

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

Moderní metody centrace brýlových čoček

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Mgr. Martina Krejčířová, DiS.

Obor: 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok: 2021/2022

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Olomouci 2.5.2022

.....

Mgr. Martina Krejčířová, DiS.

Poděkování

Tímto děkuji mému vedoucímu práce panu RNDr. Jaroslavu Wagnerovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, cenné rady a vstřícný přístup.

Tato práce byla podpořena projekty IGA PřF UP v Olomouci č. IGA_PrF_2021_012 a IGA_PrF_2022_010.

Obsah

ÚVOD	5
1. STANOVENÍ REFRAKCE	6
1.1. KOREKCE HYPERMETROPIE	7
1.2. KOREKCE MYOPIE	8
1.3. KOREKCE ASTIGMATISMU	9
1.4. PRESBYOPICKÁ KOREKCE	9
2. ÚVOD DO CENTRACE BRÝLOVÝCH ČOČEK	11
2.1. PŘEHLED ZÁKLADNÍCH POJMŮ PŘI CENTROVÁNÍ BRÝLOVÝCH ČOČEK	11
2.2. VÝBĚR A ANATOMICKÁ ÚPRAVA BRÝLOVÝCH OBRUB	14
2.3. SPRÁVNÉ UMÍSTĚNÍ VZTAŽNÉHO BODU	16
3. ZPŮSOBY CENTRACE	18
3.1. CENTRACE NA STŘED OTÁČENÍ OKA	18
3.2. CENTRACE NA PŘIROZENÝ POHLED	18
3.3. CENTRACE BIFOKÁLNÍCH ČOČEK	19
3.4. CENTRACE PROGRESIVNÍCH ČOČEK	19
3.5. PARAMETRY NORMOHLAVY	20
4. TRADIČNÍ METODY MĚŘENÍ PD	22
4.1. ZAKRESLENÍ PD NA DEMOFOLIE	22
4.2. MĚŘENÍ PD MĚŘÍTKEM	22
4.3. MĚŘENÍ PUPILOMETREM	23
5. MODERNÍ METODY MĚŘENÍ PD A DALŠÍCH PARAMETRŮ	25
5.1. CENTRAČNÍ VĚŽ VISIOFFICE 3 OD FIRMY ESSILOR	25
5.2. CENTRAČNÍ VĚŽ OD FIRMY RODENSTOCK IMPRESSIONIST	29
5.3. CENTRAČNÍ ZRCADLO VISUREAL MASTER OD FIRMY HOYA	31
5.4. CENTRAČNÍ VĚŽ OD FIRMY ZEISS	33
6. DŮSLEDKY CHYBNÉ CENTRACE	35
6.1. NAVOZENÝ KLÍNOVÝ ÚČINEK DECENTRACÍ	35
6.2. INDUKOVANÝ ASTIGMATISMUS	37
6.3. ASTIGMATISMUS ŠIKMÝCH PAPERKŮ	37
7. TOLERANCE PRO CENTRACI BRÝLOVÝCH ČOČEK	38
ZÁVĚR	40
LITERATURA:	41

Úvod

Doba se modernizuje a svět optiky a optometrie udělal za posledních pár let opravdu velký skok kupředu. Stejně tak, jako i v jiných oborech, se i v optice a optometrii klade čím dál větší důraz na zhotovování co možná nejvíce individualizované korekční pomůcky, která bude dokonale přizpůsobená nárokům a potřebám daného klienta a poskytne mu perfektní vidění na všechny vzdálenosti. Takto zhotovená korekční pomůcka musí být zhotovena nejen na základě správně a přesně stanovené refrakce, ale i na základě přesné a správné centrace brýlových čoček. A právě způsoby centrace brýlových čoček a moderní možnosti, jak se tyto data dají získat, bude hlavním cílem této práce.

Centrování brýlových čoček však předchází kromě přesného stanovení refrakce také správný výběr a následná anatomická úprava brýlové obruby, aby bylo docíleno komfortního a estetického posazení brýlí na hlavě klienta. Anatomická úprava brýlové obruby musí být provedena před centrací čoček a bude jí v bakalářské práci věnována samostatná podkapitola.

Centrace čoček dnes již neznamena jen měření základních dvou centračních hodnot, kterými jsou rozteč zornic a výška, které můžeme u zákazníka změřit tradičními metodami ručního měření, které budou v práci rovněž uvedeny, ale i měření dalších individuálních parametrů, které v individuálně zhotovených brýlových čočkách přinesou klientovi ostřejší, pohodlnější vidění s větším zorným polem a minimalizují další navozené aberace. Při zhotovování individuálních progresivních čoček nebo výrobních jednoohniskových brýlových čoček se pak tedy nevychází z průměrných hodnot tzv. normohlavy, ale z anatomických parametrů konkrétního klienta a jeho vybrané brýlové obruby.

Pro získání těchto dat existují na trhu různé kamerové centrační systémy, které zajistí přesné a rychlé změření potřebných parametrů. V bakalářské práci jsou uvedeny zaměřovací centrační systémy od renomovaných firem, které se na trhu v současnosti vyskytují a je popsáno, jakým způsobem fungují, jaké parametry měří a co je odlišuje. V bakalářské práci nebudou chybět ani důsledky chybné centrace a tolerované odchylky a normy pro zhotovování brýlové korekční pomůcky.

1. Stanovení refrakce

Refrakcí oka rozumíme poměr mezi předozadní (axiální) délkou oka a optickou mohutností lomivých prostředí, kam patří rohovka, oční čočka, komorová tekutina a sklivec. [1]

Všeobecně refrakcí rozumíme lámání paprsku na rozhraní dvou různých prostředí. Takové rozhraní pak nazýváme refrakční povrch. Když světlo prochází jedním sférickým refrakčním povrchem, který má daný poloměr r a rozděluje prostředí o refrakčním indexu n_1 od dalšího prostředí o refrakčním indexu n_2 pak je optická mohutnost D vyjádřená následujícím vzorcem:

$$D = (n_1 - n_2) / r$$

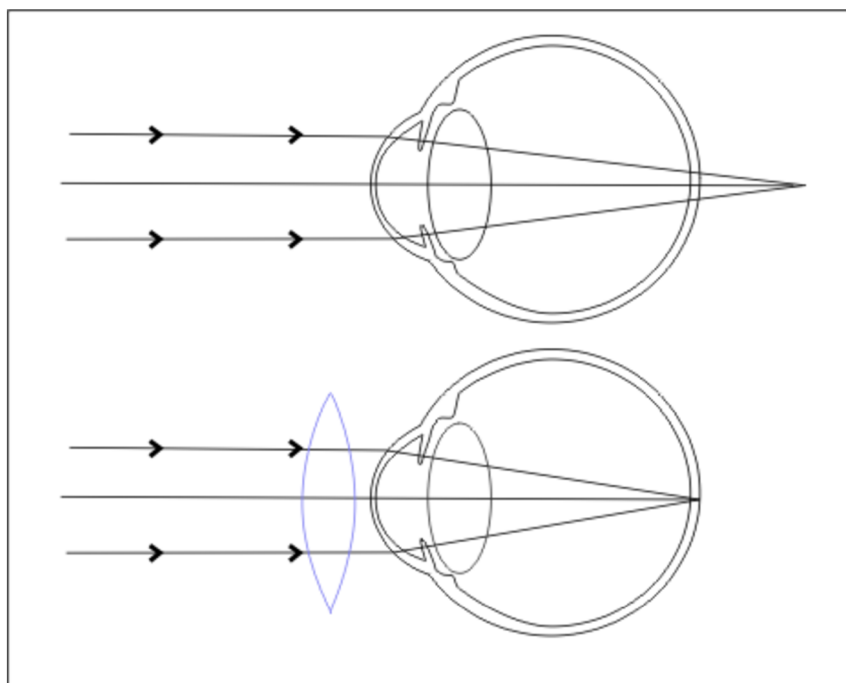
Z tohoto vzorce vyplývá, že optická mohutnost závisí jak na refrakčních indexech obou daných prostředí, tak i na zakřivení refrakčního povrchu, který je mezi nimi. [1]

Ideální stav v oku, kdy je délka oka, zakřivení lomivých prostředí a jejich optická mohutnost v naprosté rovnováze nazýváme emetropie. Opakem je ametropie, což znamená, že má oko nějakou refrakční vadu. Její příčinou může být menší či větší předozadní délka oka, kdy změna v osové délce o 1 mm způsobí změnu refrakce o 3 dioptrie. Jde o tzv. axiální ametropii. Další příčinou může být jiné zakřivení rohovky nebo čočky. V takovém případě se jedná o poruchu lomivosti optických prostředí. Méně se vyskytují refrakční vady z důvodu změny indexu lomu, například u počínající nukleární katarakty nebo změnou indexu čočky u diabetiků, pak se jedná o indexovou ametropii. [2]

Protože oko není dokonalým sférickým útvarem a není dokonale vycentrované, rozlišujeme v oku několik os, z nichž nejdůležitější je osa optická procházející přes střed čočky na sítnici do obrazového ohniska a osa vidění (uzlová osa) procházející uzlovými body do žluté skvrny. Dále je možno se setkat s pojmem zřetivá osa vedoucí přes vstupní a výstupní pupilu také do žluté skvrny.

