrnem [4].

Přídatné potíže pak představují zejména bolesti hlavy rozmanitého druhu a stupně, od lehké až po prudkou, spojenou s nevolností až migrenózními stavy, bolest se může nejen omezovat na oko nebo na jeho okolí, ale i přecházet na další části hlavy až do oblasti šíje a ramen [4].

Únava očí a dyskomfortní vidění provázené výše zmiňovanými projevy může vést až k depresím a nespavosti [38]. Astenopické potíže lze dále členit dle jejich vyvolávající příčiny, je však nutné podotknout, že v některých případech mohou tyto činitele spolupůsobit zároveň nebo se kombinovat. V souvislosti s méně kvalitními sítnicovými obrazy pak vzrůstá námaha vyšších zrakových center při zpracování vjemu, což se rovněž může projevit subjektivními obtížemi [4].

5.3.1.1 Akomodační astenopie

Akomodační astenopie bývá způsobena nepoměrem akomodační šíře dotyčné osoby k akomodaci potřebné pro zaostření obrazu na danou pracovní vzdálenost [1]. Jedná se tedy o případ nekorigované či podkorigované hypermetropie a presbyopie a akomodační insuficience [12], eventuálně překorigované myopie. Původ této skupiny astenopických potíží tedy lze hledat přímo v malých refrakčních vadách nebo v nevhodné korekci velkých vad, navozující stejný refrakční stav na oku. Akomodační astenopií rovněž trpí slabozrací, kteří ve snaze zvýšit rozlišovací schopnost postiženého oka zvětšením sítnicového obrazu pozorují předmět z neúměrně malé vzdálenosti a přetěžují tím svou akomodaci [1]. Dále lze akomodační astenopii hledat u anizometrií s nepřilíš velkým rozdílem refrakcí obou očí, kdy se hlavně při pohledu do blízka střídavě akomoduje dle refrakce jednoho a záhy druhého oka, obdobně jako v případě hypermetropického astigmatizmu, kdy mimovolní akomodační úsilí často střídavě do dálky kompenzuje refrakční odchylku jednoho i druhého hlavního řezu astigmatického oka [12]. Někdy se akomodační astenopie může vyskytnout samostatně u zdravého emetropického oka při dlouhodobém nadměrném zatížení ciliárního svalu [4].

5.3.1.2 Svalová astenopie

Ryze svalová astenopie je způsobena nadměrným vergenčním úsilím, nutným ke správnému nastavení pohledových os u forií nebo při insuficienci konvergence [12]. Její zraková složka spočívá v rozostření zrakového vjemu vlivem horizontálního posuvu sítnicových obrazů mimo korespondující body, způsobeném nedostačující činností okohybných svalů (tj. deficit fúzní konvergence). Konkrétně u exoforie se projeví zejména při práci do blízka [1], v případě esoforie způsobuje potíže dlouhodobé hledění do dálky, například při řízení vozidla [12]. Často se však svalová astenopie z důvodu nevyváženého poměru akomodace s konvergencí prolíná s astenopií akomodační, k čemuž dochází typicky u nekorigovaných ametropií. Nekorigovaný hypermetrop stále mimovolně akomoduje na dálku, avšak

v rámci zachování paralelního postavení očí nesmí konvergovat (nekonverguje-li, porušuje se poměr akomodační konvergence k akomodaci). Naopak nekorigovaný myop do blízka buď neakomoduje vůbec, nebo méně, avšak musí konvergovat stejně jako emetrop. Předpokládáme-li spolu s oslabením akomodace i schopnost konvergovat, lze očekávat, že zátěž kladená na vnitřní přímé svaly zde bude činit astenopické potíže [12]. Obvykle bývá monokulární vidění s vyřazenou fúzí lepší než binokulární, rušené astenopickými potížemi [4].

5.3.1.3 Nervová astenopie

Neurogenní astenopie se vyznačuje subjektivními potížemi, znemožňujícími práci do blízka, ačkoliv nelze objektivně zjistit žádné změny na oku ani vyvolávající příčinu [1]. Náchylní jsou zejména neurastenici [38], ale vyskytuje se i při celkovém oslabení organismu, rekonvalescenci, nervovém přetažení a únavě [12].

5.3.1.4 Symptomatická astenopie

Výskyt astenopických potíží může být jedním z průvodních jevů některých očních chorob, jako jsou chronické záněty spojivek, víčkových okrajů a sítnice, popřípadě zánětů postranních nosních dutin [1].

5.3.1.5 Další příčiny astenopických potíží

Astenopické potíže bývají popisovány u některých povolání, souvisejících s pobytem a prací v nadměrně nebo naopak slabě osvětlených prostředích [1], při nízkých kontrastech pozorovaných předmětů a při dlouhodobé monotónní činnosti [12]. Astenopické potíže může samozřejmě vyvolávat i nevhodně vyhotovená korekční pomůcka, jednak vlivem chybné korekce díky zmiňované neodpovídající vrcholové lámavosti brýlových čoček [4], překorigování presbyopie, dále kvůli jejich chybné centraci, navozující nesprávný prizmatický účinek, nezohlednění správné pupilární vzdálenosti (kapitola 4.2.5) a odlišné hodnotě osy cylindrické čočky [1]. Pohodu vidění bezpochyby ovlivňuje jakost brýlové čočky, jakož i kvalita povrchové úpravy, popřípadě její poškození a nečistota, přizpůsobení brýlové obruby a podobně.

5.3.2 Poruchy čtení a psaní

Malé oční vady mohou a často také způsobují poruchy čtení a psaní u mladších školních dětí, jak potvrzují MOTSCH a MÜHLENDYCK ve své studii, provedené v letech 1997 až 2000 v Německu [37]. Na oční klinice byly vyšetřovány děti trpící legastenii (poruchami čtení a psaní), přičemž u 78,8 % pacientů byla za příčinu, způsobující poruchu čtení a psaní, stanovena nekorigovaná oční vada vesměs akomodativního původu. U většiny dětí se podařilo správnou korekcí poruchy čtení a psaní zcela odstranit, pouze u 21 % pacientů se jednalo o skutečnou legastenii bez organických příčin (zrakových, sluchových, motorických a podobně), která se ani případnou korekcí zraku nezlepšila. Zmíněné oční vady lze považovat za malé, jak bylo naznačeno výše, jelikož se neprojevovaly sníženou zrakovou ostrostí a byly bezděčně korigovány akomodačně - konvergenčním úsilím, vyskytovaly se pouze astenopické potíže při delší práci do blízka. Jednalo se o nekorigovanou hypermetropii či hypermetropický astigmatismus od + 0,5 D do + 1,0 D (10,7 %), exoforii kompenzovanou akomodační konvergencí (50,0 %), insuficienci akomodace (35,7 %), která byla u dvou pětin pacientů doprovázená exoforií, v jednotlivých případech pak esotropií a intermitentní exotropií. U jednoho pacienta byl zjištěn vrozený nystagmus. Po aplikaci vhodné korekční pomůcky (dle zjištěné vady se jednalo o jednoohniskové či bifokální brýle (ke korekci insuficience akomodace) dle potřeby doplněné prizmatickou korekcí, u větších úchylek pak byla provedena operace šilhání) došlo u všech dětí (vyjma pacienta s nystagmem) ke zlepšení stavu, námaha při čtení, psaní a počítání buď ustoupila zcela nebo se znatelně zmenšila. Je třeba podotknout, že u žádného z těchto dětí nebyla při předchozích lékařských vyšetřeních žádná z těchto očních vad přikládána pozornost a u velké části z nich byla paušálně stanovena diagnóza legastenie bez hledání příčiny právě v oblasti vidění [37]. Je tedy nabíledni, že vyhledávání malých očních vad a jejich korekci by měla být kladena velká pozornost i ve zdánlivě nesouvisejících případech, protože případným opomenutím může být výrazně v šanc vystavena kvalita života dotčené osoby.

