

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

**ANNA
POTĚŠILOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů

Porovnání zrakové ostrosti v závislosti na využití korekční pomůcky

Comparison of Visual Acuity Depending on the Used
Corrective Aid

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Anna Potěšilová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Leontýna Varvařovská



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Potěšilová** Jméno: **Anna** Osobní číslo: **499993**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Optika a optometrie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Porovnání zrakové ostrosti v závislosti na využití korekční pomůcky

Název bakalářské práce anglicky:

Comparison of Visual Acuity Depending on the Used Corrective Aid

Pokyny pro vypracování:

Podrobně rozeberte typy refrakčních vad sférických i asférických, jejich měření a možné řešení v dnešní oftalmologické a optometristické praxi. Dále rozvedte korekci zmíněných vad pomocí brýlových a kontaktních čoček. Změřte 20 probandů, u kterých porovnejte zrakovou ostrost dosaženou s brýlovou korekcí a s korekcí kontaktními čočkami. Kromě zrakové ostrosti porovnejte také komfort nošení optické pomůcky. V závislosti na naměřených datech zhodnoťte význam a úspěšnost využitých typů korekce pro jednotlivé skupiny probandů s danou refrakční vadou.

Seznam doporučené literatury:

- [1] D. A. Atchison, G. Smith, Optics of the Human Eye, ed. 1, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000, 269 s., ISBN 0-7506-3775-7
- [2] M. Anton, Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody, ed. 3, Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004, ISBN 80-7013-402-X
- [3] N. Efron, Contact lens practice, ed. 3, Edinburgh: Elsevier, 2018, ISBN 978-0-7020-6660-3

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Leontýna Varvařovská

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2024**

doc. Ing. Petr Kudrna, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

Název Bakalářské práce: Porovnání zrakové ostrosti v závislosti na využití korekční pomůcky

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá vlivem různých korekčních pomůcek na zrakovou ostrost. Nejčastěji využívanou korekční optickou pomůckou jsou v dnešní době brýle, avšak v posledních desetiletích nabírají na významu také kontaktní čočky. Proto je po skončení subjektivní refrakce vždy důležité s klientem probrat jeho individuální požadavky a na základě toho mu doporučit vhodnou optickou pomůcku, ať už brýlové obruby, kontaktní čočky či jejich kombinaci. Pro lepší pochopení problematiky v práci popisuji optická média a zabývám se problematikou refrakčních vad. Dále se zabývám možnostmi měření refrakčního stavu klientů a závěrem zmiňuji typy korekčních pomůcek, které můžeme, jakožto optometristé, doporučit. Praktická část je rozdělena na dvě části. V první části se zaměřuji na měření a následné porovnání stupně zrakové ostrosti dosažené v brýlových a kontaktních čočkách. Ve druhé části vyhodnocuji data z připraveného dotazníku a následně je porovnávám s naměřenými výsledky z první části. Z následné analýzy dat vyplývá, že jsou v dosažení visu v obou zmíněných pomůckách pouze minimální rozdíly.

Klíčová slova:

refrakční vady, korekční pomůcky, porovnání visu

Bachelor thesis title: Comparison of Visual Acuity Depending on the Used Corrective Aid

Abstract:

The bachelor thesis deals with the effect of various corrective aids on visual acuity. The most commonly used corrective optical aid is glasses, but in recent decades contact lenses are also gaining importance. Therefore, after the subjective refraction is completed, it is always important to discuss the individual requirements with the client and recommend the appropriate optical aid, whether spectacle frames, contact lenses or a combination of both. Firstly, for a better understanding of the subject, I describe the optical media and discuss the issue of refractive errors. I follow this with the various possibilities of refractive measurements and conclude by mentioning the types of corrective aids that we, as optometrists, can recommend. The practical part is divided into two parts. The first focuses on the measurement and subsequent comparison of the degree of visual acuity achieved in spectacles and contact lenses. In the second part, I analyzed the data from the prepared questionnaire and then I compared them with the measured results from the first part. Subsequent analysis of the data shows that there are only minimal differences in the achievement of visual acuity in the two aids mentioned.

Key words:

refractive errors, corrective aids, visual acuity comparison

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Leontýně Varvařovské za pomoc při psaní bakalářské práce, za její cenné rady, připomínky k práci a skvělou komunikaci. Dále bych chtěla poděkovat svojí sestře Kláře a dlouholetému rodinnému příteli Janu Kotěrovi, bez kterých by byl průběh studia výrazně složitější.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Porovnání zrakové ostrosti v závislosti na využití korekční pomůcky“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V *Kladně* dne

.....

podpis

Obsah

1. Úvod	1
2. Optická média.....	2
2.1. Slzný film	2
2.2. Rohovka.....	2
2.3. Čočka	4
2.4. Sklivec	5
2.5. Sítnice	6
3. Refrakční vady.....	8
3.1. Emetropie	8
3.2. Ametropie	9
3.2.1. Myopie.....	9
3.2.2. Hypermetropie	11
3.2.3. Astigmatismus	12
4. Vyšetřovací metody refrakčních vad	15
4.1. Anamnéza	15
4.2. Objektivní refrakce	15
4.2.1. Retinoskopie	16
4.2.2. Autorefraktometrie	17
4.3. Subjektivní refrakce.....	18
4.3.1. Optotypy	18
4.3.2. Refrakce pomocí brýlové skříně.....	19
4.3.3. Foropter	20
4.4. Vyšetření pro aplikaci kontaktních čoček	20
5. Druhy korekce refrakčních vad	23
5.1. Korekce brýlovými čočkami	23
5.2. Korekce kontaktními čočkami.....	24
5.2.1. Měkké kontaktní čočky	25
5.2.2. Tvrdé kontaktní čočky	25
6. Experimentální část	27
6.1. Úvod.....	27
6.2. Metodika měření a popis respondentů	27
6.3. Výsledky	28

7.1.1. Výsledky zrakové ostrosti naměřené ve vyšetřovně.....	30
6.3.2. Výsledky subjektivních pocitů probandů vyhodnocených dle dotazníku	34
6.4. Diskuse.....	37
7. Závěr.....	39
Seznam použité literatury	40
Seznam symbolů a zkratk	45
Seznam obrázků.....	46
Přílohy	47

1. Úvod

Historie kontaktních čoček sahá až do dob slavného Leonarda Da Vinciho, který se jako první o tuto možnost řešení korekce zajímal. Dále vývoj provázelo několik dalších významných jmen, přičemž rozhodně nesmíme opomenout Ottu Wichterleho, který kontaktní čočku dovedl již do podoby, jak jí známe dnes. Tento vynález se pro mnohé stal nedílnou součástí jejich životů. Učinily sport svobodnějším pro ty z nás, kteří se bez své korekce nemohou obejít. Nutno ale podotknout, že nošení čoček má i svá úskalí, zejména pokud není dodržována doporučená péče a s tím spojená hygiena. Při závažnějších problémech je dokonce nutné přerušit užívání kontaktních čoček a navrátit se k brýlové korekci.