1.1. Korekce hypermetropie

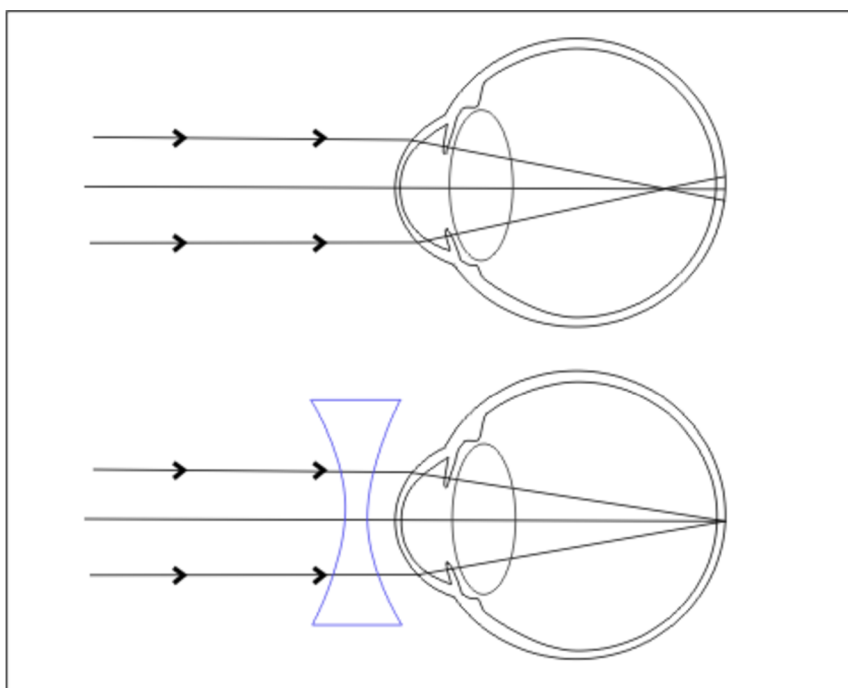
Hypermetropie nebo česky dalekozrakost je refrakční vada, při které se rovnoběžné paprsky přicházející do oka sbíhají v ohnisku za sítnicí. Oko je většinou menší, přední komora mělčí, protože růst čočky zužuje přední komoru a vznikají tak predispozice pro glaukom s uzavřeným úhlem. Hypermetropie se koriguje spojnými čočkami viz Obrázek č. 1: Dalekozrakost [4] a vždy je třeba korigovat tuto vadu nejsilnější plusovou čočkou, se kterou hypermetrop vidí ostře, aby došlo k úplnému uvolnění akomodace. Člověk je schopen, si část této vady vykorigovat sám, kdy se zvětší optická mohutnost oka tak, aby paprsky dopadly na sítnici. Pak ale často dochází k přetěžování očního aparátu a důsledkem jsou tzv. astenopické potíže. Jde o pálení nebo slzení očí, bolesti hlavy či rozmazané vidění. Část vady, kterou je oční aparát ještě schopen takto sám vykorigovat se pak nazývá latentní hypermetropie. Ta část, kterou odstraníme korekční čočkou se nazývá manifestní hypermetropie. Abychom mohli zjistit celkovou hodnotu hypermetropie, především pak u dětí, které mají velmi silnou schopnost akomodace, je nutné atropinem akomodaci vyřadit. Následně naměřenou hodnotu nazýváme totální hypermetropií. [2]



Obrázek č. 1: Dalekozrakost [4]

1.2. Korekce myopie

Myopie neboli krátkozrakost je stav v oku, kdy se rovnoběžné paprsky, které přichází do oka, sbíhají do ohniska před sítnicí. Korigujeme minusovou čočkou viz Obrázek č. 2: Krátkozrakost [4]. Myopie vzniká nejčastěji jako důsledek větší předozadní délky oka. Myopické oko bývá větší s hlubší přední komorou a atrofickým ciliárním svalem. Myopové mají mlhavé vidění do dálky a pomáhají si mhouřením očí, tzv. stenopeickým viděním, vidět lépe. Pravidlo říká, že myopii korigujeme pomocí nejslabší rozptylky, se kterou vidí klient ostře. Pokud by došlo k překorigování vady, navodili bychom obdobný stav, jako je hypermetropie a dotyčný by musel akomodovat, což je nežádoucí stav. Myopii rozdělujeme na lehkou (do -3 D), střední (-3 D až -6 D) a těžkou (nad -6 D). V případech nízké a střední myopie korigujeme klienta plně. V případě vysoké myopie nebývá plná korekce snášena, řešením bývá kompromis mezi subjektivním vnímáním a zmenšení obrazu.[2]



Obrázek č. 2: Krátkozrakost [4]

1.3. Korekce astigmatismu

V předchozích dvou případech hypermetropie a myopie se jednalo o sférické vady. Optický systém oka má v takových případech ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost. U astigmatismu se však optická mohutnost v jednotlivých meridiánech liší. Nejčastěji se můžeme setkat s rohovkovým astigmatismem, kdy je fyziologicky vertikální astigmatismus až o 0,5 D větší než horizontální, a to díky tlaku víček na oko. Astigmatismus vyššího stupně bývá vrozený, ale ke změnám na rohovce dochází během života například po úrazech, očních operacích nebo po prodělaném očním zánětu případně opakujících se zánětech. K astigmatismu může dojít také subluxací čočky, vlivem decentrování čočky nebo se s ním můžeme setkat u počínajícího šedého zákalu, kdy se mění index lomu čočky a dochází tak k indexovému astigmatismu. Korekci astigmatismu je třeba řešit individuálním přístupem ke klientovi a vyzkoušet binokulární snášlivost. U korekci vyššího astigmatismu vzniká nestejná velikost obrazu – meridionální aniseikonie, která bývá obvykle lépe snášena v horizontálním nebo vertikálním směru, naopak hůře snášena v šikmých osách. U dětí korigujeme astigmatismus plnou cylindrickou korekcí, u dospělých bychom měli zohlednit dosavadní brýlovou korekci, na kterou byl klient zvyklý. U vyšších cylindrických hodnot je možné zvyšovat korekci postupně. [1] [2]

1.4. Presbyopická korekce

Presbyopie, jinak označovaná jako vetchozrakost je stav, kdy se snižuje schopnost oka zaostřovat (akomodovat) na blízké předměty, vlivem stárnutí čočky v oku, poklesem její elasticity, ale i stárnutím dalších tkání v oku. V ciliárním svalu ubývají svalová vlákna a zvětšuje se množství vaziva. Dále narůstá velikost pouzdra čočky a tloušťka čočky se postupně 1,5krát zvětší. Presbyopie je nezávislá na refrakční vadě, liší se však její projevy. U hypermetropa se potíže objevují zpravidla dříve, naopak u myopa později. Po čtyřicátém roku života se blízký bod emetropa posouvá dále, zvětšuje se pracovní vzdálenost a mohou se objevovat astenopické potíže. Aby bylo vidění komfortní a pohodlné, je třeba mít nějakou akomodační rezervu a alespoň 1/3 akomodační šíře by měla být nevyužita. Správná korekce presbyopie by v ideálním případě při práci do blízka měla zachovávat polovinu akomodační šíře jako rezervu. Presbyopie se koriguje tzv. adicí (zkratka ADD) neboli přídavkem do blízka, který se přidává ke stávající korekci do dálky. Hodnota adice je vždy kladná a má na ni vliv pracovní

vzdálenost i věk klienta. Pokud není stanoveno jinak, bere se jako konvenční čtecí vzdálenost, na kterou je adice vyměřována, 40 cm. [2], [4]

2. Úvod do centrace brýlových čoček

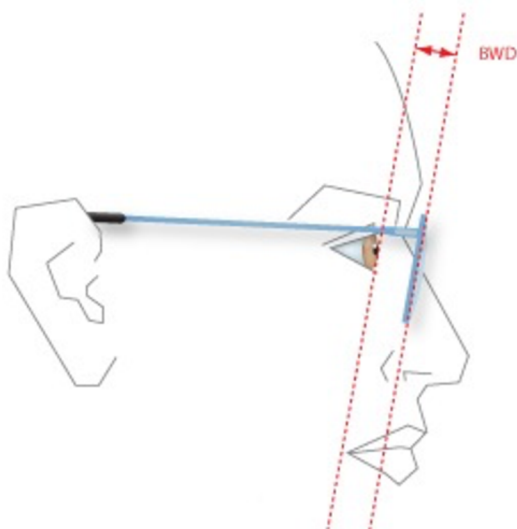
V následující kapitole budou podrobně vysvětleny pojmy vztahující se k centraci brýlových čoček, které jsou potřebné pro zhotovení nejen individuální brýlové korekční pomůcky. Bude popsán správný výběr brýlové obruby a co jím všechno můžeme ovlivnit i podmínky pro správné umístění vztažného bodu.

2.1. Přehled základních pojmů při centrování brýlových čoček

Centrace – jde o stanovení vztažných bodů (optických středů) pravého a levého oka při zhotovování nové brýlové korekce, ve kterých budou obsaženy všechny požadované účinky – jak sférický, tak torický i prizmatický. Současně pojem centrace znamená vyměření dalších důležitých parametrů ke zhotovení brýlové korekce, které jsou jmenovány níže. [6] [7]

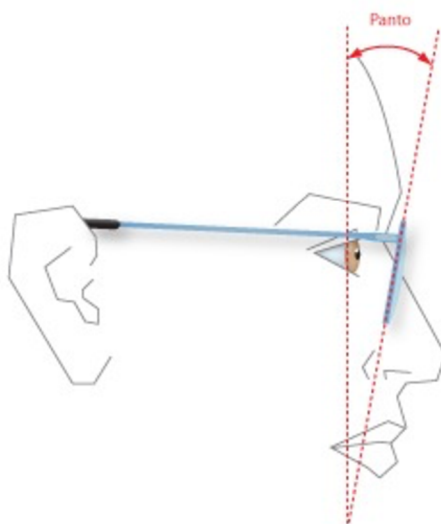
PD – zkratka PD neboli pupilární distance, jinak řečeno rozteč zornic, je vzdálenost od středu jedné zornice po střed druhé zornice měřené v milimetrech. Při použití kamerových zaměřovacích systémů nebo pupilometru se často setkáme s měřením PD ne na střed zornice ale na rohokový reflex, který je vyvolán zdrojem světla. Před každým zhotovením brýlí musí být tento základní parametr získán a je možné jej změřit různými metodami. [4]

BVD – zkratka back vertex distance neboli vzdálenost od vrcholu rohovky po zadní plochu brýlové čočky. Pokud není u vyšších dioptrií (nad 4 D) stejná BVD vzdálenost ve zkušební obrubě a následně ve vybrané brýlové obrubě, pak bychom správně měli hodnotu brýlové korekce danou optometristou nebo lékařem buď přepočítat nebo klientovi doporučit individuálně zhotovenou brýlovou čočku, ve které bude tento přepočet zahrnut. Běžná vzdálenost BVD je 12-14 mm, může být však i větší nebo menší. Závisí to na anatomických vlastnostech obličeje klienta i vybraném typu obruby a způsobu nošení brýlí. [9]