5.4 Korekce malých očních vad

Ke korekci malých očních vad je nutno přistupovat značně individuálně, nelze totiž v žádném případě tvrdit, že se stejná refrakční odchylka u dvou jedinců projeví stejným způsobem, projeví-li se vůbec. Už ze samotného grafu zastoupení refrakčních stavů v populaci je zřejmé, že nejčastěji se vyskytuje nízká hypermetropie od 0,0 D do + 0,75 D, považovaná prakticky za normální stav [15]. Emetropii 0,0 D lze tedy označit za poměrně méně častý jev, naopak hypermetropie (od zcela nízkých až po vysoké hodnoty) zaujímá více než 50 % refrakčních stavů [4]. Pokud se však odkážeme na výsledky výše zmiňované studie MOTSCH a MÜHLENDYCK, jednoznačně vyplyne, že i tak malá refrakční vada, jakou je dalekozrakost +0,5 D, může vyvolat takové obtíže, které výrazně ztěžují práci do blízka a konkrétně u dětí mohou zásadně ovlivnit jejich intelektuální rozvoj [37]. ANTON doporučuje dodržovat následující postup:

Pokud malé oční vady nečiní potíže, ponechávají se **bez korekce**. Tento stav lze označit za většinový, jak bylo zmíněno výše. Jedná se o případy, kdy vada nedosáhne takové hodnoty, aby narušila akomodačně - vergenční synkinézu. Zejména v dětském věku lze fakultativní hypermetropii díky vrozené dalekozrakosti očekávat velmi často, díky emetropizačnímu procesu a růstu oka (kapitola 2) ale obvykle dochází k postupnému snižování hypermetropické refrakce.

Vyskytnou-li se v souvislosti s malou oční vadou potíže, přistupuje se k její korekci. Nejprve se předepisuje její **plná korekce** [4], tj. nejsilnější spojka, se kterou hypermetrop ještě dosáhne nejlepšího vízu, případně doplněná o astigmatickou korekci. Obvykle jde o hypermetropii, která se svou velikostí blíží k hranici akomodační šíře, což může mít dvojí původ. Buď je dalekozrakost tak vysoká, že ji ani věku odpovídající akomodační šíře dostatečně nepokrývá (zde by ovšem zejména v případě mladých hypermetropů s vyšší vadou bylo možné také očekávat poruchy binokulárního vidění ve smyslu excesu konvergence, kapitola 3.2.3), nebo je dalekozrakost sice nízká, ale dotyčný trpí na insuficienci akomodace

(zredukována akomodační šíře, blíže kapitola 3.1.2.2), která není schopná vadu bez obtíží kompenzovat. Zmíněnou plnou korekcí se ulehčí akomodaci a upraví se akomodačně - konvergenční poměry do normálního stavu.

Nepomáhá-li plná korekce malé oční vady a astenopické obtíže se nadále projevují, je třeba hledat jejich původ také v nepoměru akomodace a konvergence, či v chybném postavení očního páru (v latentním strabizmu). V případě exoforie je třeba hypermetropii **podkorigovat**, aby bylo akomodací do dálky stimulováno i konvergenční úsilí, dorovnávací paralelní postavení očního páru [4]. Byla-li by však akomodace nedostatečná, muselo by být přistoupeno k prizmatické korekci exoforie bázemi nazálně.

Opačným postupem je určitá míra **překorigování** hypermetropie při současné esofozii. Akomodace spolu s konvergencí jsou překorigováním k myopickým hodnotám zcela utlumeny a oční pár se navrátí (vyvolaným podnětem k divergenci) do ortoforie.

Samozřejmě vady, způsobující astenopické potíže, lze optickou korekční pomůckou řešit pouze v případě, je-li na vině skutečně refrakční vada, malá skrytá úchylka v postavení očního páru, popřípadě nevhodná korekční pomůcka sama o sobě. Zejména z důvodu předcházení posledně zmiňované příčiny vzniku astenopických potíží je nutné pacienty očních ambulancí a klienty očních optik a optometrických pracovišť důsledně informovat o nevhodnosti korekce jakékoliv zrakové vady či presbyopie neodborně zvolenou a zhotovenou korekční pomůckou, která nerespektuje individuální požadavky svého nositele. Toto riziko přináší především v současné době rozšířené tzv. „hotovky“, ve velkém množství za zoufalých prodejních podmínek nabízené hlavně obchodními domy, lékárnami nebo čerpacími stanicemi, kdy tyto „brýle“ ani zdaleka nesplňují požadavky centrace, anatomického přizpůsobení zákazníkovi a mnohdy již díky způsobu hromadného prodeje trpí sníženou jakostí nejen optických ploch čoček.

Není-li zjištěna přítomnost žádné oční vady nebo i po jejím vykorigování astenopické potíže přetrvávají, je třeba jejich příčinu a terapii hledat jinde, jak bylo zmíněno v kapitolách 5.3.1.3 až 5.3.1.5. Například

k úpravě nervové astenopie obvykle postačuje odpočinek, či celková posilující léčba [4], u ostatních příčin léčba primárního onemocnění.

6. Závěr

Malé oční vady díky svému dlouho skrytému průběhu a snad i svému názvu často leží stranou zvýšené pozornosti, která je přikládána korekci zjevných refrakčních vad nebo léčení různých očních patologií. Na jednu stranu se nelze divit, zcela logicky se u pacientů, přicházejících s bolestmi hlavy a očí, bude pátrat prioritně po závažných onemocněních, jako je zelený zákal a podobně, která mohou vést k trvalému poškození až ztrátě zraku - vždyť na malé oční vady se neslepne. Na druhou stranu je však nutné si přiznat (a předchozí stránky budiž tomu důkazem), že přehlížení malých očních vad a opomíjení jejich případné správné korekce může mít negativní dopad jak na kvalitu života dotčené osoby, tak na její vztah k jejímu oftalmologovi nebo optometristovi. Je tedy potřeba již při anamnéze brát v úvahu malé oční vady jako jeden možný zdroj potíží, se kterými klient přichází.