Při své práci se jakožto optometristi a kontaktologové pravidelně setkáváme s oběma typy korekčních pomůcek. Naším úkolem je v takovém případě pro klienta vybrat nejvhodnější možnou korekci, a to ať už z hlediska zrakové ostrosti, tak komfortu během nošení. Cílem této bakalářské práce je zjistit, zdali je možné z hlediska dosažené zrakové ostrosti považovat jednu z korekčních pomůcek za vhodnější. Výsledek této práce by s ohledem na zrakovou ostrost mohl pomoci usnadnit výběr vhodné korekční pomůcky pro různé typy refrakčních vad.

2. Optická média

Pro pochopení tématu je potřeba detailněji rozebrat optická média, bez jejichž fyziologické funkčnosti bychom nemohli ostrý obraz vytvořit. Paprsek jako první projde slzným filmem, následně rohovkou a postupuje dále dovnitř oka, kde dopadá na sítnici, ideálně do místa žluté skvrny. Případy, kdy paprsek dopadá mimo místo nejostřejšího vidění budou probrány v následujících kapitolách.

2.1. Slzný film

Za pomoci pohybu očních víček jsou slzy roztírány po celém povrchu spojivkového vaku, a tím zajišťují výživu rohovky. Slzy vznikají v slzné žláze ve *fossa glandulae lacrimalis*¹, která vyprodukuje 1,2 ml slz denně.² Slzný film je mírně zásaditý a skládá se ze tří vrstev. Jeho zásaditý charakter je zapříčiněn složením, ve kterém převažuje voda, která je dále doplněna o množství solí, jako je například chlorid sodný, nebo také o cukr, močovinu, proteiny a lysozym.³

Nejsvrchnější vrstva se nazývá lipidová. Díky svému složení zabraňuje odpařování slzného filmu. Prostřední, vodní vrstva, je nejtlustší a zásobuje rohovku atmosférickým kyslíkem. Vrstva nejbližší oku je mucinová vrstva, která obsahuje glykoprotein tvořící hydrofobní povlak, který umožňuje navázat hydrofilní složky slzného filmu. Také zajišťuje kvalitní přilnutí slzného filmu k rohovce.^{1, 3, 4}

2.2. Rohovka

Rohovka by měla být z fyziologického hlediska avaskulární, hladká, relativně dehydratovaná a zejména transparentní. Její průhlednost je zapříčiněna mnoha faktory, například pravidelností krycího epitelu, uspořádáním extracelulární složky ve stromatu, či již zmíněnou bezcévnatostí. Transparenci můžeme mimo jiné vysvětlit jako schopnost rohovky přenášet světlo. Tedy plně funkční rohovka rozptyluje pouze 1 % přicházejícího světla. Hydratace rohovky je zajištěna z okolního prostředí za pomoci slzného filmu, komorové vody a limbu. Prostřednictvím limbu proniká do rohovkového stromatu voda. Dále hydrataci rohovky udržují ionty Na⁺, které transportují endotelové buňky.^{1, 3, 5}

Vývoj rohovky začíná v 5. týdnu od početí, a to tak, že mezi její epitel a oční pohárek vrůstá mezenchym neutrální lišty, který nejprve tvoří endotel rohovky a trabekulum

komorového úhlu. Jako další přichází na řadu tvorba rohovkového stromatu a poslední etapu vývoje zakončuje duhovkové stroma.^{1, 6, 7}

Po narození dítěte rohovka roste nejrychleji v prvních měsících života. Okolo jednoho roku se růst stabilizuje a dosahuje stejné velikosti jako u dospělého jedince. Oko novorozence dosahuje lomivosti 48,5 dioptrií, ale po půl roce klesá na fyziologických 43-45 dioptrií v akomodačním klidu.⁸ Průměrně rohovka měří ve vertikální ose 11,5 mm a 12 mm v ose horizontální. Uprostřed je nejtenčí a směrem k limbu její tloušťka narůstá až přechází na skléru.

Rohovka se skládá z pěti vrstev, ačkoliv se dle některých pramenů hovoří o šesti. Jako první můžeme označit přední endotel rohovky, který kryje rohovku vícevrstevným dlaždicovým epitelem a je pokračováním epitelu spojivky. Končí zde množství nervových zakončení, a proto můžeme rohovku označit za nejcitlivější tkáň v lidském těle. Buňkami je zde vytvářena semipermeabilní membrána, která je velice potřebná pro zachování mechanických a optických vlastností rohovky. Epitel je tvořen 5-6 vrstvami buněk, které jsou obměňovány zhruba v šestidenním cyklu za předpokladu, že nekeratinizují, a že nebude poškozena následující vrstva – Bowmanova membrána.^{1, 3, 9, 10}

V Bowmanově membráně jsou obsaženy proteoglykany a kolagenní fibrily typu I a III, které jsou připojeny k bazální membráně. V té můžeme sledovat tzv. *gap junction*, což můžeme dále specifikovat jako mikroskopické kanálky, které se zasluhují o spojení buněčné membrány. Bowmanova membrána je odolná vůči mechanickému poškození a pronikání infekcí, ale neregeneruje. Pokud je membrána jakkoliv zasažena, hojí své poranění jizvou, která mimo jiné způsobuje snížení transparentnosti rohovky.^{1, 4, 9}

Za základní vrstvu rohovky je bezesporu považována stroma (= *substantia propria corneae*). Stroma tvoří cca 90 % celkové tloušťky rohovky.^{3, 5} Jejím hlavním stavebním kamenem je kolagen a proteoglykany. Kolagenní vlákna jsou rozložena po celé ploše rohovky až k limbu, kde vytvářejí prstenec široký v rozmezí 1,5-2,0 mm, který udržuje zakřivení rohovky. Obě složky se podílejí na celkové hydrataci stromatu.⁹

Nově byla v roce 2013 pojmenována profesorem Harminderem Duou a jeho spolupracovníky tzv. Pre-descemetová, nebo také Duova vrstva, která je silná 5-20 μm. Duova vrstva je složena z 5-11 kompaktních lamel složených z kolagenních vláken. Její funkcí je oddělit poslední vrstvu keratocytů od Descemetovy membrány.¹¹

Descemetova membrána je další bazální membránou v rohovce. Slouží jako přechodný bod mezi stromou a poslední rohovkovou vrstvou – tedy endotelem. Descemetova membrána

má u novorozence tloušťku přibližně 3 μm . Vlivem stárnutí se toto číslo mnohonásobně zvyšuje a ke stáří čítá až 10-15 μm .^{9, 10}

Poslední vrstvou je endotel, ve kterém dochází k tvorbě buněk v Descemetově membráně. Je tvořen z jedné vrstvy hexagonálních buněk, které mají téměř nulovou schopnost mitotického dělení, tedy není možná jejich obměna. Prostor, který vznikne po zániku buňky je záhy zaplněn zvětšenou buňkou sousední.^{4, 10} Normální počet těchto buněk po narození se pohybuje mezi 3500-5500 buněk/ mm^2 , přičemž se jejich počet snižuje cca o 0,5 % za rok. Pokud během života poklesne číslo pod hranici 800 buněk/ mm^2 , nastane stav, kdy zbývající buňky nestíhají odstraňovat vodu ze stromatu, a tím dochází k tvorbě edému rohovky a epitelu.^{9, 10}

2. 3. Čočka

Čočka je avaskulární, transparentní tkáň, která je nezbytná pro fokusaci světelných paprsků na sítnici. Čočka je bikonvexního tvaru, ale její plochy nemají stejné zakřivení. Přední plocha je zakřivená méně, poloměr jejího zakřivení činí 9-10 mm. Důležité podotknout, že přední plocha ohraničuje zadní komoru a naléhá zezadu na otvor v duhovce – tedy zornici. Oproti tomu zadní strana má poloměr zakřivení 5-6 mm a je již vložena do tzv. *fossa hyaloidea* ve sklivci. Centra přední a zadní plochy se nazývají póly. Tloušťku čočky určujeme jako vzdálenost od předního pólu k zadnímu. Tloušťka neakomodované čočky činí 3,5 až 5 mm a každý rok se zvětší o 0,02 mm. *Equator lentis* je místo, kde se obě plochy čočky spojují.^{4, 7, 10, 12} Celkový průměr čočky se pohybuje mezi 9-10 mm, přičemž se ale mění její optická mohutnost v závislosti na již zmiňované akomodaci.