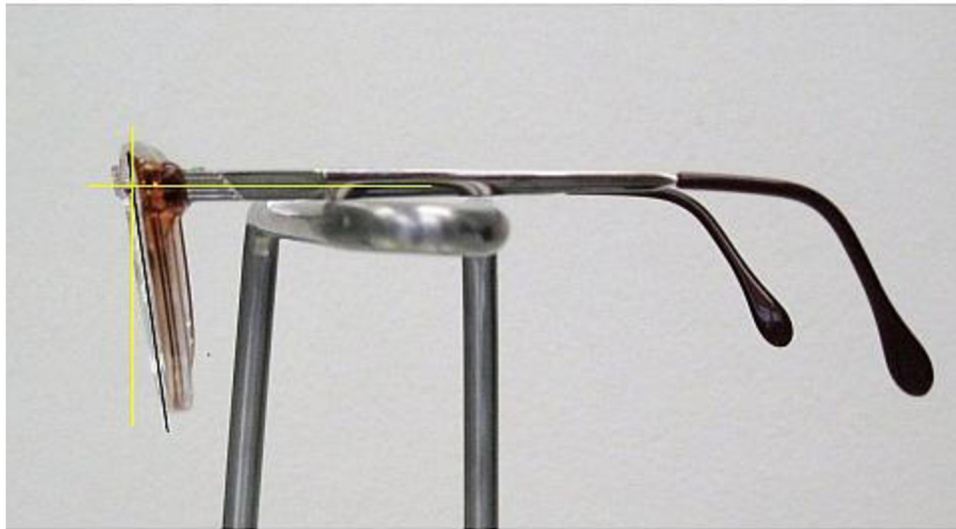
Obrázek č. 3: Vzdálenost rohovky od zadní plochy brýlové čočky. [8]

Pantoskopický úhel – jde o úhel, který leží mezi svislou kolmicí a rovinou očnice. Bývá značen PA. Jde o úhel sklonu očnice, který se měří při nasazené obrubě na hlavě klienta při pohledu z boku. Často bývá zaměňován i v katalogích brýlových čoček s termínem inklinace. Pro zjednodušení názvosloví lze tyto dva pojmy považovat za totožné i když znamenají trochu něco jiného. [10]



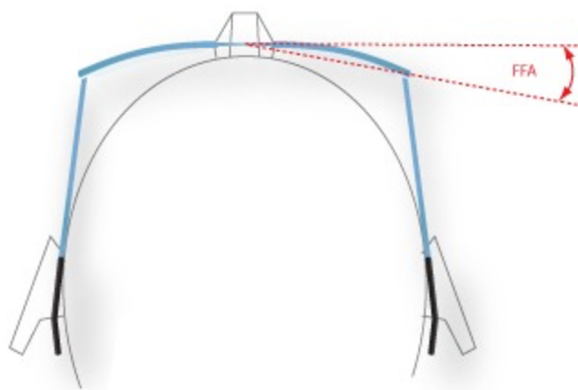
Obrázek č. 4: Pantoskopický úhel [8]

Inklinační úhel – krátce inklinace, označováno také jako nošená inklinace je naklonění brýlového středu vůči oku a najdeme ho mezi rovinou očnice a svislou rovinou při přirozeném postoji těla a hlavy klienta, který stojí. Inklinace však znamená především technický údaj o obrubě. „*Udává úhel, o který je rovina očnice konstrukčně odkloněna od pravoúhlé polohy vůči ose stranice.*“ [11] Viz Obrázek č. 5. Úhel inklinace obruby má vliv na umístění náklonu brýlových čoček na obličej klienta. [9]



Obrázek č. 5: „*Úhel inklinace obruby α – tj. úhel mezi černou a žlutou vodorovnou čarou; osu stranice představuje žlutá vodorovná čára, rovinu očnice tvoří černá svislá čára, rovinu kolmou k ose stranice představuje žlutá svislá čára*“ [11]

Wrap úhel – neboli úhel prohnutí brýlového středu je prohnutí brýlových čoček v nosníku, které může při nevhodném vodorovném nastavení způsobovat podobné potíže s astigmatismem šikmých paprsků v souvislosti s rozostřeným viděním, které se stejně tak projevují i při nevhodném svislém naklonění brýlových čoček. I v tomto vodorovném směru totiž platí pravidlo bodového zobrazování a špatné prohnutí brýlového středu tuto podmínku nespĺňuje. Nejvíce se tato chyba projevuje u asférických nebo atorických čoček. Průměrné zakřivení brýlového středu bývá 5-8°. Lze jej změřit různými ručními příkládacími měřítky nebo lépe a přesněji na kamerových centračních systémech až po anatomické úpravě obruby a její nasazení na obličej klienta. Pružný nosník totiž umožňuje po nasazení obruby zmenšení tohoto úhlu, je proto lepší ho měřit přímo na obličej klienta. [12]



Obrázek č. 6: Úhel prohnutí brýlového středu [8]

2.2. Výběr a anatomická úprava brýlových obrub

Při výběru brýlové obruby by měl optik nebo optometrista vést klienta k vhodným typům a tvarům brýlových obrub tak, aby v konečném důsledku vypadaly brýle esteticky a zároveň byly funkční. Pro vysoké ať už plusové nebo minusové hodnoty nejsou vhodné příliš velké tvary očí ještě v případě, pokud má navíc klient malé PD. U plusových čoček pak totiž zbytečně dochází k narůstání středové tloušťky brýlových čoček v důsledku použití většího průměru čočky. V takovém případě je velice vhodná tzv. optimalizace brýlových čoček, která se dá použít na výrobní nikoliv skladové brýlové čočky. Každý výrobce má tuto optimalizaci středové tloušťky v katalogu brýlových čoček označenou jinak. Firma Essilor má funkci Precal, firma Hoya má funkci METS, firma Rodenstock má funkci MDM a firma Zeiss má funkci Optima. Tato optimalizace účinně minimalizuje tloušťku brýlových čoček ve vztahu ke konkrétnímu tvaru brýlové obruby a centračním parametrům. Výsledné čočky jsou pak estetičtější, tenčí a také lehčí. Vyšší plusové čočky také není vždy vhodné dávat do vázaných obrub, kde pak často zbytečně narůstá jejich okrajová tloušťka kvůli drážce na silon nebo dokonce ještě širší drážce na drát a tím automaticky dojde i ke zvětšení i středové tloušťky, což není žádoucí. [13] [14] [15] [10]

Správné přizpůsobení brýlové obruby před samotnou centrací je nezbytným krokem, který musí být proveden jako první a měli bychom mu věnovat zvýšenou pozornost. Až následně mohou být čočky správně nacentrovány. V opačném případě bychom mohli centraci rozhodit právě dodatečným přizpůsobováním brýlové obruby. [13]

Předpokládejme, že byla vybrána obruba, která splňuje anatomické, optické i estetické vlastnosti a je vhodná pro zábrus brýlových čoček. Taková obruba by se v ideálním případě měla dotýkat obličeje pouze nosníkem na nose a stranicemi za ušima. Neměla by ležet na zákazníkovi na tvářích a nesmí způsobovat otlaky na spáncích. Při dlouhodobém nošení bychom totiž mohli zákazníkovi způsobit velice nepříjemné bolesti hlavy. Vybranou obrubu je pak nutné anatomicky upravit a přizpůsobit na obličej daného klienta. Optik či optometrista by měl s úpravami začínat od středu obruby čili od nosníku a postupně by se měl přes očnice a stěžečky dostat ke stranicím. Nosník plastových brýlí nelze obvykle nijak upravovat. Plastová obruba musí tedy sedět na kořeni nosu správně hned od začátku tak, aby brýle byly ve správné výšce a zákazníka netlačily. Pokud je nosník příliš malý, obruba sedí klientovi na obličejí příliš vysoko. Naopak pokud je nosník příliš velký, sedí obruba na obličejí příliš nízko. Existují však i plastové brýle s nastavitelnými sedly, takže pokud má zákazník atypický kořen nosu a přeje si výrazné brýle, může být tato varianta pro něj tou ideální. U kovových obrub jsou pak nastavitelná sedla běžná a nosník se dá přizpůsobit a tvarovat dle konkrétního obličeje. Brýle by dále měly sedět na obličejí klienta vodorovně, čehož je možné docílit úpravou stranic, nastavením inklinace. Na spáncích by obruba neměla nijak tlačit. Stranice by měly obličej kopírovat a za ušima je vhodné je přihnout, aby byly brýle na obličejí lépe zafixované. Nesmí však docházet k otlakům. [17] [4]

K těmto úpravám brýlových obrub dobře poslouží sada přizpůsobovacích kleští, která by měla být výbavou každé optiky. Jednotlivé typy kleští, mají různé druhy čelistí, které jsou vhodné k různým úkonům – ohýbání, přidržování, tvarování, štípání, nýtování či speciální kleště pro další účely jako je otáčení brýlových čoček v obrubě nebo zkoušení velikosti zabroušené brýlové čočky v kovové očnici nebo nastavování sklonu sedel. [18]

Pozdější vsazování zabroušených brýlových čoček by nemělo obrubu nijak zdeformovat. Čočky by měly kopírovat bázi (zakřivení) brýlové obruby, které je možné ovlivnit výběrem vhodného typu brýlové čočky. Plastové obruby se při vsazování čoček většinou nahřívají. Nahřátí musí být rovnoměrné a nesmí poškodit ani brýlovou obrubu ani brýlovou čočku. Špatnou manipulací může například dojít k popraskání antireflexní vrstvy, čemuž je třeba se vyhnout. Existují však i materiály, v dnešní době hojně používané, které se nahřívají nesmí a do takových brýlí je možné vsazovat čočky pouze za studena, jinak hrozí zničení (rozpuštění) obruby. Kovové obruby je možno tvarovat různými speciálními kleštěmi na očnice, stranice nebo klouby brýlí. [17] [4]