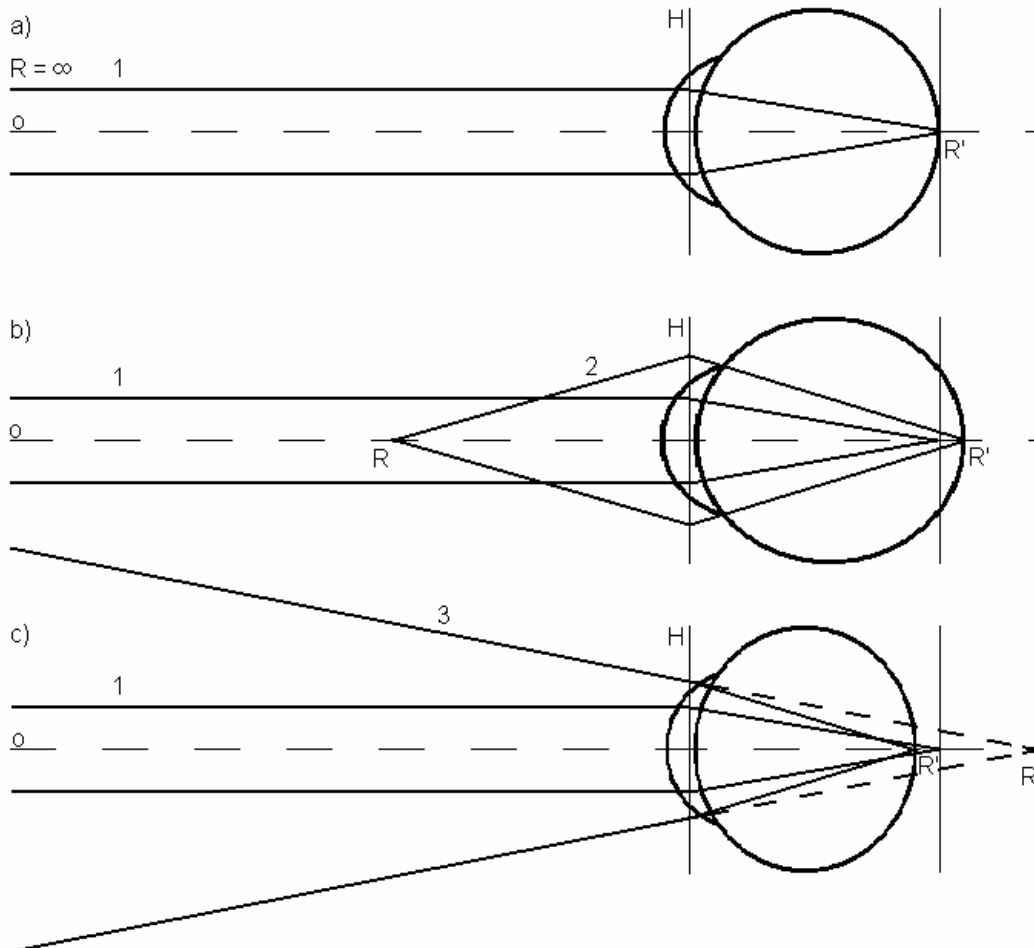
Z definice malých očních vad, jak byly v této práci pojímány, vyplývá, že se nejedná pouze o refrakční vady, ale i o poruchy svalové rovnováhy v binokulárním pojetí. Je tedy zřejmé, že k jejich správnému vyšetření a nápravě sotva postačí pouze běžný optotyp, je třeba přibrat na pomoc přístroje na vyšetření svalové rovnováhy, kterých se v současnosti nabízí celá řada - od Maddoxova kříže a cylindru až po nejmodernější verze projekčních optotypů a Pola-testu®. V tomto směru lze vkládat naděje hlavně do soukromých optometrických pracovišť, kde by se zvyšující se standard péče o klienta a jeho zrakovou pohodu měl stát základním trendem v přiosťující se konkurenčním prostředí. Jako zcela zásadní považuji důkladně provedenou subjektivní zkoušku s binokulárním dokorigováním, je-li to u dané osoby možné. Bezesporou výhodou je objektivní zkouška v cykloplegii, která bezpečně odhalí přítomnost latentní i fakultativní hypermetropie, pokud ji nelze provést, je nutné dodržovat u subjektivní

zkoušky postupy eliminující vliv akomodace na naměřené hodnoty refrakční vady.

Bezpochyby je též nutné dbát (nejen) v této problematice na osvětu široké veřejnosti. V praxi se často setkáváme s klienty, kteří své potíže s jakkoliv zhoršeným zrakem řeší velice nezodpovědně, hledají nápravu v hotových brýlích, půjčují si brýle od známých nebo příbuzných a své potíže si většinou dále prohlubují. Pomoc odborníka pak vyhledávají až v krajních případech, obvykle se bojí jít k lékaři ze strachu před objevením chorobného procesu a s tím spojenými důsledky léčby. Jako zcela extrémní případ lze uvést klienta, který se dožadoval zhotovení brýlí, ačkoliv odmítal jakékoliv vyšetření refrakce a bránil se i vymeření zornicové vzdálenosti digitálním PD metrem. Je zřejmé, že u takovýchto klientů se potíže způsobené očními vadami a jejich nevhodnou korekcí nakumulují s případnými projevy patologických procesů na oku a jejich odhalení a úspěšná terapie se tím jen ztíží.

Cílem této práce bylo shrnout poznatky o malých očních vadách do té míry, aby na jejich základě mohla být učiněna odpovídající korekce. Byl přiblížen mechanismus vzniku malých očních vad, včetně nejběžnějších způsobů jejich arteficiálního navození chybami ve vymeření refrakční vady, pupilární vzdálenosti a při zhotovování korekční pomůcky. Též byly shrnuty jejich nejběžnější symptomy, astenopické potíže, charakteristické také i pro některá oční onemocnění. Samozřejmě není možné v rozsahu bakalářské práce obsáhnout tuto problematiku kompletně se všemi podrobnostmi, bylo by zapotřebí se blíže věnovat jen zběžně zmíněným vyšetřovacím metodám a jejich vlivu na přesnost navržené korekce, musel by být blíže zkoumán proces výroby a přizpůsobení korekční pomůcky, jejího užívání, v potaz přichází rovněž oblast ergonomie vidění, hygienických podmínek na pracovišti (co se osvětlení týče) a jejich vlivů na oko a jeho funkce a další přidružená témata, což by bezesporu rámeček tohoto druhu práce výrazně překročilo. Autor přesto doufá, že se mu problematiku malých očních vad podařilo přiblížit v dostatečných souvislostech tak, aby případný čtenář pochopil jejich základní principy, způsoby vzniku, důsledky a možnosti korekce.