Akomodace je proces, při kterém oko mění tvar čočky při změně pohledu z dálky do blízka a naopak. Změna tvaru čočky je vyvolána kontrakcí ciliárního svalu.¹³ Optická mohutnost u neakomodované čočky v mládí čítá k +20 dioptriím, závisí na zakřivení povrchu optických médií, jejich indexu lomu a na délce optické dráhy.¹² Důležitým pojmem je také akomodační amplituda, která dosahuje svého maxima 14 dioptrií, a to ve věku 8-12 let, s přibývajícím věkem ubývá a přibližně v 50 letech se blíží nule.^{12, 14}

Vývoj čočky je zaznamenán již v prvním měsíci těhotenství, kdy se postupně začínají přetvářet optické váčky, přes čočkovou ploténku, až k samotnému čočkovému váčku. Okolo 49. dnu se vytváří fetální čočkové jádro. V závěru 3. měsíce těhotenství se již diferencují jemná vlákna závěsného aparátu čočky. V době narození se hmotnost čočky pohybuje okolo 90 mg a v průběhu života nadále roste až do dospělosti, kdy se její hmotnost blíží k 255 mg.^{1, 4, 7}

Čočka je uložena v pevném, pružném a zároveň tenkém pouzdře zvaném *capsula lentis*. Pouzdro čočky obklopuje obsah čočky po celé ploše, ale není pevně srostlé s žádnými hlubšími částmi čočky, a proto se dá při chirurgických zákrocích poměrně snadno oddělit. Kapsle je bazální membrána a časem se stává nejhustší v těle. Její tloušťka se liší podle umístění. Na zadním pólu je nejtenčí (přibližně 3,5 μm) a s věkem se její tloušťka nezvětšuje. Tloušťka v místě equátoru se oproti tomu s věkem mírně zvyšuje, kdy v průměru odpovídá 7 μm . Tloušťka pouzdra na předním pólu s věkem postupně stoupá, a to přibližně na 11-15 μm .^{1, 7, 12}

Struktura čočky je principiálně podobná cibuli – obě mají určitý počet vrstev, v našem případě je jedná o vlákna čočky. Řez ekvátorem čočky ukazuje, že vlákna řezaná v průřezu mají většinou tvar šestiúhelníku a jsou uspořádány do soustředných prstenců.¹² Jedná se o jednoduchý krychlový epitel, který je omezen na přední plochu čočky. Směrem k equátoru se buňky prodlužují, a tím se stávají více sloupcovité. Tyto podlouhlé buňky jsou známé jako *fibrae zonulares* neboli čočková vlákna. Čočková vlákna jsou v některých místech na přední a zadní ploše spojena ve třech švech, které mají na přední ploše tvar písmene Y a na zadní ploše naopak obráceného.⁷ Tyto švy jsou ale zřetelné pouze u dětí, protože v průběhu věku dochází k sekundárnímu větvení a vzniká tak obraz různě uspořádaných hvězdic.^{1, 10, 12} Svrchní část čočky je mnohem měkčí a tvořena diferenciovanými vlákny. Nazýváme ji *cortex lentis*. Oproti tomu čočkové jádro – *nucleus lentis* je poměrně tužší a bezstrukturní. Tato nukleární část je vývojově vůbec nejstarší částí celé čočky.¹

2. 4. Sklivec

Přestože se sklivec přímo neřadí mezi optická média, v důsledku jeho rozdílného indexu lomu oproti okolním strukturám, ovlivňuje procházející světlo, a tím plní neméně důležitou funkci. Sklivec je vázán s čočkou zonuly řasnatého tělesa a zezadu sítnicovými pohárky. Je to inertní, avaskulární, průhledná, viskoelastická struktura, která se skládá kromě vody také z kolagenu a kyseliny hyaluronové. Tyto složky tvoří hydrofilní gel, který řídne v důsledku stárnutí, vysoké myopie, či chemického nebo mechanického poškození. Sklivec má objem přibližně 4 ml a tvoří asi 80 % celého objemu oka.^{3, 7, 10, 12, 13}

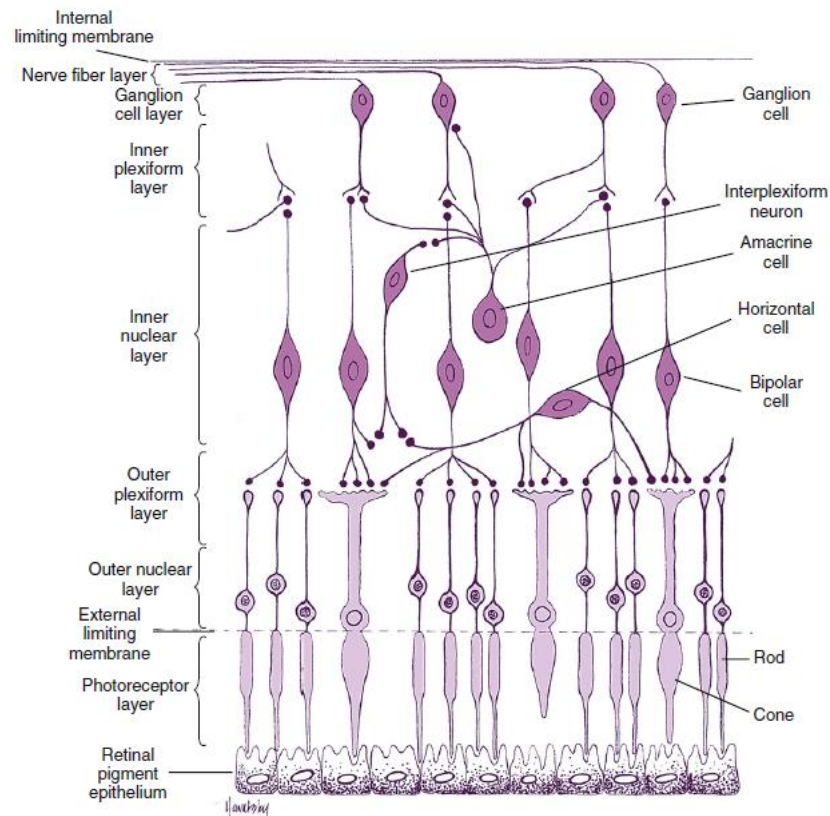
2. 5. Sítnice

Sítnice je komplexní, vícevrstvá struktura a je nejvnitřnější ze tří vrstev oka. Nachází se mezi cévnatkou a sklivcem a je kontinuální s epiteliálními vrstvami řasnatého tělíska, s nimiž má stejný embryologický původ. Přicházející světelné paprsky dopadají skrz optická média a jsou zaměřena na sítnici. Světelná energie se pak přemění na nervové impulsy, které se přenášejí signály do mozku, kde jsou dekodovány a analyzovány. Centrální část sítnice, zvaná makula, je odpovědná za naše centrální vidění. Mimo jiné také díky velkému zastoupení fotoreceptorů umožňuje barevné vidění s nejvyšší dosažitelnou ostroší.^{10, 12, 13, 15}