Při finálním vydávání hotových brýlí zákazníkovi je nutné vždy zkontrolovat posazení hotových brýlí na hlavě klienta a případně doladit konečnou anatomickou úpravu brýlí, kterou by měl provádět zkušený oční optik nebo optometrista, aby nedocházelo k nežádoucím opakování neúspěšných pokusů. [17]

2.3. Správné umístění vztažného bodu

Definují jej dva základní centrovací údaje PD a výška, které se protnou v pozici optického středu (vztažného bodu) brýlové čočky přesně před zornicí oka. Vodorovná hodnota je PD, svislou pozici neboli výšku získáme metodou měření „na přirozený pohled“ nebo „na střed otáčení oka“. Bude uvedeno dále v kapitole 3. Způsoby centrace. [19]

Až na výjimky se vždy při horizontálním měření používá PD do dálky, aby byla zachována podmínka, že osy čoček procházejí otočnými body oka. To u PD do blízka neplatí. [7]

Obvykle jsou při výrobě brýlí čočky umístěny před oko tak, že optický střed čočky je v jedné ose se zornicí oka. Proto se optický střed (vztažný bod) stává hlavním referenčním bodem pro brýlovou čočku. Pokud světlo prochází optickým středem čočky, nedochází k jeho ohybu, ale prochází přímo skrz. Pokud by světlo však nešlo přímo, došlo by k jeho ohybu a nastal by prizmatický efekt, který není žádoucí, pokud tedy není prizmatická korekce přímo předepsána. [4]

Velikost prizmatického efektu vyvolaného nesprávným umístěním čočky závisí na optické mohutnosti čočky a vzdálenosti, o kterou se optický střed posune. Vypočítává se dle Prenticeova pravidla, které říká, že:

$$\Delta = cF$$

Δ - prizmatická dioptrie

c – vzdálenost od optického středu v centimetrech

F – dioptrická mohutnost čočky [4]

Při centrování brýlových čoček vycházíme ze základního postavení očí při přirozeném držení těla a pohledu vpřed do dálky. Fixační osy očí procházejí rovinami očních brýlového středu. Vzdálenost středů zornic se značí jako PD a tento rozměr by měl být uváděn monokulárně pro každé oko zvlášť. Kromě základního postavení očí musíme dbát ještě na specifické postavení očí, se kterým se setkáváme při širším používání zraku

v různých situacích, které se naskýtají jako důsledek našich osobních potřeb a zvyklostí. Patří sem například na jak velkou vzdálenost se konkrétní klient dívá při své práci, jaký je druh jeho práce, zda střídá pozorovací vzdálenosti, jak při těchto činnostech pohybuje očima, jaké má postavení těla nebo jak velké zorné pole využívá. [17]

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že pozice pro základní postavení očí bude v různých situacích proměnlivá a bude také záležet na tom, zda bude korekční pomůcka klienta správně a dostatečně upravena. K vytvoření nejvhodnější brýlové korekce tedy můžeme souhrnně stanovit tři podmínky, které mají velmi úzký vztah k tématu centrace brýlových čoček.

Jde o:

- střed otáčení oka
- vztažný bod brýlové čočky
- velikost zorného pole

Zvolením ideálního vytvarování ploch brýlové čočky spolu s indexem lomu materiálu dané brýlové čočky, dále prohnutí brýlového středu případně použití asférických ploch můžeme ovlivnit výrobu korekční brýlové čočky, která bude vyhovovat těmto podmínkám bodového zobrazení. [17]

Základním, monokulárním požadavkem, ze kterého se odvozují podmínky pro centraci čoček je požadavek na respektování polohy středu otáčení oka. Centrace brýlových čoček tedy musí být provedena monokulárně. Můžeme říci, že brýlová čočka bez prizmatického účinku by měla být centrovaná tak, aby optická osa dané brýlové čočky procházela skutečným středem otáčení oka. [17][11]

3. Způsoby centrace

Monokulární hodnoty PD bývají obvykle u klienta stejné (nemusí tomu tak ale být, pokud brýle sedí na nose klienta mírně atypicky, např. pokud má klient asymetrický kořen nosu třeba po úraze, pak se může monokulární hodnota pravého a levého oka lišit při nasazení brýlové obruby s platovým nosníkem od hodnot při nasazení s nosníkem se sedly). A hodnota naměřené výšky polohy optických středů bývá dle způsobu centrace různá, což bude vysvětleno v následujících podkapitolách.

3.1. Centrace na střed otáčení oka

U tohoto typu centrace dochází k podcentrování optického středu. Naměřená výška bude tedy nižší, než u dalšího uvedeného způsobu centrace v podkapitole 3.2. Při centraci na střed otáčení oka nastavíme zákazníka tak, aby byla vynulovaná inklinace a pak zaznačíme polohu optických středů. To znamená, že očníce obruby je kolmo k zemi a mezi pomyslnou kolmicí čočky a pohledovou osou je pravý úhel. Jinak řečeno, optická osa korekční čočky musí procházet středem otáčení oka. Tento typ centrace je doporučován především pro asférické čočky, ale i pro běžné sférické jednoohniskové brýlové čočky. Doporučený typ centrace je vždy uveden u jednotlivých typů brýlových čoček v produktovém katalogu brýlových čoček. [10] [20]

3.2. Centrace na přirozený pohled

Optický střed brýlové čočky je při centraci na přirozený pohled centrován na střed zornice právě při přirozeném pohledu vpřed. Aby stál zákazník ale opravdu přirozeně, není vždy zrovna jednoduchý úkol. Když vyzveme klienta, aby si stoupl přirozeně, mnoho zákazníků se naopak nepřirozeně narovná nebo zaujmou jiný než běžný postoj. Proto by zkušený optik nebo optometrista měl klientův postoj sledovat již při výběru obruby a je vhodné zaznačení optických středů provést jednou, pak nechat zákazníka projít po optice a potom centraci ještě podruhé zkontrolovat. Centrace na přirozený pohled se používá na sférické jednoohniskové čočky, progresivní čočky, dále na vysokoindexové čočky nebo u případů vyšší anizometropie. Naopak tento typ centrace není vhodný k centrování asférických brýlových čoček. Stejně jako u předešlého typu centrace bývá doporučení centrace na přirozený pohled uvedeno v katalogu brýlových čoček. [10]

3.3. Centrace bifokálních čoček

Bifokální čočky se skládají z dílu do dálky a dílu do blízka. Výhodou je široké zorné pole a všeobecně nižší cena čoček v porovnání s čočkami progresivními. Nevýhodou je ovšem skok obrazu, který nastává mezi předělem dvou částí brýlové čočky. Segment na čtení může být rovný ve tvaru a označení písmene D nebo zakulacený ve tvaru a označení písmene C. Bifokální brýlové čočky mají svá pravidla a zásady pro centrování a centrují se ručně. Měření vyžaduje jistou zkušenost a praxi. Necentrují se na zornici, ale na okraj spodního víčka, aby se dosáhlo pohodlnému vidění jak na dálku, tak i na blízko. Segment určený ke čtení, by neměl při pohledu do dálky nijak zavazet. Nesmí být vysoko, aby nezasahoval do zorného pole na dálku, avšak nesmí být ani příliš nízko, aby se přes něj dalo pohodlně číst. Tuto skutečnost si můžeme ověřit tzv. lístečkovou metodou, kdy po vyznačení okraje spodního víčka zalepíme demofolii oblastí budoucího segmentu určeného ke čtení a vyzveme klienta, aby se rozhlédl případně prošel po optice a zhodnotil, zda má dostatečný a pohodlný prostor pro vidění do dálky. Poté odlepíme lísteček ze spodního segmentu a upevníme jej na demofolii na místo, kde bude oblast do dálky a opět vyzveme klienta, aby se podíval tentokrát např. na čtecí tabulku, jestli má v obrubě dostatečný prostor pro pohled do blízka. Pokud zákazník již bifokální brýle nosil, zjistíme, zda byl s umístěním segmentu spokojen a pokud ano, snažíme se novou korekční pomůcku zhotovit v obdobné výšce, na kterou byl zvyklý. Pokud ne, segment umístíme do optimální výšky. Při zadávání PD i výšky volíme u tohoto typu čoček stejné hodnoty pro pravé i levé oko, pokud nemá klient výraznou asymetrii v obličeji nebo pokud neměl i předešlé brýlové čočky nastaveny pro pravé i levé oko zvlášť. Je to z důvodu estetiky, protože u bifokálních brýlových čoček by bylo na první pohled patrné rozdílné umístění pravého a levého segmentu a nepůsobilo by to hezky. [17] [9]

3.4. Centrace progresivních čoček

U progresivních (multifokálních) brýlových čoček rozlišujeme oblast do dálky, progresivní kanál a oblast do blízka. Příklad do blízka se zde mění postupně, ne skokově, jako tomu je u bifokálních brýlí. Progresivní čočky jsou označeny speciálními referenčními značkami (buď jako mikrogravury nebo jsou vyrobeny laserem) a umožňují nám obnovit hlavní referenční body pro kontrolu centrace, dílu do dálky

a do blízka. Dále je na čočkách „neviditelně“ uvedena adice, konkrétní typ progresivní čočky a také většinou i logo produkční firmy. [17] [14]

Mezi referenčními značkami najdeme malý plný kroužek, označující vztažný bod pro měření prizmatického účinku (V_P), a protože v tomto místě je již progresivní kanál, nebude testová značka ve fokometru ostrá. Nad tímto bodem leží centrační křížek, jehož poloha by měla odpovídat zornici. A ještě výše nad tímto bodem najdeme místo znázorněno dvěma obloučky, kde se nachází vztažný bod korekce do dálky (V_D). V dolní části progresivní čočky pak najdeme plný kroužek, který má ve svém středu vztažný bod korekce do blízka (V_B). Tento bod bývá od centračního kříže současně i bodu (V_P) obvykle decentrován o 2 až 2,5 mm nasálně. Tato decentrace může být však u vyšších typů progresivních čoček individuálně změněna. Šířka progresivního kanálu závisí na jeho délce a velikosti adice. Čím je progresivní kanál kratší a velikost adice vyšší tím je progresivní kanál užší. [17] [9]

3.5. Parametry normohlavy

Jde o standardní průměrné parametry obruby a fyziologie obličeje na základě kterých jsou vyrobeny běžné brýlové čočky. Každá firma má parametry normohlavy trochu odlišné, dle svých statistik a propočtů. Pokud se hodnoty klienta a jeho vybrané obruby výrazněji odlišují právě od těchto průměrných hodnot, pak je na místě zvolit individualizovanou brýlovou čočku, ať už jednoohniskovou či progresivní. V běžné praxi se dají tyto údaje vzdáleně přirovnat ke konfekčním velikostem oblečení. Pokud má člověk konfekční postavu, sedí mu běžné velikosti. Pokud se však něčím odlišuje, musí se spokojit s kompromisem nebo si nechat ušít danou věc na míru. A podobně je to i s brýlovými čočkami. Ty standardní jednoduše nesesí všem. [21]

Tabulka č. 1: Parametry normohlavy firmy Essilor [14]

Firma Essilor	
PD	64 mm
BVD	14 mm
Úhel sklonu očnice	8 °
Úhel pronutí brýlového středu	5 °

Tabulka č. 2: Parametry normohlavy firmy Hoya [13]

Firma Hoya	
PD	64 mm
BVD (FCVD)	12,8 mm
Inklinace (WPA)	7°-13°
Prohnutí brýlového středu (FFFA)	5 °

Pozn. Inklinací úhel je v rozmezí 7°-13° podle typu brýlové čočky.