7. Příloha

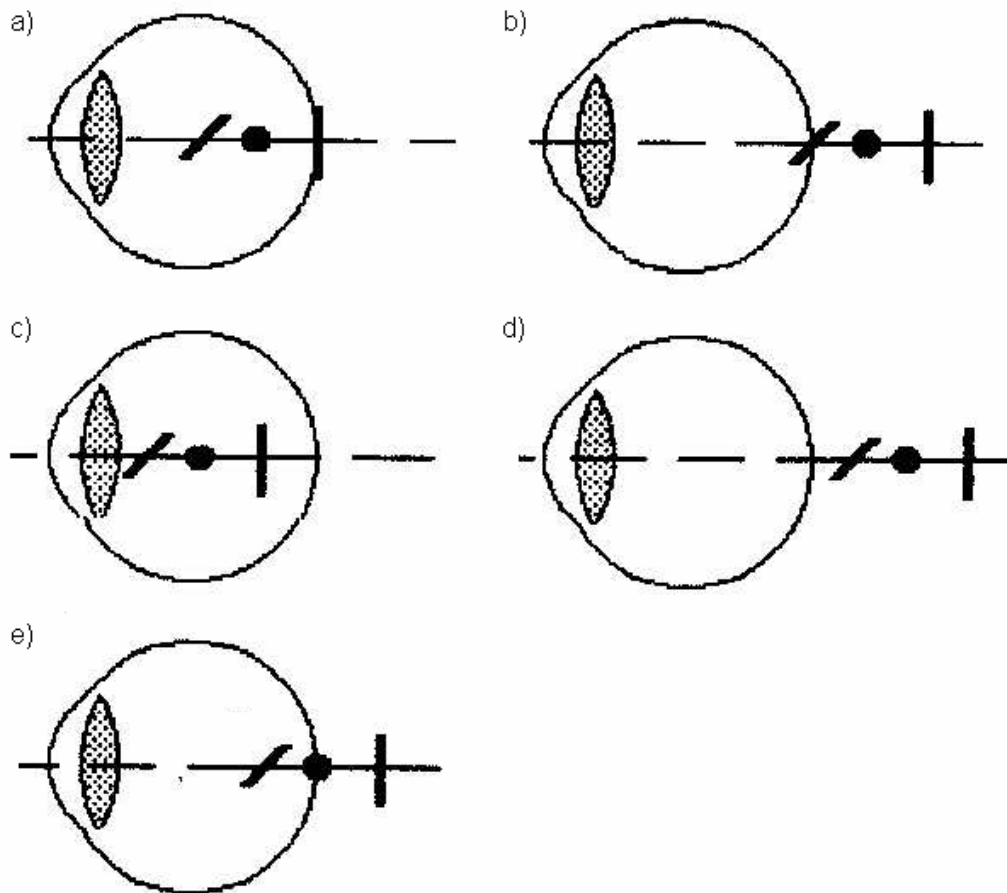


Obrázek 1.: Refrakční stavy oka (sférické).

- a) emetropické oko
- b) myopické oko
- c) hypermetropické oko

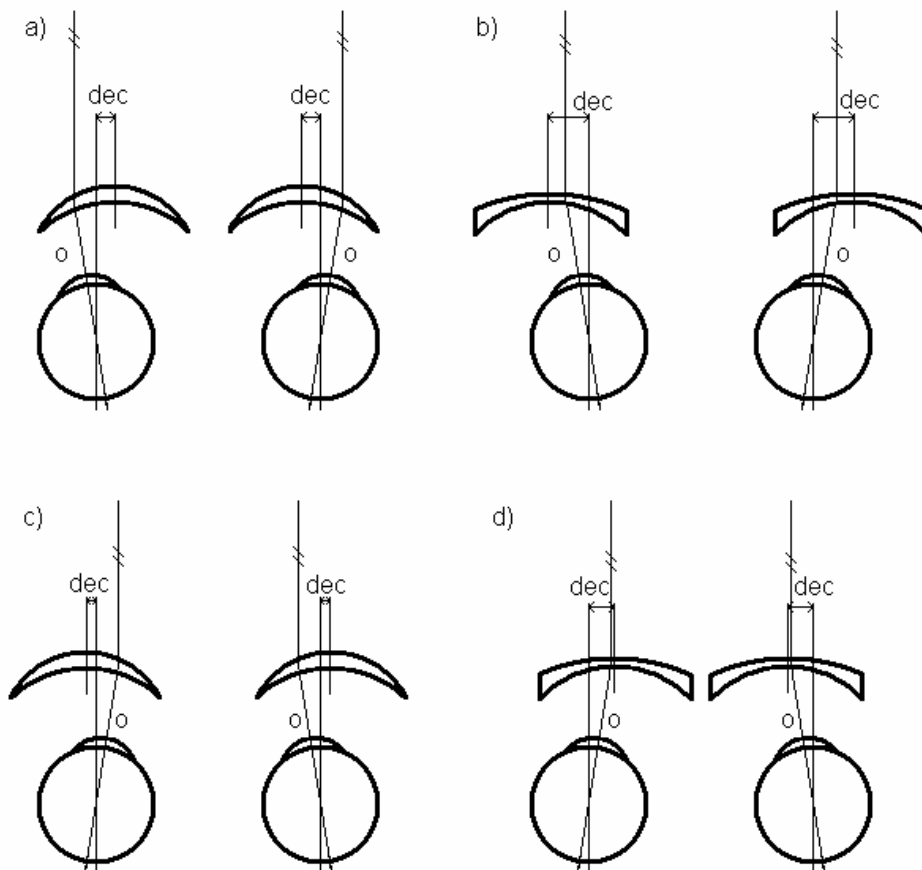
Vysvětlivky k obrázku 1:

1 = chod paprsků z nekonečna, 2, 3 = chod paprsků, vytvářejících ostrý sítnicový obraz u ametropického oka, o = optická osa, H = hlavní rovina oka (rozdíl mezi předmětovou a obrazovou je pro přehlednost zanedbáván), R = daleký bod oka, R' = obraz dalekého bodu oka na sítnici



Obrázek 2.: Rozložení fokál a kroužku nejmenšího rozptylu u astigmatického oka [17].

- a) astigmatizmus jednoduchý myopický
- b) astigmatizmus jednoduchý hypermetropický
- c) astigmatizmus složený myopický
- d) astigmatizmus složený hypermetropický
- e) astigmatizmus ryze smíšený

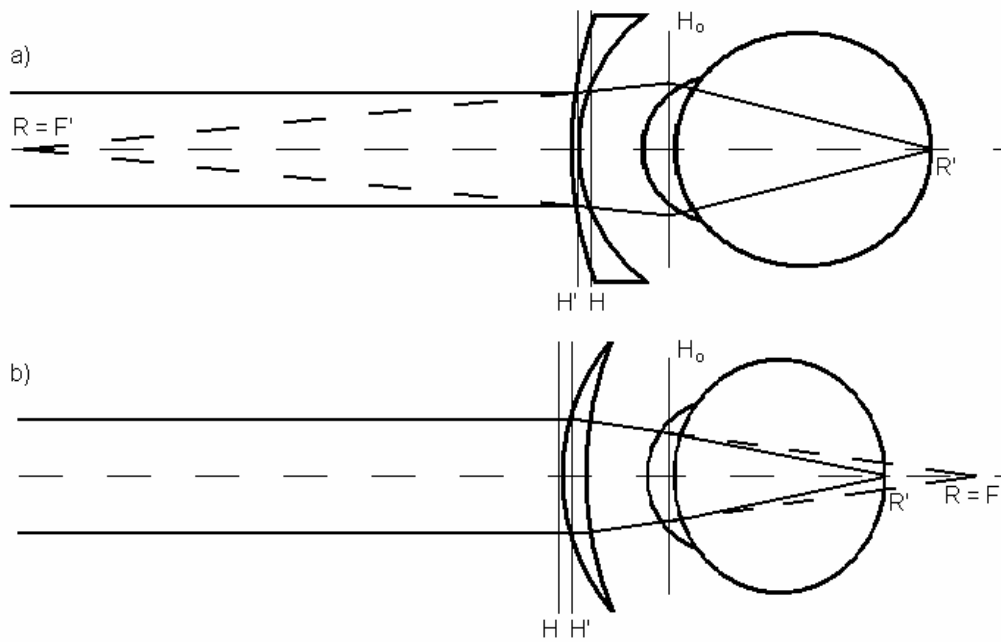


Obrázek 3.: Korekce heteroforií prizmatickou korekcí s využitím decentrace meniskových brýlových čoček.