Sítnici můžeme rozdělit na dvě hlavní části, a to na optickou (*pars optica retinae*) a slepou část (*pars caeca retinae*), které jsou od sebe odděleny klikatě probíhající zubovitou linií, nazývanou se *ora serrata*.⁷ Kromě toho lze sítnici rozdělit také na senzoryckou část, která využívá funkcí fotoreceptorů, tj. tyčinek a čípků; a neurální část sítnice, která je podstatně složitější. Skládá se z interneuronů – bipolárních, horizontálních, amakrinních buněk a projekčních neuronů jimiž jsou gangliové buňky, které zajišťují první kroky při zpracování vizuální informace.¹⁵ Sítnice je uspořádána v 10 následujících vrstvách:

1. Pigmentový epitel – Jeho vrstva je složena z 6-8 milionu buněk hexagonálního tvaru, které jsou umístěny na vnější straně sítnice a každá z buněk interaguje s 30-40 fotoreceptory.^{3, 12}
2. Vrstva fotoreceptorů – Obsahuje vnitřní i vnější segment tyčinek a čípků, které zajišťují fotopické i skotopické vidění. Jsou zde první neurony zrakové dráhy.^{6, 12}
3. Vnější limitující membrána – Je složena ze *zonula adherens*, díky kterým vzniká spojení mezi fotoreceptorovými buňkami navzájem a také mezi fotoreceptory a Müllerovými buňkami na úrovni vnitřních segmentů.¹²
4. Vnější jádrová vrstva – Vzniká větvením axonů jader tyčinek a čípků s dendrity bipolárních buněk.^{7, 12}
5. Vnější plexiformní vrstva – Také nazývána jako vnější synaptická vrstva má široký vnější pás složený z vnitřních vláken tyčinek a čípků a užší vnitřní pás skládající se ze synapsí mezi fotoreceptorovými buňkami a buňkami z vnitřní jádrové vrstvy.^{3, 7}
6. Vnitřní jádrová vrstva – Skládá se z těl horizontálních, bipolárních, amakrinních buněk, interplexiformních neuronů, Müllerových buněk a někdy i buněk gangliových, jsou-li decentrovány. Druhý neuron zrakové dráhy.^{6, 12}
7. Vnitřní plexiformní vrstva – Obsahuje jádra bipolárních buněk a tvoří jejich spojení spolu s gangliovými buňkami.^{3, 7}

8. Vrstva gangliových buněk – Zde jsou umístěny velké gangliové vrstvy. Třetí neuron zrakové dráhy.^{6, 12}
9. Vrstva nervových buněk – Skládá se z axonů gangliových buněk, které probíhají paralelně na povrch sítnice; jejich vlákna postupují do optického disku, otočí se do pravého úhlu a vychází z oka jako zrakový nerv.¹²
10. Vnitřní limitující membrána – Odděluje sítnici od sklivce.³



Obrázek 2.1: Vrstvy sítnice¹²

3. Refrakční vady

Fyziologicky zdravé oko si můžeme představit jako fotoaparát, či kameru. Jeho zaměřovacími prvky jsou rohovka a čočka a jako „film“ nám slouží sítnice. Oko je konstruováno tak, že vzdálené předměty vytvoří obraz na sítnici, který je sice převrácený, ale díky jeho zpracování v mozku dojde k jeho přetočení. Než ale paprsky světla dopadnou na sítnici, procházejí postupně optickými médii, která jsou všechna hustší než vzduch, tzn. že se po prostupu každou z nich světelné paprsky vždy zlomí. Pokud světlo nedopadne přímo na sítnici, bavíme se již o refrakčních vadách, které jsou nejčastějšími očními poruchami, nikoliv však nemocí.

Refractive power of the eye		
• Total	:	+60 D
• Cornea	:	+44 D
• Lens	:	+16 D
Refractive indices of the media of the eye		
• Cornea	:	1.37
• Aqueous humour	:	1.33
• Crystalline lens	:	1.39
• Vitreous humour	:	1.33
Refractive indices of the other media		
• Air	:	1
• Water	:	1.33
• Tear fluid	:	1.338
• HEMA	:	1.43
• PMMA	:	1.496
• Spectacle, crown glass	:	1.52

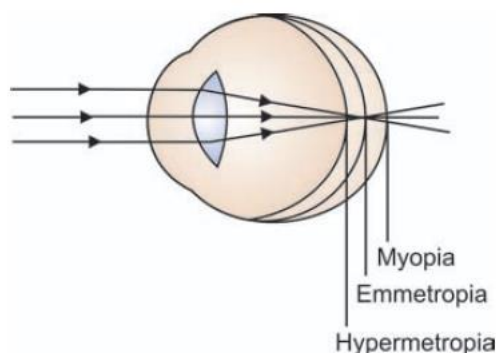
Obrázek 3.1: Optická mohutnost očních médií a indexy lomu různých prostředí ⁴

3.1. Emetropie

Emetropie je stav bez refrakčních vad. Emetropické oko je však mírně hypermetropické pro červené paprsky a myopické pro zelené paprsky. Při narození je oko hypermetropické cca +2 až +3 D. Pokud vývoj zraku postupuje dle fyziologické normy, obvykle se oko stane emetropické ve věku 5 až 7 let.⁴ Průměrná síla normálního emetropického oka je +58 až +60 D (+43 D rohovka, +17 D čočka). Většině emetropických očí odpovídá délka přibližně 24 mm.³

Normální vidění je klinicky definováno jako schopnost rozlišit objekty, které se zobrazují na sítnici pod úhlem 5' a jejich šířka odpovídá 1' při pohledu na 20 stop, pro naše podmínky 6 metrů. Výsledný visus by tedy odpovídal zápisům 20/20, 6/6 nebo 1,0.¹⁶ Oko je považováno za emetropické, pokud paralelní paprsky světla jdoucí z nekonečna jsou fokusovány do ohniska na sítnici (*fovea centralis*) s nulovým akomodačním úsilím. Tedy neexistuje žádná chyba lomu

a mladé oko dokáže pohodlně vidět na všechny vzdálenosti. V případě, že paprsky dopadají buďto před, nebo za sítnici, jedná se již o ametropii.¹⁷