Tabulka č. 3: Parametry normohlavy firmy Rodenstock [15]

Firma Rodenstock	
PD	65 mm
BVD	12 mm
Inklinace	8 °
Prohnutí brýlového středu	5 °

Tabulka č. 4: Parametry normohlavy firmy Zeiss [10]

Firma Zeiss	
PD	64 mm
BVD	12 mm
Inklinace / pantoskopický úhel	9°
Prohnutí brýlového středu	6,5°

4. Tradiční metody měření PD

Protože obličej klienta není obvykle dokonale symetrický, vždy je nutné měřit PD monokulárně čili pro každé oko zvlášť. Hlavním cílem je umístit optický střed čočky před oko tak, abychom předešli jakémukoliv prizmatickému efektu, pokud není prizmatická dioptrie zadaná na brýlovém předpisu. Pokud je jedno oko posazeno blíže k nosu než druhé, ale optické středy jsou umístěny symetricky v obrubě, pak optické osy pohledu nositele neprocházejí optickými středy čoček. Chyba není až tak závažná, pokud mají čočky stejnou optickou mohutnost a nejsou silné. Pokud jsou však odlišné optické mohutnosti, musí být středy umístěny přesně, aby bylo zabráněno nežádoucím binokulárním prizmatickým efektům. Monokulární PD musí být velmi přesně změřeno při centrování asférických čoček a čoček s vysokým indexem lomu a progresivních čoček. Čočky s vysokým indexem lomu mají větší barevnou vadu, tzv. chromatickou aberaci než čočky z korunového skla nebo běžné plastové čočky z materiálu CR-90. [4]

4.1. Zakreslení PD na demofolie

Zřejmě nejčastější prováděný postup měření PD se provádí ručním zakreslením fixem na demofolie na novou vybranou obrubu nebo na původní brýlové čočky v obrubě stávající. Optik sedí případně stojí naproti vyšetřované osobě tak, aby byli oba ideálně ve stejné výšce proti sobě. Klient by měl stát na dobře osvětleném místě, aby optik dobře viděl polohu jeho zornic. Optik vyzve klienta, aby si nasadil vybranou (již anatomicky upravenou brýlovou obrubu) a zakryje vyšetřovanému jedno oko. Dále jej vyzve, aby se mu podíval do protilehlého otevřeného oka. Optik by měl mít druhé oko zavřené a zakreslí polohu středu zornice na demofolii. Následně se zakrytí a přemrknutí očí vymění. Klient se opět dívá optikovi do druhého otevřeného oka a předešlé má zakryté. Optik opět zakreslí střed zornice na demofolii. Toto měření je možné zopakovat, kontrolně jednou provést například v sedě a podruhé ve stoje. Při tomto značení optických středů bychom již měli mít vybraný typ brýlové čočky a optické středy zaznačit ve správné poloze buď na přímý pohled nebo na střed otáčení oka. [6] [9]

4.2. Měření PD měřítkem

Tato metoda probíhá bez nasazené brýlové obruby. Optik a klient se posadí naproti sobě, aby byli výškově i stranově stejně od sebe. Optik přiloží PD měřítko ke kořenu nosu klienta. Aby bylo zachováno monokulární měření, pro pravé a levé oko zvlášť, vždy

se navzájem dívají do protilehlého oka, tedy stejně jako u výše popsané metody zakreslení PD na demofolie. Zornice optika, na kterou se klient dívá, se stává „nekonečným“ bodem. Optik má vždy jedno oko zavřené a klient se mu dívá do oka otevřeného. Můžeme tak změřit jak celkové PD, tak i monokulární PD klienta. Pro tento účel je pak vhodnější použít PD měřítka s nosním výřezem ve tvaru „A“ kvůli přesnosti. Na úzkém kořeni nosu by za použití PD měřítka s obloukovým výřezem mohlo dojít ke stranové chybě. [6] [9]

4.3. Měření pupilometrem

První centrační přístroje se ve světě brýlové optiky objevily kolem roku 1960 – pupilometr, Posimatic a Photocentron přinesly zlepšení, pro měření centrace brýlových čoček. A trend v měření centrace se pak nadále vyvíjel a zlepšoval. Pupilometr je přístroj pro měření rozteče zornic. Zajišťuje jednoduché přitom přesné měření PD. Nastavením pupilometru lze měřit jak PD do dálky, tak PD do blízka. Měření probíhá za pomoci stabilizace díky čelní podpěře. Hodnoty naměřené pupilometrem nejsou zdaleka tak moc vystaveny chybám paralaxy, jako ty, které byly získány například při měření PD pravítkem. Většina pupilometrů má okluzní systém, který umožňuje individuální monokulární měření se střídavou fixací oka v případě strabismu. [16]

Ačkoliv některé přístroje používají metodu snímání PD, kde referenčním bodem je geometrický střed zornice, je možné měřit PD modernější metodou pomocí rohovkového reflexu. Vnitřní světlo vytváří obraz odrazem na každé rohovce. Tenkou linií uvnitř zařízení posouvá optik či optometrta tak, aby se překryla s tímto rohovkovým reflexem. [9]

U konkrétního typu moderního pupilometru, který znázorňuje Obrázek č. 7 Digitální pupilometr Nidek PM-700 [22], lze PD měřit od 30 cm do nekonečna. Na LCD displeji pak můžeme vidět výsledek naměřených hodnot, vybrat lze z osmi nastavení měřících vzdáleností a nastavení měření na obě nebo pouze jedno oko. LCD displej je z materiálu, který je výborně ochráněn proti poškrábání i zašpinění. Tento pupilometr má také funkci ukládání naměřených hodnot a samozřejmě je funkce automatické vypnutí po určitém čase nepoužívání. [22]



Obrázek č. 7 Digitální pupilometr Nidek PM-700 [22]

5. Moderní metody měření PD a dalších parametrů

S postupným vývojem a trendy, které se v oční optice stále více ubírají směrem k individuálním brýlovým čočkám, roste i potřeba přesného získávání individuálních parametrů při nasazené brýlové obrubě daného klienta. K tomuto účelu slouží speciální centrační jednotky, jejichž konstrukce jde neustále kupředu a zdokonaluje se. Všeobecně lze říci, že se skládají ze tří hlavních částí: snímací kamery, počítače a monitoru. Některé, z těchto kamerových systémů potřebují k vyměření parametrů obličeje jisté zaměřovací prvky. Je proto u některých typů zařízení potřeba použít centrační klip opatřený centračními značkami, který se umísťuje na vybranou obrubu klienta. Existují však i kamerové systémy, které snímají všechny potřebné údaje bez pomoci těchto přídatných prvků. Objednání individuálních brýlových čoček se neobejde bez následujících údajů:

- PD – monokulárně (pro pravé a levé oko zvlášť)
- výška zornic
- BVD – vzdálenost rohovka-zadní strana brýlové čočky
- Inklinace (Pantoskopický úhel)
- prohnutí brýlového středu

Všechny tyto parametry je nutné měřit až po anatomicky upravené brýlové obrubě a pro správné vyměření těchto parametrů slouží speciální kamerové systémy. [17]

5.1. Centrační věž Visiooffice 3 od firmy Essilor

Centrační systém s názvem Visiooffice reprezentuje firmu Essilor. Tento měřicí systém se vyrábí ve sloupové i stolové verzi, takže je univerzálně použitelný. Jde o videocentrační systém, zajišťující rychlé, jednoduché a přesné měření všech parametrů potřebných ke zhotovení individuálních brýlových čoček. Během měření jsou zachyceny všechny rozměry brýlové obruby jako jsou – délka a šířka obruby, velikost nosníku, úhel prohnutí brýlového středu. Dále inklinací úhel a vrcholová vzdálenost BVD. Z těchto hodnot je pak vypočítáno PD – pupilární distance, výška zábrusu a vzdálenost rohovky od středu otáčení oka. Právě měření uvedeného posledního parametru, tedy středu otáčení oka (ERC) je u tohoto zařízení revoluční a jde o první zařízení, které tento parametr umí změřit. Určení otočného bodu oka je nutný parametr pro Essilor Eyecode personalizaci při zhotovování individuálních brýlových čoček. Eyecode personalizace bere v úvahu

tento důležitý parametr, protože poloha otočného bodu oka se může u různých klientů lišit až o 30 %. Dříve se předpokládalo, že je poloha tohoto bodu u všech stejná. Na základě Eyecode technologie, která zahrnuje hodnoty refrakce a centrační parametry fyziologie obličeje i obruby jsou pak výsledkem fyziologicky dokonale přizpůsobené brýlové čočky Essilor velmi vysoké kvality. [14] [16] [24]



Obrázek č. 8: Centrační věž Vissioffice 3 [25]