- a) korekce exoforie spojkou bází dovnitř při současné hypermetropii
- b) korekce exoforie rozptylkou bází dovnitř při současné myopii
- c) korekce esoforie spojkou bází zevně při současné hypermetropii
- d) korekce esoforie rozptylkou bází zevně při současné myopii

Vysvětlivky k obrázku 3:

dec = decentrace optického středu vůči optické ose oka bez úchylky, o = osa vidění uchýleného oka



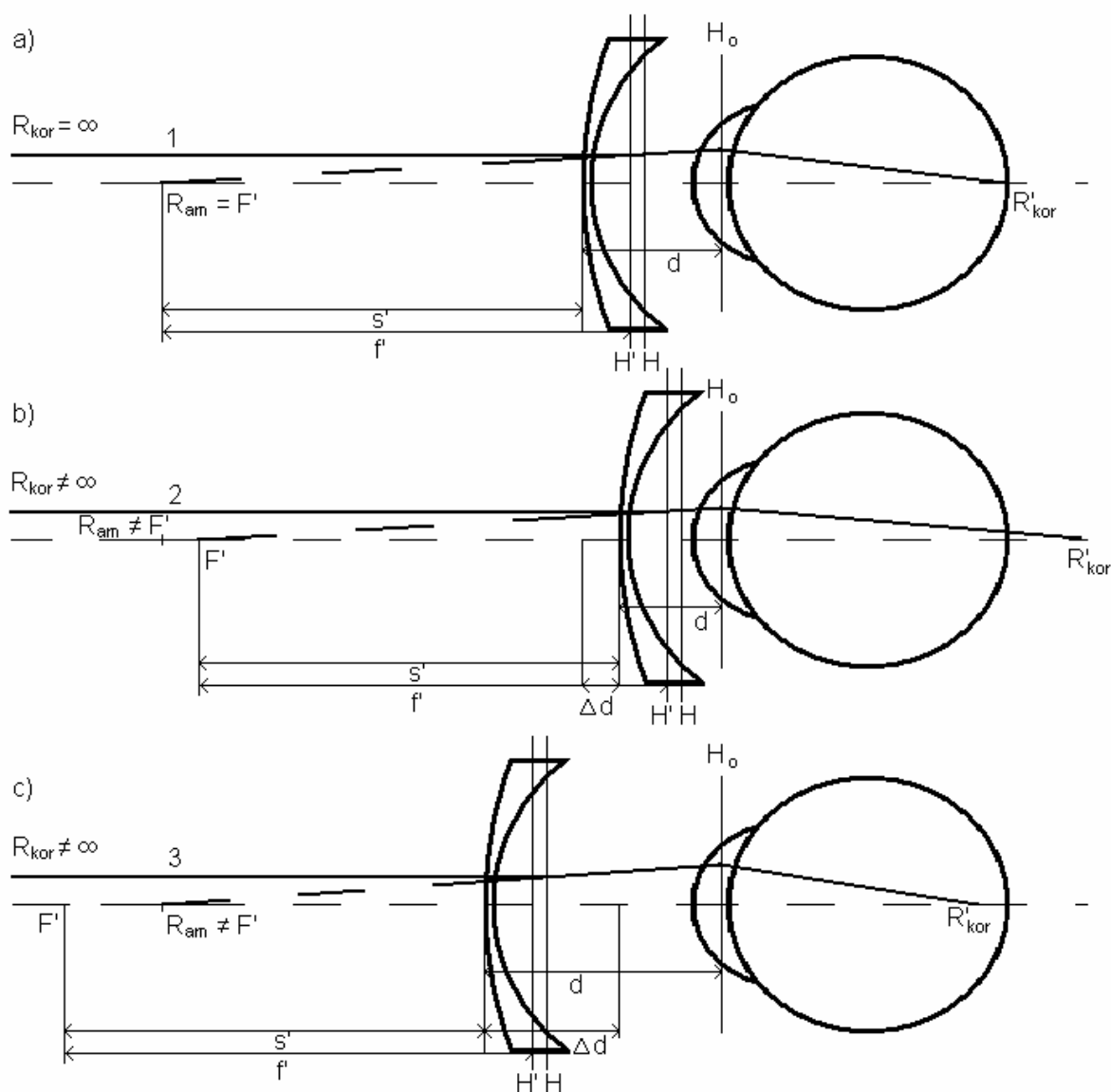
Obrázek 4.: Korekce sférických refrakčních vad.

a) myopie

b) hypermetropie

Vysvětlivky k obrázku 4:

H = předmětová hlavní rovina brýlové čočky, H' = obrazová hlavní rovina brýlové čočky, H_o = hlavní rovina oka (rozdíl mezi předmětovou a obrazovou rovinou oka je zanedbán), F' = obrazové ohnisko brýlové čočky, R = daleký bod ametropického oka, R' = obraz dalekého bodu oka