Obrázek č. 3.2: Dopad světla na sítnici při emetropii a ametropii¹⁸

3.2. Ametropie

Ametropie je refrakční stav, kdy paralelní paprsky nejsou zaostřeny na sítnici při minimálním akomodačním úsilí. Stejně jako u emetropie, zmíněná definice ametropie se vztahuje na vidění do dálky. Ametropii dělíme na tři typy: myopie, hypermetropie a astigmatismus, přičemž všechny jsou korigovány pomocí brýlí nebo kontaktních čoček, či ve vhodných případech mohou být eliminovány podstoupením refrakční chirurgie.^{19, 20}

3.2.1. Myopie

Myopie je typ refrakční vady, při které se jedinci vzdálené předměty jeví rozmazaně.¹⁷ Daleký bod již není v nekonečnu, ale přibližuje se k oku v závislosti na velikosti refrakční vady. Například člověk s refrakční vadou -2,00 dioptrie bude vidět předměty jasně ve vzdálenosti ½ metru před okem a na všechny vzdálenosti blíže k oku.¹⁶ Myopie je stav, kdy se do oka dopadající paralelní světlo láme do ohniska před sítnici, poté se rozchází, a tím se v místě makuly vytvoří rozmazaný kruh. To může být způsobeno větší délkou oka, silou refrakčního média nebo kombinací obojího. Díky své nadměrné lomivé síle může oko poskytnout jasný obraz do blízka, dokonce bližší než u emetropického oka stejného věku. Z tohoto důvodu je myopie často označována jako krátkozrakost. Korekce probíhá za pomoci rozptylné (konkávní) čočky.^{5, 20}

Neodmyslitelnými subjektivními příznaky myopie je rozmazané vidění do dálky, fotofobie, či zhoršené vidění za skotopických podmínek. Pacient si ulevuje mhouřením oční šterbiny. U dětí je nejčastějším problémem vidění na tabuli. Méně častými příznaky mohou být bolesti hlavy, nebo také fenomén *muscae volitantes* - tzv. létající mušky.^{3, 17, 21} Mezi projevy

řadíme výrazné oči, velkou zornici a hlubokou přední komoru. Může být přítomno zjevné divergentní šilhání.^{3, 17}

Nezákladnější rozdělení myopie je podle hodnoty lomivosti, a to na *myopia levis* (lehká forma do -3,00 D), *myopia modica* (střední forma do -6,00 D) a *myopia gravis* (těžká forma nad -6,00 D).⁶ Dalším dělením je dle hlavní příčiny vzniku, a to na **axiální** (kdy je primární příčinou prodloužení délky oka – 1 mm odpovídá -3,00 D), **kurvturní** (příčinou je zvýšená lomivost rohovky, nebo čočky – pokles poloměru rohovky o 1 mm odpovídá -6,00 D), **indexová** (zvýšená lomivost čočky, např. u nukleární katarakty), nebo jejich kombinaci.^{3, 4, 6, 7}

Některé zdroje^{3, 4, 17} také uvádí následující rozdělení. **Vrozená** myopie je přítomna již při narození. Může být jednostranná i oboustranná, přičemž její refrakční chyba obvykle sahá k -8,00 až -10,00 D. Vrozená myopie bývá v adolescenci většinou konstantní. Její bilaterální forma může být dále spojena např. s konvergentním šilháním. **Jednoduchá** myopie je nejčastějším typem krátkozrakosti, který vyplývá z normálních biologických procesů při vývoji oka. Vada se zvyšuje obvykle během let studií a pak zůstává stabilní. Tento typ krátkozrakosti není spojen s žádnou degenerativní změnou, proto by na fundu neměly být viditelné žádné patologické změny sítnice. Progreduje pouze do dospívání, kdy její hodnoty dosahují maximálně k -6,00 D. **Patologická myopie (progresivní)** je důsledek rychlého axiálního růstu oční bulvy. Jedná se o typ degenerativní myopie, která je dědičná. Začíná ve věku 5-10 let a postupně se zvyšuje. V rané dospělosti může dosahovat k -15,00 D, v extrémních případech až -20,00 D. K degenerativním změnám na sítnici jsou náchylnější ženy²², Židé a Japonci.^{3, 4} Je také spojena s nadměrnou akomodací a konvergencí při práci do blízka.³

K získané myopii dochází v důsledku expozice různými léčivými, zvýšení hladiny glukózy, či zvýšení zakřivení rohovky u stavů, jako je např. ektázie rohovky. Jiným typem získané myopie je tzv. pseudomyopie, ke které dochází v důsledku nadměrné akomodace, a tím způsobeného spasmu ciliárního svalu²³, což může způsobovat silné bolesti hlavy s astenopickými obtížemi.⁴ Speciálním případem je noční myopie, která nastává při snížení světelných podmínek. V důsledku toho dochází k dilataci zornic, při které na sítnici dopadá širší svazek paprsků, který způsobuje neostré vidění.^{4, 23}

Pro korekci myopie u dospělých využijeme vždy nejnižší naměřenou rozptylnou čočku, se kterou má vyšetřovaný nejlepší visus. Zbytečně vyšší korekce navozuje akomodaci, a tím i větší námahu pro oko klienta.⁶ Progresivní myopie u dětí je korigována plnou refrakcí. Pro omezení její progresy se využívá Atropinových kapek (v 0,01-0,1% koncentraci),

ortokeratologických, kontaktních (MiSight, firma CooperVision) či brýlových (Miyosmart, firma Hoya) čoček.²⁴⁻²⁸

Myopie může provázet také jiná onemocnění, například nukleární sklerózu – typ katarakty, která zvyšuje lomivost čočky, kvůli čemuž je oko více myopické. Důkazem jsou pacienti pocíťující zlepšení zraku do blízka. Pacienti s extrémním stupněm krátkozrakosti jsou náchylnější k odchlípení sítnice, makulární degeneraci a primárnímu glaukomu s otevřeným úhlem.²⁹ Dalšími nemocemi spojenými s myopií jsou *mikroftalmus*, *mikrocornea*, vrozený glaukom, nebo Marfanův či Turnerův syndrom.⁴

Myopie je v dnešní době nejrozšířenější refrakční vadou.⁶ Nedávná studie odhaduje, že v současnosti je krátkozrakých v průměru 30 % světové populace a do roku 2050 bude myopií trpět téměř 50 %, což je ohromujících 5 miliard lidí.³⁰

3.2.2. Hypermetropie

Hypermetropie je klasifikována jako nedostatečná lomivá síla oka v klidovém akomodačním stavu. V takovém případě se paralelní paprsky jdoucí z nekonečna nefokusuji na sítnici. Vzhledem k velikosti oka, či nedostatečné lomivosti očních médií se sbíhají za sítnicí a vytvářejí tak na ní rozmazaný kruh. Zaostrovací schopnost hypermetropického oka lze zvýšit reflexně nebo automaticky akomodací. To však může způsobit astenopické obtíže, popř. strabismus, což má za následek diplopii, v krajní mezi supresi jednoho oka. Kvůli nedostatku lomivé síly může oko mladého člověka poskytovat jasné vidění na dálku za předpokladu, že má dostatečné akomodační rezervy. Díky aktivnímu použití těchto rezerv mohou mladí hypermetropové překonat deficit způsobený refrakční vadou a mít tak velice dobrý naturální visus. Z tohoto důvodu je hypermetropie často označována jako dalekozrakost. Vidění na blízko však bude rozmazané, protože oku nezbyde již žádná akomodační rezerva. To se může začít projevovat až okolo třicátého roku života. Potřeba brýlí na čtení v důsledku presbyopie vzniká dříve než u emetropického člověka. Stárnutí snižuje amplitudu akomodace, což má za následek kromě rozmazaného vidění na blízko také vliv na vidění do dálky.^{6,7,16,20,29}