Samotné měření probíhá za pomoci měřicího klipu viz. Obrázek č. 9: Měření s centračním klipem [26], který je nutné připevnit na brýlovou obrubu. Klient se vidí v polopropustném zrcadle centrační věže Visioffice a dívá se během měření na brýlový střed (kořen svého nosu v zrcadle), který po celou dobu fixuje. Měření je velice přesné díky světelnému zdroji, který vytvoří na rohovce u obou očí rohovkový reflex. Tento světelný zdroj se nachází kousek nad kamerou. Zákazníka musíme upozornit, aby se nedíval do toho světelného zdroje, ale na svůj kořen nosu. První část měření probíhá při přímém uvolněném pohledu čelně vpřed a přirozeném postoji a držení těla. Software zachytí snímek bez paralaxní chyby a vybere nejlepší fotku. Druhá část měření je snímána během stranového pohybu vpravo nebo vlevo o 20°, kdy musí zákazník stále fixovat brýlový střed. Optik následně získá hodnoty z obou měření jednoduchým dosazením do boxing systému (vždy jde o výšku od zornice po nejnižší bod očníce) a konkrétní hodnoty se pak objeví na displeji v přehledné tabulce. Toto měření trvá kolem 30 sekund. [10] [16]



Obrázek č. 9: Měření s centračním klipem [26]

V další části měření se klient postaví levým či pravým bokem k měřicímu systému a s uvolněným postojem se dívá do dálky. Z toho měření získáme hodnotu inklinace. Výsledky z Visioffice je možné následně přeposlat do klientské databáze, nedochází tedy k chybě v přepisování hodnot nebo je možné si protokol s naměřenými hodnotami z měření rovnou vytisknout. [16]

Výhodou měření na Visioffice je velice přesné měření s rychlým vyhodnocením za přirozeného postoje klienta a jednoduché ovládání displeje díky intuitivnímu softwaru. Pro měření vrcholové vzdálenosti není potřebný snímek z boku, takže údaje získáme i s obrubou, která má široké stranice.

Kamerový systém Visioffice 3 má velmi moderní design s podsvíceným logem a značkou v horní části a ve spodní části zařízení se nachází polohovací laser, který na začátku měření snadno umístí klienta do vhodné vzdálenosti před zrcadlo. [14]

Studie provedená odbornou školou v Kolíně nad Rýnem na téma přesnosti měření PD zadaná centrálním svazem německých optiků prokázala, že je Visioffice v porovnání s ostatními centračními systémy nejlepší v řadovém vyšetření v jeho reprodukovatelnosti. Pupilární distance je změřena s přesností na 0,1 mm a úhlová odchylka je měřena s přesností na 1°. [16]

Jako nevýhoda se může zdát nutnost připevňování centračního klipu, který svou váhou a silou stisku přichycení se k obrubě může u subtilních obrub ovlivnit posazení obruby na obličej a také změnit jejich tvar. Proto je lepší u některých lehkých a měkkých obrub nevytahovat při měření na Visioffice zasklívací folie a ponechat je v obrubě, aby nedošlo k deformaci očnice.

Parametry, které můžeme naměřit díky Visioffice 3:

- monokulární PD
- výšku centrace
- střed otáčení oka
- BVD – vzdálenost rohovka – brýlová čočka
- prohnutí brýlového středu obruby
- pantoskopický úhel
- šířku nosníku
- úhel sklonu hlavy
- koeficient stability
- dominantní oko
- čtecí vzdálenost

Výjimečné funkce Visiooffice 3:

- Rychlé a přesné měření, s přesností až o 0,1 mm/1° a bez úhlové odchylky.
- Snadné použití díky dotykové obrazovce a rychlému propočtu výsledů, zaznamenává přirozené držení hlavy, takže je pro měření zvolena nejpřirozenější poloha.
- Vytváří snímky a videa, které můžeme využít při výběru brýlí pro porovnání různých brýlových obrub na obličejí klienta, které ocení především zákazníci s vysokou korekcí.
- Výborný marketingový nástroj. [14]

5.2. Centrační věž od firmy Rodenstock ImpressionIST

Zařízení ImpressionIST 4 je video-centrovací systém, umožňující měření všech individuálních parametrů bez použití dodatečných klipů a měří klienta při přirozené pozici hlavy a těla. Má patentovaný stereo-kamerový systém, který umožňuje naměřit dané parametry velmi pohodlně, a to díky jedinému snímku, který je vyvolán ze dvou současně zachycených obrazů. Za pomoci 3D měřicí technologie tak přístroj dodá velice přesné výsledky v extrémně krátkém čase. [27]

Jaké hodnoty přístroj ImpressionIST 4 měří:

- Monokulárně průměry zornic
- Monokulárně vzdálenosti zornic
- Vzdálenost rohovka – čočka (BVD)
- Prohnutí brýlového středu
- Pantoskopický úhel
- Centrační údaje a rozměry boxing systém
- Tvar brýlové čočky

ImpressionIST 4 se dodává ve dvou různých variantách provedení. Buď jako stojanová verze samostatně stojící nebo verze závěsná. Lze jej tedy umístit i do menších prostor. Na zadní straně tohoto zařízení je nenápadně umístěna kontrolní jednotka (PC) a všechna data shromažďuje přístroj do systému Rodenstock Consulting. Naměřená data můžeme následně vyvolat na různých konzultačních místech (funkce se jmenuje multi-user) a tím pádem je možné obsloužit i více klientů současně. ImpressionIST 4 lze

ovládat jak z počítače, tak i z iPadu. Výsledky měření pak najdeme na libovolném výstupním zařízení díky funkci automatické synchronizace v softwaru Rodenstock consulting. [27]

Podobně jako ostatní kamerové měřicí systémy by měl být i Impressionist 4 umístěn tak, aby nestál přímo proti oknům nebo v jejich těsné blízkosti, mohlo by docházet k nežádoucím odleskům nebo ke špatně nafoceným snímkům, které by mohly být přesvětlené či naopak příliš tmavé. Dále by neměly být nad zařízením nebo v zorném poli kamery žádná světla. Přístroj by neměl být vystavován přímému slunečnímu záření, aby nedocházelo k jeho přehřívání. Ideální teplota během provozu je 15-35 °C. [27]

Princip snímání obličeje probíhá díky dvěma integrovaným kamerám. Jedna je zabudována na pravé straně uprostřed posuvného panelu a druhá je umístěna ve spodním levém rohu. Obě tyto kamery snímají zákazníka současně a vytvoří se tak dva snímky, každý však z jiného úhlu. Tyto dva snímky následně slouží jako základ patentovaného principu stereo-měření. Kamery jsou ukryty a klient je tedy nevidí. Snímání tak probíhá v uvolněné pozici, jako kdyby se na sebe klient díval normálně do zrcadla. Pro správné měření je důležité, aby stál zákazník cca 0,6 m od zrcadla, v praxi je to přibližně na délku natažené paže. [27]



Obrázek č. 10: Stojanová verze Rodenstock ImpressionIST [28]

Tabulka č. 5 Technické údaje – rozměry přístroje. [27]

Verze	Výška [cm]	Šířka [cm]	Hloubka [cm]	Nároky na prostor
Stojanová	197-214	50	50	+ 60 cm průměrná měřicí vzdálenost pro pacienty, dostatek prostoru pro vozíčkáře apod.
Závěsná	196-213	44	13,5	

5.3. Centrační zrcadlo VisuReal Master od firmy Hoya

Jde o centrační systém, který reprezentuje firmu Hoya. Inovativní centrovací systém VisuReal Master se skládá z hardwarové a softwarové komponenty. Centrace za pomoci VisuReal Master probíhá ve zcela přirozeném prostředí, bez použití měřicího klipu. Jde o zrcadlo, které má v sobě zabudováno šest HD kamer, které automaticky pořídí několik fotografií zákazníka pro určení všech relevantních centračních dat. Díky inteligentnímu systému je provedeno vysoce přesné a realistické 3D měření, zatímco se na sebe klient dívá do zrcadla. Samotné měření trvá jen několik sekund a zaznamenáním pouze jednoho snímku získáme všechna důležitá data potřebná pro centrování brýlových čoček. [29]

Software je uživatelsky přívětivý a rychlý. Poskytuje optimální podporu automatickým vyhodnocením dat. Výsledky lze poté zkontrolovat a v případě potřeby opravit. Extrémně tenký design zrcadla VisuReal Master umožňuje dokonalou integraci do nových nebo již stávajících prodejen. Elegantní a diskrétní zrcadlový systém zcela přirozeně zapadne do interiéru jakékoliv prodejny, protože VisuReal Master vypadá jako elegantní zrcadlo. [29]

Postup při měření je takový, že zákazník stojí před zrcadlem přibližně na vzdálenost paže, což je přibližně 80 cm před zrcadlem a nasadí si vybranou obrubu. Nejsou nutné žádné další přídavné centrovací nástroje. Zákazník se dívá přirozeně na sebe do zrcadla. Pokud trpí zhoršeným zrakem, sleduje světelný signál. Zadáme zákaznické číslo a stiskneme „start“. Zrcadlo zachycuje osobu a samo automaticky určí, které dvě kamery ze šesti použije pro proces centrování. Systém vytvoří čelní snímek pomocí dvou stejných fotek. Po několika vteřinách uvidíme dva snímky a můžeme provést 3D hodnocení. Zkontrolujeme centrovací značky a v případě potřeby je opravíme tak, že klepneme na křížky, které chceme změnit a poté klikneme na „opravit“. Nyní můžeme přesouvat

symboly vlajek myši nebo prstem, podle toho, jaké zařízení používáme. Obrázky jsou navzájem propojeny, takže pokud přesuneme kurzor na jednom obrázku, automaticky se posune i na druhém. [29] [30]

Ve vyhodnocení VisuReal Master měření můžeme vidět:

- Rozměry očníce (boxing systém)
- Vzdálenost mezi čočkami
- Celkové PD
- Monokulární PD
- Prohnutí brýlového středu (FFFA)
- vzdálenost rohovka – brýlová čočka (FCVD)
- nošená inklinace (WPA)
- výška optického středu [31] [32]