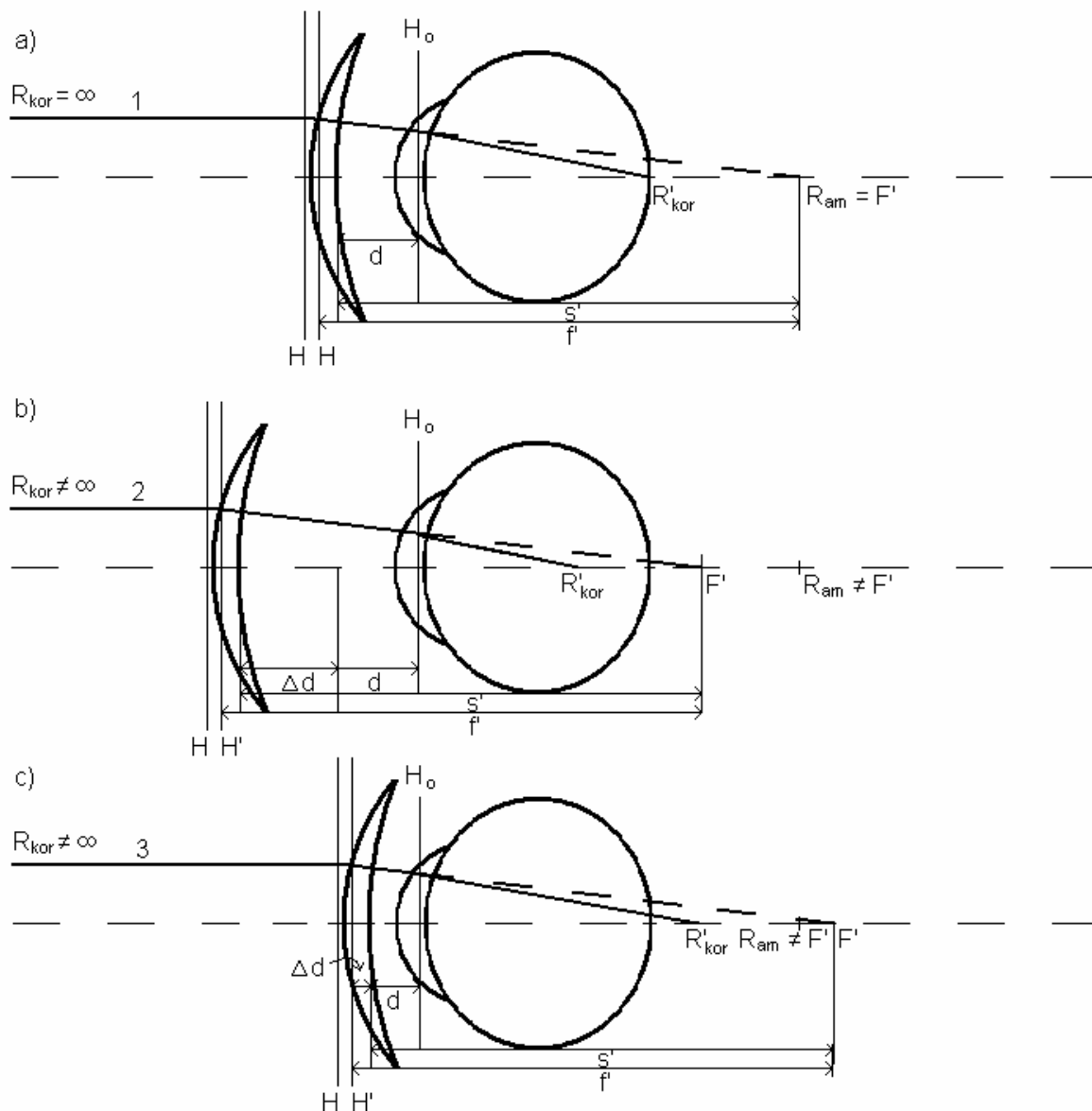


Obrázek 5.: Korekce stejného myopického oka stejnou rozptylnou čočkou v různých vzdálenostech od oka, její vliv na požadovanou hodnotu vrcholové lámavosti.

a) správně korigované myopické oko; obrazové ohnisko korekční čočky splývá s dalekým bodem oka

b) překorigovaná myopie; vlivem posuvu k oku by bylo zapotřebí čočky s větší ohniskovou vzdáleností k dosažení splynutí jejího F' s dalekým bodem oka

c) podkorigovaná myopie; vlivem posuvu korekční čočky od oka je ke splynutí obrazového ohniska s dalekým bodem oka třeba čočku s menší ohniskovou vzdáleností

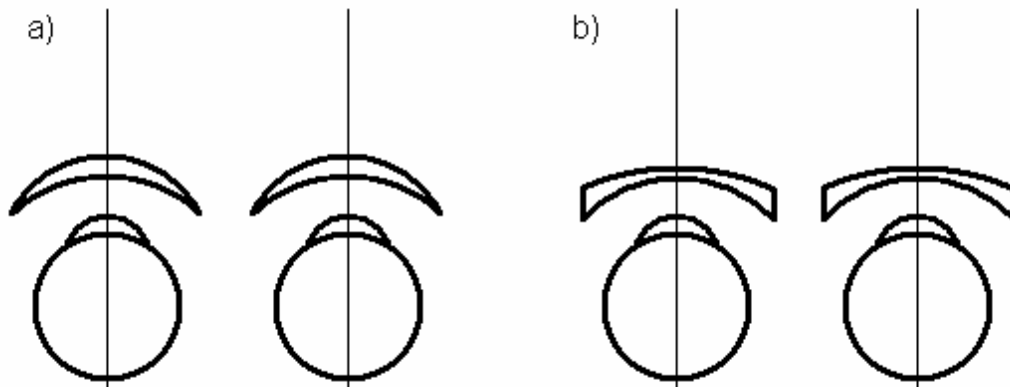


Obrázek 6.: Korekce stejného hypermetropického oka stejnou spojnou čočkou v různých vzdálenostech od oka, její vliv na požadovanou hodnotu vrcholové lámavosti.

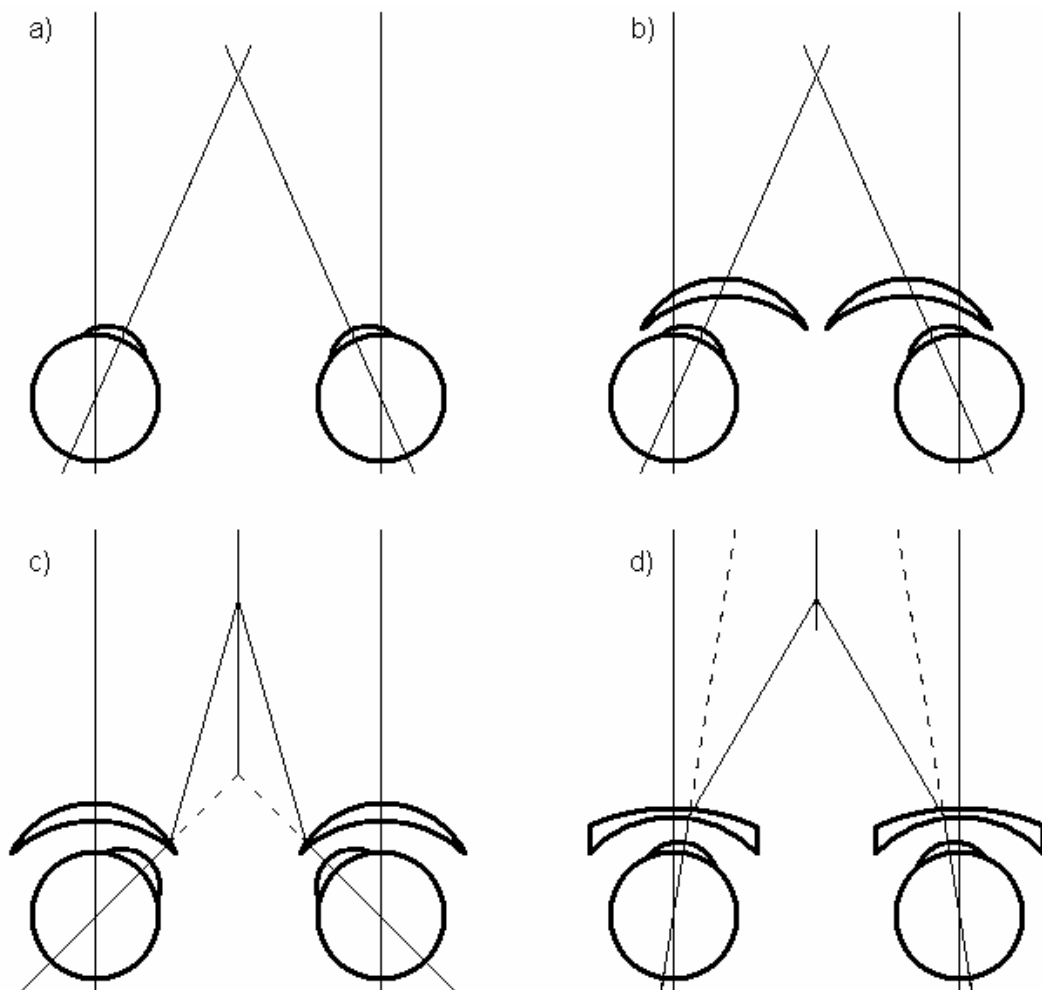
- a) správně korigované hypermetropické oko; obrazové ohnisko korekční čočky splývá s dalekým bodem oka
- b) překorigovaná hypermetropie; vlivem posuvu od oka je zapotřebí větší ohniskové vzdálenosti, aby se obrazové ohnisko čočky krylo s dalekým bodem
- c) podkorigovaná hypermetropie; vlivem posuvu spojky k oku je třeba její ohniskovou vzdálenost zmenšit, aby bylo dosaženo $F' = R$