Hlavní příznaky jsou zaznamenávány zvláště večer po delší práci na blízko. Ačkoliv může být často hypermetropie jinak bezpříznaková, část pacientů se potýká s tzv. astenopickými potížemi, mezi které patří například bolesti hlavy, spojivková injekce, slzení, pálení či bolesti očí.^{3,6,7,17}

Základní rozdělení hypermetropie dle příčiny na **axiální** (nedostatečná předozadní délka oka) a **refrakční**. U refrakční hypermetropie je předozadní délka oka ve standardu, ale lomivost optických médií je pod fyziologickou normou. Tento typ se dále dělí na hypermetropii **rádiusovou** (rohovka je plošší, a tím i méně lomivá) a **indexovou** (výrazně nižší index lomu optických médií). Dle lomivé síly oka dělíme též na **hypermetropia levis** (do +3,00 D), **modica** (do +5,00 D) a **gravis** (více než +5,00 D).⁶

Nejdůležitější je však rozdělení podle schopnosti oka kompenzovat vadu za pomoci akomodace.^{4,6} Celková míra hypermetropie je souhrnně označována jako hypermetropie totální (**hypermetropia totalis**). Dá se zjistit pouze v cykloplegii, tedy po ochrnutí ciliárního svalu za použití cykloplegických kapek např. Atropinu.^{6,7,17}

Latentní hypermetropie neboli skrytá (**hypermetropia latens**), se vyskytuje převážně u mladých hypermetropů, kteří mají dostatečně elastickou čočku a normální fyziologický tonus ciliárního svalu. Proto je pro zjištění vady nutno pacientovi nakapat cykloplegika, která paralyzují ciliární sval, a tím odhalí refrakční deficit. Schopnost bezproblémového vidění i s příchodem presbyopie rapidně klesá.^{3,4,6}

Manifestní hypermetropie (**hypermetropia manifesta**) je naopak zjevná, zejména pro doprovodné astenopické obtíže. Rozdělit ji můžeme na **fakultativní** a **absolutní**. Fakultativní hypermetropie se projevuje hyperfunkcí ciliárního svalu a zvýšenou akomodací, která je ale ještě překonána. Oproti tomu je hypermetropie absolutní, kterou již nelze překonat aktivním akomodačním úsilím.^{3,6,17}

Korekci provádíme pomocí plusových (konvexních) čoček.⁵ U dospělých se řídíme podle kvality dosaženého visu, velikosti vady a přítomností astenopických obtíží. Pokud klient nemá subjektivní obtíže, nemusíme slabou brýlovou korekci předepisovat.⁶ Obecně platí, že předepisujeme nejsilnější spojku, abychom vyřadili akomodaci a vyšetřovaný se tak nemusel zbytečně namáhat. Hypermetropičtí pacienti jsou náchylnější ke glaukomu s uzavřeným úhlem, protože jejich menší oči mají větší pravděpodobnost mělké přední komory, a tím i úzkým úhlem.²⁹

3.2.3. Astigmatismus

Astigmatismus je oproti předešlým refrakčním vadám vadou asférickou. Astigmatismus nastává, když rohovka nemá v horizontální a vertikální ose rovnoměrné zakřivení. Dobře představitelná je analogie s fotbalovým míčem, který představuje fyziologickou rohovku a ragbyový míč, který představuje rohovku zatíženou astigmatismem. Toto nerovnoměrné

zakřivení má za následek nestejně zaostření v různých meridiánech, které oko nemůže kompenzovat akomodací. Astigmatismus lze korigovat čočkou, která má sílu pouze v jednom meridiánu (válcí). Případně lze rovnoměrně zakřiveného povrchu dosáhnout nasazením tvrdé kontaktní čočky s vhodnými parametry.^{23, 29, 31, 32}

Astigmatismus existuje do jisté míry prakticky v každém oku. Hlavní příčinou vzniku fyziologického astigmatismu je tonus horních víček na rohovku, jehož hodnoty sahají maximálně k 0,50 D a jsou zanedbatelné.³¹ Astigmatismus se může vyskytovat buďto v kombinaci se sférickou ametropií, nebo samostatně. Z patologického hlediska vzniká změna tvaru rohovky například meibomskou cystou, která již silně tlačí na rohovku, a tím způsobuje zkreslení obrazu.^{23, 31} Nejčastějšími příznaky astigmatismu je mhouření očí, či kompenzační náklon hlavy. Astenopické potíže se mohou vyskytnout u menších, až středních astigmatických vad.⁶

Jednoduchý astigmatismus (*astigmatismus simplex*) je stav, kdy prostupuje paralelní světlo okem a vytvoří jednu linii na sítnici a druhou buď vpředu nebo vzadu, tedy jedna fokála je emetropická a druhá ametropická. Pokud se mimo sítnici vytvoří ohnisko před sítnicí, označuje se jako jednoduchý myopický astigmatismus (*ast. simplex myopicus, obr. 3.3 A*), pokud dopadne za sítnici, nazýváme ho hypermetropickým (*ast. simplex hypermetropicus, obr. 3.3 B*).^{4, 7, 23} O složeném astigmatismu (*astigmatismus compositus*) hovoříme tehdy, kdy se obě ohniska zobrazují buďto před sítnicí (*ast. Compositus myopicus, obr. 3.3 C*), nebo za sítnicí (*ast. Compositus hypermetropicus, obr. 3.3 D*). Smíšený astigmatismus (*astigmatismus mixtus, obr. 3.3 E*) má jedno ohnisko před a druhé za sítnicí.^{7, 31}

Základní rozdělení astigmatismu je na pravidelný a nepravidelný. Normální **pravidelný** astigmatismus představuje dva meridiány k sobě navzájem kolmé. Když je vertikální meridián zakřivenější než horizontální, hovoříme o astigmatismu **podle pravidla** a korigujeme ho mínusovým cylindrem v ose 180° ($\pm 20^\circ$). Astigmatismus **proti pravidlu** má více lomivý meridián horizontální a je korigován mínusovým cylindrem v ose 90° ($\pm 20^\circ$).⁶

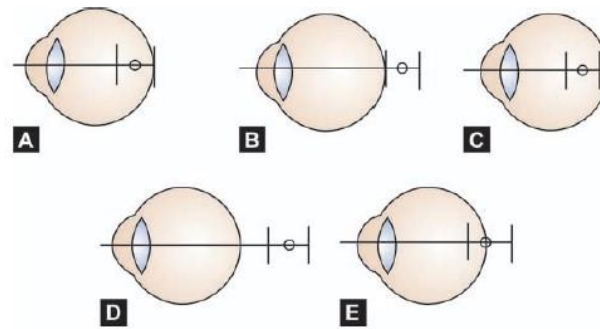


Fig. 9-4: Types of astigmatism, O = Circle of least diffusion

Obrázek 3.3: Typy astigmatismu¹⁸

Nepřavidelný astigmatismus nemá osy v pravém úhlu a obvykle vyplývá ze sekundární příčiny, jako je onemocnění či trauma rohovky - např. *keratokonus*, *keratoglobus*, *pterygium*, adheze čočky k duhovce, subluxace oční čočky, nebo jako následek operace katarakty.^{23,31}