Rozměrově je toto zrcadlo o velikosti 64,5 cm na výšku, 22 cm na šířku a hloubky 3,5 cm nejmenším z uvedených centračních systémů a je tedy vhodný i do opravdu malých prostor očních optik. Váží pouhé 3 kg, takže i jeho instalace je velice snadná. Dá se spárovat se stolním počítačem, notebookem i tabletem s běžnými internetovými prohlížeči (Explorer, Chrome, Safari nebo native Browser) nebo smartphonem a za použití platformy iOS, Android, Windows nebo Linux. [29] [33]



Obrázek č. 11: Centrační zrcadlo VisuReal Master [31]

5.4. Centrační věž od firmy Zeiss

Přelomové zařízení firmy Zeiss Visufit 1000 přišlo na trh hned s několika inovacemi. Převratná je hlavně funkce vytvoření Avataru, který vytvoří 3D model hlavy Vašeho klienta a tato funkce pak umožní virtuální zkoušení brýlových obrub nebo i odečet všech potřebných dat nutných ke zhotovení plně individuálních brýlových obrub. [10]

Visufit 1000 umí v jednom snímku získat všechny důležité hodnoty pro zhotovení individuálních brýlových čoček. [10]

Měří tyto parametry:

- Rozměr a tvar obruby
- Monokulární PD
- Výšku zornic
- Inklinaci
- BVD pro každé oko zvlášť
- Úhel pronutí brýlového středu



Obrázek č. 12: Centrační věž Visufit 1000 [34]

Rozšířené funkce VISUFIT 1000 pak umožňují porovnání brýlových obrub, kdy vytvoříme snímky zákazníka v různých obrubách v úhlu 180° a devíti pohledech pro jejich porovnání. Další zajímavou funkcí je ukázka brýlových čoček označena jako See Me. Na snímku zákazníka, který vyfotíme můžeme do vybrané obruby promítat různé zušlechťující úpravy brýlových čoček nebo můžeme demonstrovat, jak by vypadaly tónované či sluneční čočky, lze nastavovat i absorpce samozabarvovacích čoček jednoduchým posunutím kurzoru zleva doprava.

VISUFIT 1000 má ještě jednu moderní a zajímavou funkci. Generuje metadata, která jsou de-identifikovaná, kam patří například pohlaví, velikost hlavy nebo odstín vlasů a dále de-identifikované údaje, jako jsou například tvary obrub, za účelem nabízení přínosných služeb zákazníkům. Sběr těchto metadat je však možno v nastavení deaktivovat. [35]

Cílem při měření je získání referenčních bodů ve vztahu k brýlové obrubě. Vybraná brýlová obruba musí být klientovi anatomicky upravena, až pak následuje zaměření. Pro měření je dobré odstranit z obruby demo folie, aby nedocházelo k nežádoucím odleskům a referenční body byly lépe rozpoznatelné. Obrubu by si měl klient nasadit sám. Zákazník stojí před přístrojem v uvolněné přirozené pozici, ruce spuštěné volně podél těla. Zavazující vlasy je nutno dát na stranu. Zákazník sleduje fixační objekt, který simuluje nekonečno. Správné umístění klienta je tehdy, když svítí LED displej bíle (modrá barva značí že je daleko, oranžová barva že je již moc blízko). Následně pro vyfocení snímku, musí být hlava klienta v obrysu siluety a oči klienta mezi tečkovanými liniemi. Klient fixuje předmět, dokud neuvidí záblesk. Centrační data následně získáme označením referenčních bodů. Lze nastavit dva různé způsoby postupu označení, v případě, kdy je vrchol rohovky normálně vidět nebo když jej stranice zakrývá. V případě, že je stranice příliš široká a zakrývá rohovku, můžeme pro zjištění centračních dat vytvořit avatar, neboli skutečnou rekonstrukci zákazníkova obličeje. Referenční bod bývá na VISUFIT 1000 nastaven na střed zornic. U lidí, kteří mají velice tmavé oči, je možné využít funkci změny jasu, aby byly zornice patrnější. [35]

6. Důsledky chybné centrace

Špatně nacentrovanými čočkami navodíme všeobecně konvergenci (sbíhavost) nebo divergenci (rozbíhavost). Pro oko je ovšem konvergence přirozenější, oči přirozeně konvergují do blízka. Je také spojena s akomodací, když zaostřujeme na blízké předměty. Z tohoto důvodu je navození konvergence považováno za méně kritický směr. Tento případ by také nastal, pokud bychom spojné čočky decentrovaly vůči středům zornic temporálním směrem nebo pokud bychom rozptylné čočky decentrovaly vůči středům zornic nasálním směrem. V případě, že navodíme v důsledku chybné centrace divergenci, je tento směr považován za více kritický. Tato situace by pak nastala, pokud bychom spojné čočky decentrovaly vůči středům zornic nasálním směrem nebo rozptylné čočky temporálním směrem. [17]

6.1. Navožený klínový účinek decentrací

Pro zjednodušení obecných principů předpokládejme, že oči jsou ve správném paralelním postavení neboli ortoforii. Pokud optický střed korekční čočky protíná pohledová i fixační osa oka a když se oko dívá ve směru optické osy, pak na oko nepůsobí kromě sférického nebo cylindrického účinku jiný nežádoucí klínový účinek. Pokud však není vztažný bod korekční čočky přesně před středem zornice a korekční čočka je nepřesně zabroušena, pak je oko zatíženo nežádoucím klínovým účinkem. Hodnota tohoto klínového účinku bude lineárně vzrůstat podle velikosti vrcholové lámavosti dané korekční čočky a dle její decentrace. Detail předmětu, který oko fixuje, by se za těchto podmínek pak nezobrazil foveálně a oko by muselo provést kompenzaci změnou polohy. Všeobecně platí, že kompenzační pohyb oka vždy směřuje proti směru báze klínového účinku, který zde působí. Pokud by byly přetaženy fúzní rezervy a chyba centrace by byla příliš velká, došlo by ke dvojitému vidění případně k mírnějším projevům, jako jsou astenopické potíže. [17] (zdroj čoo listopad 2011)

Konkrétní chybu špatně nacentrovaných brýlových čoček zjistíme tak, že brýle vložíme do fokometru a opřeme jejich dolní okraj o vodorovnou opěrnou lištu. Najdeme polohu obou optických středů čoček (vztažných bodů) a označíme je pomocí značkovacích kolíků na fokometru. Na čočky pak lihovým fixem nanese přesnou polohu reálných středů zornic jejich nositele. Následně porovnáme tyto značky se značkami z fokometru a zjistíme tak odchylku polohy optických středů v milimetrech jak horizontálním, tak i vertikálním směru. (zdroj čoo listopad 2009)

Výpočet klínového účinku

$$\Delta = (S'č \cdot \text{dec}) / 10$$

Δ - klínový účinek v cm/m (prizmatických dioptriích)

$S'č$ – vrcholová lámavost korekční brýlové čočky v dioptriích

dec – posunutí optického středu čočky kvůli středu pupily oka v mm

(zdroj Směrnice SČOO)

Přehledně uvedeno v následující tabulce:

Tabulka č. 6: Posouzení nežádoucího klínového účinku na binokulární vidění. [37]

	<i>odchylka centrace</i>	<i>prizmatická báze</i>	<i>vergence</i>
<i>hypermetropie</i> (<i>spojné čočky</i>)	nasálně	báze dovnitř	divergence (kritický směr)
	temporálně	báze ven	konvergence (méně kritický směr)
<i>myopie</i> (<i>rozptylné čočky</i>)	nasálně	báze ven	konvergence (méně kritický směr)
	temporálně	báze dovnitř	divergence (kritický směr)

6.2. Indukovaný astigmatismus

Pokud dojde k pootočení osy, nejčastěji během zábrusu brýlových čoček, dochází k nežádoucímu navození nově vzniklého cylindru v jiné ose a dochází současně k chybě ve sféře. Před zábrusem čoček nebo před skenováním zasklívacích fólií v traceru například při zhotovování brýlových čoček do vázaných obrub je velice důležité pečlivě označit jak optický střed, tak i rovinu brýlové čočky, aby bylo patrné, jakou přesnou polohu má mít korekční čočka v obrubě. Stupeň odchylky, která je ještě v normě je závislá na síle hodnoty cylindru a je uvedena v kapitole 7. Tolerance pro centraci brýlových čoček. [36]

6.3. Astigmatismus šikmých paprsků

Astigmatismus šikmých paprsků vzniká tehdy, pokud optická osa čočky neprochází středem otáčení oka a podle míry naklonění očníce a čočky pak vzniká i právě zmiňovaný astigmatismus šikmých paprsků, jehož velikost je přímo úměrná lámavosti brýlové čočky a velikosti úhlu naklonění této čočky. Pro nositele tak vzniká neostřý obraz na sítnici. V ideálním případě by brýlová čočka byla umístěna před okem tak, aby optická osa čočky byla totožná s optickou osou oka. Protože se ale oči stáčejí během vidění do různých směrů, je udržení této podmínky v praxi v podstatě nemožné. Na základě dalších vlivů, jako je vznik barevné vady při použití vysokoindexových čoček s velkou disperzí světla, která nastává při pohledu mimo optický střed, pak musíme pečlivě zvážit, jaký typ centrace zvolíme. Je na místě se vždy řídit informacemi uvedenými v katalogu příslušných brýlových čoček, abychom mohli v případě potíží a nespokojenosti zákazníka uplatnit právo na reklamaci čoček, při dodržení doporučené centrace. [19]

7. Tolerance pro centraci brýlových čoček

Níže uvedené hodnoty pro zásady zhotovení brýlí jako korekční pomůcky a uvedené tolerance platí pro jednoohniskové, bifokální i trifokální čočky. Tolerance centrace pro progresivní čočky by neměla překročit jak v horizontálním, tak i vertikálním směru 1 mm binokulárně. Valná hromada Společenstva českých optiků a optometristů schválila tyto povolené optické odchylky dne 24. 2. 2006 a byly vydány jako směrnice posuzování kvality brýlí. [37]

Tabulka č. 7: Povolená odchylka centrování v cm/m (prizmatických dioptriích) binokulárně. [37]