Vysvětlivky k obrázkům 5 a 6:

H = předmětová hlavní rovina korekční čočky, H' = obrazová hlavní rovina korekční čočky, H_o = hlavní rovina oka (zanedbán rozdíl mezi předmětovou a obrazovou hlavní rovinou oka), R_{am} = daleký bod oka bez korekce, R_{kor} = daleký bod oka s korekcí, R'_{kor} = obraz dalekého bodu oka s korekcí, F' = obrazové ohnisko korekční čočky, f' = obrazová ohnisková vzdálenost korekční čočky, s' = sečná obrazová ohnisková vzdálenost korekční čočky, d = vzdálenost vrcholu korekční čočky od hlavní roviny oka, Δd = změna polohy korekční čočky vůči hlavní rovině oka, 1 = chod paprsků z nekonečna u správně korigovaného oka, 2 = chod paprsků z nekonečna u překorigovaného ametropického oka, 3 = chod paprsků z nekonečna u podkorigovaného ametropického oka

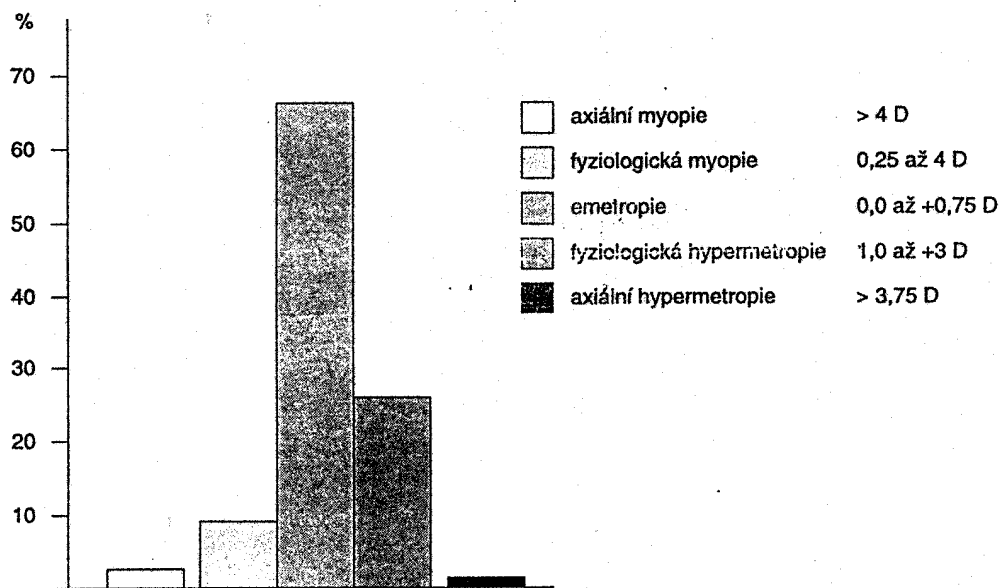


Obrázek 7.: Centrace brýlových čoček na dálku.

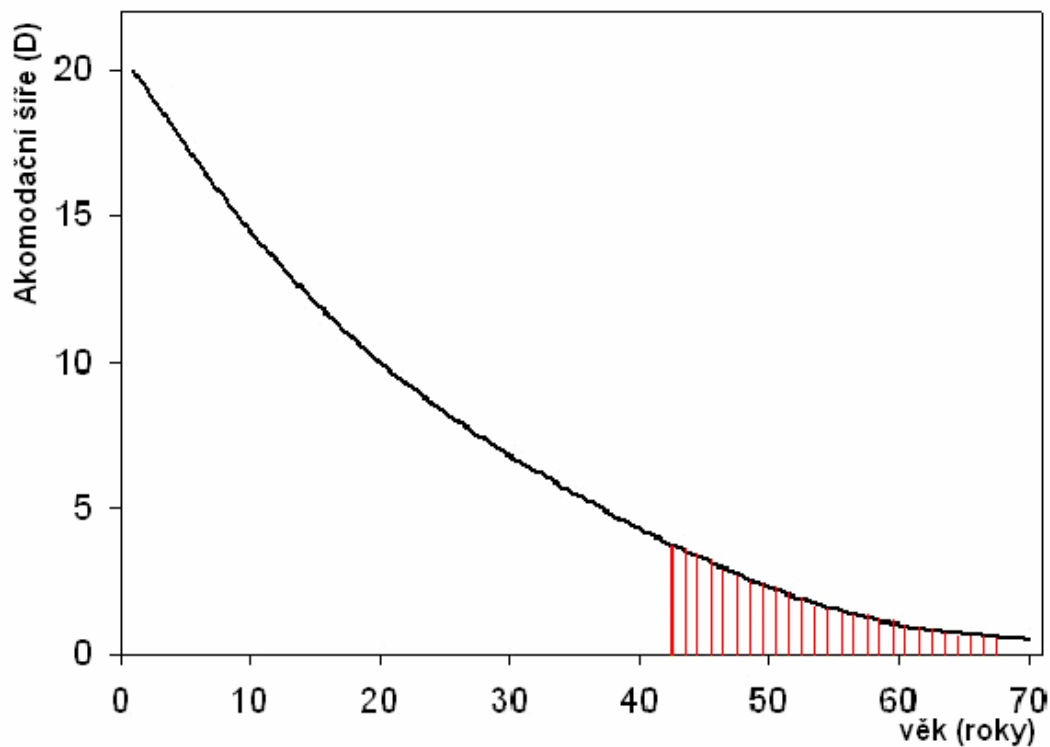


Obrázek 8.: Pohled a centrace brýlových čoček do blízka.