Astigmatismus je korigován v závislosti na typu. Pravidelný astigmatismus lze bez problému korigovat brýlovými, či měkkými kontaktními torickými čočkami.^{4,17} Pokud není vyšetřovaným subjektivně tolerován, redukuje jeho hodnoty dle pravidel sférického ekvivalentu.⁶ Nepřavidelný astigmatismus může být korigována pouze tvrdými kontaktními čočkami, které vytvářejí slznou čočku mezi deformovanou rohovkou a zadním povrchem kontaktní čočky se sférickou přední plochou. Kontaktní čočka se tak arteficiálně stane novou přední sférickou plochou oka.^{23,31}

4. Vyšetřovací metody refrakčních vad

Následující kapitola se zabývá postupy a technikami pro stanovení refrakce. Techniky můžeme rozdělit do dvou skupin, a to na objektivní, tedy za pomoci přístrojů, a subjektivní, kdy se řídíme dle osobního vnímání klienta. Obojí má svá úskalí, proto musíme výsledky brát s rezervou a řídit se zejména podle našich nabytých znalostí a zkušeností.

4.1. Anamnéza

Anamnéza je spolu s aspekcí považována za nezbytnou součást každého vyšetření. Díky anamnéze můžeme již odhadnout následující postup a výsledek refrakce. Jako úplně prvním bodem ještě před samotnou anamnézou je vytvoření hlavičky karty o pacientovi. Zajímá nás jméno, příjmení, rodné číslo (případně jen věk), telefonní kontakt. Dále se ptáme na druh zaměstnání, sociální prostředí, popřípadě volnočasové aktivity. To nám pomůže k vytvoření si představy o tom, v jakém prostředí se pacient pohybuje, a tedy jaký způsob korekce je pro něj nejvhodnější.

Jako první zjišťujeme, co pacienta přivádí. Je vhodné pokládat otevřené otázky a vyhýbat se interpretacím, tedy je ideální zaznamenávat si přesné klientovy odpovědi.²³ V **osobní anamnéze** se zaměřujeme na celkové zdravotní potíže, které klient má, případně se kterými se léčí. Primárně se zajímáme o hypertenzi, cévní onemocnění, diabetes mellitus, či onemocnění štítné žlázy, které může mít vliv na vidění.^{6,7} V **alergické anamnéze** se nesnažíme zjistit jen případnou intoleranci na některé léky, ale i klasické alergie na pyl, prach, roztoče a jiné. **Rodinná anamnéza** se týká pacientových nejbližších příbuzných a jejich prodělaných nemocí, případně systémových chorob, které mohou mít další vliv na pacientovy zdravotní komplikace. Ptáme se zejména na dědičná, nádorová a cévní onemocnění.⁶ V **oční anamnéze** se zajímáme o klientovo poslední oční vyšetření, historii nošení brýlí nebo kontaktních čoček, či zda prodělal nějaké oftalmologické operace.²³ Dále nás také zajímá denní doba strávená na digitálních zařízeních, či jiné speciální aktivity, které klient během dne provozuje.

4.2. Objektivní refrakce

Z objektivní refrakce můžeme získat informace pomocí přístrojů, aniž bychom obdrželi zpětnou vazbu od vyšetřovaného klienta. Obecně objektivní metody nejsou určeny přímo k finálnímu předpisu dioptrií. Pouze nám ulehčují práci a posunou nás ve vyšetřování do bodu, ze kterého se díky subjektivním vyšetřovacím metodám dopracujeme ke koncovým dioptriím mnohem rychleji. Jsou pacienti, kteří bohužel nemohou podstoupit subjektivní refrakci, kvůli

omezenému chápání nebo komunikaci. To se týká například dětí, či pacientů s Alzheimerovou chorobou. Jedna z nejběžněji používaných technik refrakce bývala za použití ručního retinoskopu. Nyní převládají spíše automatické refraktometry, které používají podobný přístup, ale rozdílný princip.^{20, 33}

4.2.1. Retinoskopie

Retinoskopie, nebo také skiaskopie je považována za nejběžnější techniku používanou k vyšetření objektivní refrakce.²⁰ Retinoskop je ruční přístroj s velmi podobným vzhledem jako oftalmoskop. První pokusy, které vedly ke klinické retinoskopii, byly popsány Bowmanem v roce 1859 při vyšetření astigmatického oka oftalmoskopem. Retinoskopie jako taková byla použita o 14 let později.^{20, 23} Světlo z retinoskopu prochází optickými médii oka k sítnici. Odražené paprsky se při průchodu okem mění, a my pozorujeme, jak se tyto vznikající světelné reflexy mění. Fundus oka působí jako obrazovka, přes kterou se bod nebo pruh světla pohybuje v závislosti na naklání retinoskopu. Vyšetřující sleduje tvar a pohyb odraženého světla v pacientově zornici, který vnímá jako reflex. Umístěním zkušební čočky před oko pacienta, se rychlost pohybu reflexu mění. Hodnoty čoček stupňujeme, dokud se reflex nepohybuje takovou rychlostí, že pohyb již nelze posoudit. V této poloze je fundus pacientova oka konjugován s průhledem retinoskopu, takže se téměř okamžitě přeruší zpětný odraz paprsku vstupujícího do oka.³⁴ Podle toho určujeme lomivost oka. Retinoskopii popisujeme jako objektivní, protože vyhodnocujeme oko pouze jako optický nástroj a ignorujeme jakékoliv informace, které oko dále přenáší skrz zrakovou dráhu do mozku.^{17, 20, 35}

Pacienta vyšetřujeme monokulárně nejčastěji na vzdálenost 0,5 až 1 metru. Pokud vyšetřujeme na vzdálenost jednoho metru a není viditelný žádný pohyb reflexu, můžeme předpokládat, že má pacient objektivní vadu -1,00 D. Pokud je pohyb souhlasný, jedná se o hypermetropii, nebo myopii menší než -1,00 D. V případě nesouhlasného pohybu se jedná o myopii vyšší než -1,00 D.^{4, 7} Nesmíme opomenout akomodaci oka, která při vyšetření na 1 m odpovídá odečtení 1,00 D, potažmo na 0,5 m 2,00 D. Výsledná objektivní refrakce je tedy rozdíl naměřené hodnoty, která nám eliminuje pohyb reflexu, a převrácené hodnoty vyšetřovací vzdálenosti v metrech.⁷

Retinoskopie se ukazuje jako nezbytná při vyšetření nespolupracujících pacientů, jako jsou například kojenci, nebo pacienti s mentální retardací.^{17, 20} Chyby refrakce vznikají například při nedodržení pracovní vzdálenosti, při falešné neutralitě, nebo pokud má pacient nepravidelný astigmatismus.²³ Retinoskopie také poskytuje informace o poruchách v předním

segmentu oka (např. neprůhlednost rohovky nebo katarakta). Přestože přesná interpretace pozorovaných jevů vyžaduje míru zkušeností, retinoskopie poskytuje vysoce spolehlivé výsledky s minimálními požadavky na vybavení. Princip retinoskopu je také použit v moderních autorefraktorech.^{33,36}