<i>S'</i> (dioptrie)	<i>horizontálně</i>	<i>horizontálně</i>	<i>vertikálně</i>
<i>vrcholová lámavost</i>	méně kritický směr	kritický směr	Rozdíl P ku L
<i>od 0,25 do 1</i>	0,5	0,25	0,25
<i>od 1,25 do 6</i>	1	0,5	0,25
<i>od 6,25 do 12</i>	1	0,5	0,5
<i>od 12,25</i>	1,5	1	0,5

Tabulka č. 8: Pracovní tolerance mm – binokulárně. [37]

<i>Vrcholová lámavost</i> (dioptrie) (vždy včetně)	<i>horizontálně</i>		<i>vertikálně</i>
	<i>báze ven</i>	<i>báze dovnitř</i>	
<i>1,0</i>	5	5	2,5
<i>2,0</i>	3	2,5	1,25
<i>3,0</i>	3	1,5	1
<i>4,0</i>	2,5	1,25	1
<i>5,0</i>	2	1	1
<i>10,0</i>	1	1	1
<i>20,0</i>	1	1	1
<i>50,0</i>	1	1	1

Tabulka č. 9: Tolerance pro polohu osy cylindru. [37]

<i>Korekční cylindr (dioptrie)</i>	<i>Osová tolerance ve stupních</i>
$\leq 0,75$	± 5
$< 1,00 \geq 1,5$	± 3
$\leq 1,75 - 6$	± 2

Tabulka č. 10: Nežádoucí astigmatismus při špatně vyrobené ose. [37]

<i>Cylindr [D]</i>	<i>0,5 D</i>	<i>1,0 D</i>	<i>1,5 D</i>	<i>2,0 D</i>	<i>2,5 D</i>	<i>3,0 D</i>
<i>Stočení osy [°]</i>						
5°	0,09	0,17	0,26	0,35	0,44	0,52
10°	0,17	0,35	0,52	0,70	0,87	1,04
15°	0,26	0,52	0,78	1,04	1,29	1,55
20°	0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	2,05
25°	0,42	0,85	1,27	1,69	2,11	2,54
30°	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Závěr

V bakalářské práci byla v úvodní kapitole stručně popsána korekce jednotlivých refrakčních vad, která je nezbytným krokem před zhotovením správné brýlové korekce, stejně tak jako byl podrobně popsán pečlivý výběr brýlové obruby, kterým optik či optometrista může významně ovlivnit následnou estetiku brýlových čoček. Byla zdůrazněna i důležitost anatomické úpravy brýlí před samotnou centrací brýlových čoček a byly vysvětleny všechny důležité pojmy, pojící se s touto problematikou, které je nezbytné znát při výrobě kvalitně zobrazujících brýlových čoček jako je rozteč zornic, vzdálenost rohovka-čočka, prohnutí brýlového středu, úhel inklinace a pantoskopický úhel. Dva poslední zmiňované pojmy bývají často v praxi zaměňovány, ale v bakalářské práci bylo vysvětleno, že každý z nich definuje trochu něco jiného.

Další kapitola byla věnována způsobům centrace brýlových čoček, určení správného stanovení vztažného bodu brýlové čočky v obrubě a dodržení dalších podmínek bodového zobrazení jako je střed otáčení oka a velikost zorného pole.

Bakalářská práce je ve své hlavní části uceleným přehledem všech metod měření centračních parametrů potřebných pro výrobu brýlových čoček jako je ruční měření polohy zornic pomocí PD pravítka, zaznačení optických středů fixem na zasklívací fólii či brýlové sklo obruby, měření digitálním pupilometrem a přístrojové měření na moderních kamerových systémech, které navíc dovedou změřit všechny požadované parametry pro výrobu brýlových čoček. Tyto kamerové systémy jsou dnes velkým pomocníkem v získávání přesných dat potřebných pro vyrobení správných brýlových čoček v konkrétní obrubě. V bakalářské práci byly popsány celkem čtyři typy kamerových centračních systémů zastupující přední renomované firmy brýlových čoček. Bylo popsáno, jak fungují, jaké parametry měří, čím se odlišují a co je jejich výhodou nebo naopak nevýhodou.

V bakalářské práci jsou popsány také důsledky chybné centrace jako je navozený klínový účinek decentrací, indukovaný astigmatismus a astigmatismus šikmých paprsků. Nechybí ani kapitola věnovaná přehledu tolerancí, které byly vydány jako norma pro správné zhotovení brýlové korekční pomůcky.

Myslím si, že v každé moderní optice by neměl chybět centrační zaměřovací systém, který optometristovi či optikovi nejen usnadní práci, ale také je pak jeho měření přesnější a toto moderní měření centračních parametrů i velice efektivně působí na zákazníka.

Literatura:

- [1] Kuchyňka P. a kolektiv. Oční lékařství. 2. vyd. Praha: Grada Publishing a.s.; 2016.
- [2] Rozsival P. et al. Oční lékařství. 2. přepracované vyd. Praha: Galén, 2017.
- [3] TUNNACLIFFE, A. H. Introduction to visual optics. 4. vyd. Canterbury: Association of British Dispensing Opticians, 1993.
- [4] Zrcadla a čočky, oko. E-learningový portál Obchodní akademie a hotelové školy Třebíč. <https://moodle.oahstrebic.cz/mod/book/view.php?id=1637&chapterid=271> [online 30.3.2022]
- [5] Synek, S., Skorkovská, Š. Fyziologie oka a vidění, 2. doplněné vyd. Praha: Grada Publishing, 2014.
- [6] Najman L. Centrování brýlových čoček. ČOO. 2011;1:38-9.
- [7] Baštecký R. Praktická brýlová optika. Praha, Česká republika: R+H Optik.
- [8] Individuální parametry. Pol Optic. <http://www.poloptic.com/CZ/opticians-technical-support--pol.html> [online 2.5.2022]
- [9] Brooks CW, Borish IM. System For Ophthalmic Dispensing. Third Edition. Butterworth Heinemann Elsevier, 2007.
- [10] ZEISS Česká Republika. Produktový katalog Zeiss. 2022.
- [11] Najman L. Centrování brýlových čoček – 3. část. Česká oční optika. 2011;3;36:e6. [https://www.4oci.cz/centrovani-brylovyx-cocek-3-cast_4c544]. Online [25.3.2022].
- [12] Najman L. 4. Centrování brýlových čoček – 4. část. ČOO. 2011;4:32-4.
- [13] Hoya Lens CZ a.s. Produktový katalog Hoya. Turnov: Hoya Lens CZ a.s., 2021.
- [14] ESSILOR – Optika, spol. s.r.o. Technické informace 2022/2023. Praha: Lyra Office Building, 2022.
- [15] Rodenstock. Katalog brýlových čoček Rodenstock. 2022.
- [16] Oswald M, Busche M. Visioffice a eyecode: Měření pro perfektní vidění – 1.část: Visioffice. 2020. [<https://docs.google.com/document/d/1ypgeldaOpYlBEMlBwXmJHb2Sp0mj0ITz/edit>]. Online [16.3.2022].
- [17] Rutrle, M. Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometry a oftalmology. 1. vyd. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2001.
- [18] Najman L. Sady vyrovnávacích a přizpůsobovacích kleští. ČOO. 2009;3:52-5.

- [19] Najman L. Centrování brýlových čoček – 3. část. ČOO. 2011;3:36-6.
- [20] Najman L. Vzhledové a funkční tolerance korekčních brýlí. ČOO. 2009;4:54-5.
- [21] Vymyslický I. Individuální progresivní brýlové čočky. Česká oční optika. 2006. [https://www.4oci.cz/individualni-progresivni-brylove-cocky_4c296]. Online [30.3.2022].
- [22] Pupilometr Nidek PM 700. CS Optical. <http://www.csoptical.cz/product,pupilometr-nidek-pm-700,79.html> [online 2.5.2022]
- [23] NAJMAN, Ladislav. Dílenská praxe očního optika. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010.
- [24] Visioffice 2. Essilor Instruments. <https://www.essilorinstruments.cz/centracni-systemy/46-visioffice-2> [online 2.5.2022]
- [25] Visioffice 3. Essilor Instruments. <https://ecp.essilor.co.uk/products/instruments/dispensing/dispensing/visioffice-3> [online 2.5.2022]
- [26] Visioffice. Optivision. <https://optivisionopticians.co.uk/services/visioffice/> [online 2.5.2022]
- [27] Osobní konzultace s Liliana Kmentová, Rodenstock Klatovy. (13.3.2022).
- [28] Jones S. Rodenstock makes the right impression. Optician. 2017. [<https://www.opticianonline.net/news/rodenstock-makes-the-right-impression>]. Online [2.5.2022].
- [29] VisuReal Master. Visu Solution. <https://www.visusolution.com/en/visureal-master-2/> [online 2.5.2022]
- [30] Hoya Corporation. VisuReal Master manual. Tangerhutte, Germany: Ollendorf; 2021.
- [31] VisuReal Master. Danae Vision. <https://optickepristroje.sk/cs/centrovacie-systemy/477-visureal-master.html> [online 2.5.2022]
- [32] VisuReal Master. Hoya Vision. https://www.hoyavision.com/globalassets/__new-hoya-website-asset/blog--article/visureal-master-brochure.pdf [online 2.5.2022]
- [33] VisuReal Master – uživatelský manuál. Visu Solution. https://www.visusolution.com/Service/Marketing/Handbuecher/visuReal_master_benutzerhandbuch_usermanual.pdf [online 2.5.2022]

- [34] Platforma Zeiss Visufit 1000. ZEISS Czech Republic. <https://www.zeiss.cz/vision-care/pro-lekare-ci-optometristy/produkty/pristroje-a-systemy-spolecnosti-zeiss/zeiss-visufit-1000-platform.html>. [online 2.5.2022]
- [35] Carl Zeiss Vision GmbH. VISUFIT 1000; návod k obsluze. Verze 4.0. Aalen, Německo: Carl Zeiss Vision GmbH; 2018.
- [36] Pluháček, F. Korekce zraku: Astigmatismus. Přednáška z předmětu Korekce zraku 1. Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc; 2019.
- [37] SČOO, představenstvo. Zásady posuzování brýlí jako korekční pomůcky. Praha, Česká republika: SČOO; 2006.