- a) pohled do blízka bez korekční pomůcky
- b) pohled do blízka přes brýlové čočky centrované dle PD do blízka dle požadavků vztažných bodů oka (zde spojné čočky, obdobně by byly decentrovány i rozptylné čočky)
- c) pohled do blízka přes spojné čočky, centrované dle PD do dálky podle požadavků otočných bodů očí; prizmatický efekt bází zevně vyžaduje zvýšené kladné konvergenční úsilí
- d) pohled do blízka přes rozptylné čočky, centrované dle PD do dálky podle požadavků otočných bodů očí; díky prizmatickému efektu bází dovnitř je zapotřebí nižšího konvergenčního úsilí



Graf 1.: Výskyt refrakčních vad v populaci [15]. Maximálních hodnot nabývá nízká hypermetropie +0,5 D [4].



Graf 2.: Dondersova křivka, ubývající akomodáční šíře s věkem, šrafovaná oblast představuje obvyklý presbyopický věk.

8. Seznam použité literatury

- [1] RIEBEL, O.: *Vybrané kapitoly z oftalmologie*. 2. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1980. 217 s.
- [2] KEPRT, E.: *Teorie optických přístrojů III. : Oko a jeho korekce*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1966. 268 s.
- [3] POLÁŠEK, J. a kol.: *Technický sborník oční optiky*. Praha : Nakladatelství technické literatury. 1974. 580 s.
- [4] ANTON, M.: *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3. vyd. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. 96 s. ISBN 80-7013-402-X.
- [5] COBB, S. R.: One a possible explanation as to why most people have small refractive errors. *Medical hypothesis*, 1993, 41, p. 134 – 136.
- [6] ANTON, M.: Vývoj refrakce oka. *Česká oční optika*. 2005, roč. 46, č. 2, str. 10.
- [7] DIEPES, H.: *Refraktionsbestimmung*. Pforzheim : Verlag Bode GmbH & Co., 1988. 510 S.
- [8] ANTON, M.: Hrozba zvýšení počtu myopií. *Česká oční optika*. Únor 2004, roč. 45, č. 1, str. 47.
- [9] ANTON, M.: Myopie. *Česká oční optika*. Únor 2006, roč. 47, č. 1, str. 18 – 20.
- [10] ANTON, M.: *Základy refrakce*. 3. vyd. Brno : Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1976. 87 s.
- [11] ANTON, M.: Nefyziologické změny refrakce. *Česká oční optika*. Březen 1999, roč. 40, č. 1, str. 8 – 9.
- [12] SACHSENWEGER, R., MÜTZE, K.: *Oftalmologická optika a nauka o brýlích*. 1. vyd. Praha : Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n. p., 1979. 400 s.
- [13] RIEBEL, O.: *Nauka o zraku*. 1. vyd. Brno : Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1977. 215 s.
- [14] ANTON, M.: Hypermetropie. *Česká oční optika*. 2005, roč. 46, č. 4, str. 12–13.

- [15] AUTRATA, R., VANČUROVÁ, J.: *Nauka o zraku*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2002. 226 s.
- [16] ANTON, M.: Astigmatismus. *Česká oční optika*. Červen 2006, roč. 47, č. 2, str. 16 – 17.
- [17] BAŠTECKÝ, R.: Základy refrakce : Metoda zkříženého cylindru. *Česká oční optika*. 1996, roč. 37, č. 4, str. 97 – 99.
- [18] ANTON, M.: Příspěvek ke korekci astigmatizmu. *Česká oční optika*. Září 1999, roč. 40, č. 3, str. 6 – 8.
- [19] ANTON, M.: Problematika anizometropie. *Česká oční optika*. 2006, roč. 47, č. 3, str. 16 – 19.
- [20] POLÁŠEK, J.: Možnosti korekce anizeikonie brýlovými a kontaktními čočkami. *Československá oční optika*. 1991, roč. 32, č. 2, str. 20 – 26.
- [21] KVAPILÍKOVÁ, K.: *Anatomie a embryologie oka*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000. 206 s. ISBN 80-7013-313-9.
- [22] ČECH, S., HORKÝ, D.: *Histologie a mikroskopická anatomie pro bakaláře*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2004. 138 s. ISBN 80-210-3513-7.
- [23] DOSTÁLEK, M.: *Binokulární vidění : motorická složka binokularity*. Brno. 9. 3. 2006, Přednáška LF MU.
- [24] OLLÁH, Z.: Zmeny oka a jeho funkcií v súvislosti so starnutím. *Optotyp*. 1995, č. 1, str. 12 – 13.
- [25] ANTON, M.: Problematika presbyopie. *Česká oční optika*. Červen 2003, roč. 44, č. 2, str. 38 – 39.
- [26] HROMÁDKOVÁ, L.: *Šilhání*. 2. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 1995. 163 s. ISBN 80-7013-207-8.
- [27] HRYNCHAK, P.: Prescribing spectacles: reasons for failure of spectacle lens acceptance. *Ophthalmic and Physiological Optics*. January 2006, vol. 26, issue 1, p. 111.
- [28] KRÍŽEK, M.: Zraková korekce do dálky a do blízka. *Česká oční optika*. Listopad 1996, roč. 37, č. 4, str. 82 – 84.

- [29] Katalog produktů CMI medical technologies [online], Dostupné z: <http://www.cmi.sk/cz/aktivita_dodavatel_produkty_produkty_detail.php?id_aktivita=1&id_produkty=140&id_dodavatel=20>.
- [30] SUDER, M.: *Subjektivní monokulární refrakce*. Praha. 16. 12. 2006, Seminář Carl Zeiss.
- [31] ANTON, M., HOLOUŠOVÁ, M.: Autorefraktory a korekce refrakčních vad. *Česká oční optika*. Listopad 1997, roč. 38, č. 4, str. 135.
- [32] RUTRLE, M.: *Přístrojová optika*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000. 189 s. ISBN 80-7013-301-5.
- [33] ANTON, M.: Subjektivní refrakce očních vad : 2. část. *Česká oční optika*. 2005, roč. 46, č. 3, str. 10 – 11.
- [34] KVAPILÍKOVÁ, K.: Vidění ve stáří. *Česká oční optika*. 1998, roč. 39, č. 2/3, str. 47 – 48.
- [35] OLÁH, Z.: Okuliare? Áno, ale správně!. *Optotyp*. 1993, č. 1, str. 22 – 26.
- [36] NAJMAN, L.: Korekční podmínka očních refrakčních vad. *Česká oční optika*. Prosinec 2004, roč. 45, č. 4, str. 24 – 25.
- [37] MOTSCH, S., MÜHLENDYCK, H.: Differenzierung zwischen Legasthenie und okulär bedingten Lesestörungen. *Der Ophthalmologe*. 7/2001. S. 660–664.
- [38] ANTON, M.: Malé refrakční vady. *Česká oční optika*. Červen 1999, roč. 40, č. 2, str. 6 – 7.
- [39] PETROVÁ, S.: *Základy aplikace kontaktních čoček*. 1. vyd. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. 165 s. ISBN 80-7013-399-6.
- [40] SZALO, M., BAŠTECKÝ, R.: Centrování brýlových čoček do blízka dle otočných bodů oka. *Lexikon oční optiky*. Příloha České oční optiky 3/2001.
- [41] SZARVAS, D., BAŠTECKÝ, R.: Problematika progresivních brýlových čoček. *Lexikon oční optiky*. Příloha České oční optiky 3/2001.