4. 2. 2. Autorefraktometrie

Autorefraktometr je automatický přístroj, který nám umožňuje bezkontaktní měření klientovy sférické dioptrie, cylindrů i jejich osy. Fungují na principu projekce obrazu na sítnici.⁷ Autorefraktometry využívají zdroje infračerveného světla (mezi 800 až 900 nm), který sice umožňuje kvalitní přenos, ale vyžaduje úpravu o -0,50 D v důsledku chyby způsobené odrazem od cévnatky a bělimy. Přístroj se skládá z dráhy paprsku osvětlení a dráhy pozorování. Dráha osvětlovacího paprsku se používá k osvětlení fundu vyšetřovaného přes vnitřní kruhový otvor duhovky.³⁶ Dopadající paprsek se odráží a rozptyluje na očním pozadí. Poté opouští oko, které je následně analyzováno v detekční dráze autorefraktoru vhodnými metodami. V podstatě všechny refraktometry dostupné na trhu se od sebe liší pouze použitými metodami měření. Zdroj promítá světlo přes rozdělovač paprsků a Badalův systém čoček k vytvoření obrazu v oční šterbině. Pacient je po celou dobu vyzýván k uvolnění akomodace a zaměření se na fixační terč, který je uměle navozuje pocit vzdáleného cíle. Výpočet refrakční vady je založen na analýze toho, jak je pacientovo oko ovlivněno infračerveným zářením. Většina moderních autorefraktorů spoléhá na upravený princip Scheinerova disku. Další používanou metodou je adaptace retinoskopie, kde přístroj analyzuje rychlost pohybu reflexu infračerveného světla pro měření refrakční vady. Jejich výsledky jsou díky možnostem cykloplegie a při dobré akomodační kontrole velmi přesné. Jeho snadné použití je výhodou zejména proto, že měření může být prováděno neodborným personálem, čímž se snižuje zátěž optometristy. Autorefraktometry se mohou přímo propojit s automatizovanými hlavicemi foropteru, díky čemuž je rutinní refrakce plynulejší. Od roku 1985 byly k automatickým refraktorům přidány automatizované keratometry, čímž byla odstartována éra kombinovaných přístrojů.^{20, 23, 33, 36}

I sebestpřesnější měření nemusí být subjektivně tolerováno pacientem, takže následné vyšetření optometristou, či oftalmologem je vždy vhodnější, aby mohla být předepsána adekvátní korekce. Hlavním zdrojem chyb je špatná fixace, akomodační fluktuace (proximální akomodace u dětí vede k neúměrně vysokým výsledkům měření).^{20, 33}

Nedostatečná přenositelnost přístrojů již v dnešní době není problémem, jelikož existují přenosné modely, které se využívají hlavně při screeningu dětí, kde hlavním výsledkem není

přesné měření refrakce, ale detekce velkého množství ametropie nebo anizometropie.³³ Nejznámějším ručním autorefraktometrem je Plusoptix, který funguje na principu videokamery a umožňuje binokulární měření.³⁷

4. 3. Subjektivní refrakce

Konečnou fází vyšetření je subjektivní refrakce. Ještě, než ji zahájíme, zjistíme klientův *visus naturalis* – tedy jeho přirozenou zrakovou ostrost bez korekčních pomůcek. V následující fázi zkusíme zrakovou ostrost pomocí předkládání zkušebních čoček, kdy se pacient dívá na příslušný optotyp. Refrakce se začíná monokulárně, zpravidla pravým okem, pokud není zatíženo patologií.⁷

4. 3. 1. Optotypy

Měření zrakové ostrosti je základní součástí klinického vyšetření zrakového systému. Testovací značky jsou založeny na principu *minima separabile*, což je nejmenší možný úhel, pod kterým lze rozlišit dva samostatné objekty.^{38, 39} Optotypy jsou standardně vyráběny ve vysokém kontrastu, tj. jako černé symboly na bílém pozadí, s minimálním jasem kolem 80 cd/m².^{20, 40} Maximální zrakové ostrosti je dosaženo, pokud je kontrast mezi znakovým optotypem a jeho pozadím okolo 80 %.⁴¹ Ke změření zrakové ostrosti je potřeba, aby byl vyšetřovaný schopen spolupracovat a rozlišovat písmena, nebo znaky na nastavenou vzdálenost (obvykle 5-6 m).³³

Optotypy mohou být papírové, projekční, nebo nejnověji digitální. Výběr typu ovlivňuje výsledek dosaženého visu pacienta.^{42, 43} Zrakovou ostrost ZO lze měřit pomocí tradičních optotypů, jako je například **Snellenův optotyp**, či nověji **ETDRS** (Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study). Další možností optotypu jsou **Landoltovy kruhy**, které mají tvar mezikruží, pouze s malou přerušující šterbinou, která odpovídá $\frac{1}{5}$ velikosti znaku.³⁸ Děti, případně negramotné jedince vyšetřujeme na optotypu **Lea symbols**, kde, jak název vypovídá, jsou prezentované pouze znaky, či obrázky. Ekvivalentem mohou být také **Pflügerovy háky**, kdy vyšetřovaný pouze ukazuje, do jakého směru je přetočeno písmeno E.³⁸

Hustota písmen v optotypu a dostatečné mezery usnadňují čtení a je tak minimalizován tzv. shlukující efekt (= *crowding phenomenon*), který snižuje ZO.⁴¹ Vzdálenost vyšetřovacího křesla a testovacího optotypu je typicky 5 nebo 6 m, aby se co nejvíce zabránilo akomodaci oka. Definovaná vzdálenost na čtení je normálně 40 cm, pokud nemá vyšetřovaný jiné návyky při práci do blízka. ZO je běžně specifikována jako Snellenovy zlomky, ve kterých je čitatel testovací vzdálenost a jmenovatel vzdálenost, ve které minimální detail optotypu přesahuje

1 úhlovou minutu. Pokud jsou vzdálenosti vyjádřeny v metrech, přijatelná normální ZO je 6/6 (ekvivalent 20/20, pokud jsou vzdálenosti vyjádřeny ve stopách), ačkoliv bývá u většiny populace obecně vyšší.^{20, 33}

4. 3. 2. Refrakce pomocí brýlové skříně

Sada zkušebních čoček je základním a nejdůležitějším vybavením ve vyšetřovací místnosti. Zkušební obruba je nastavitelná brýle, která obsahuje drážky, do kterých lze umístit variabilní zkušební čočky, které jsou potřebné ke změření refrakční vady. Zkušební brýlová skříň obsahuje přibližně 270 čoček (se standardním průměrem čoček 38 mm). Sférické a cylindrické čočky (v plusových i minusových hodnotách) jsou zahrnuty v párech, aby pokryly v téměř stejném rozsahu všechny kroky jako foropter.²⁰

Sférické čočky jsou k dispozici v rozsahu od 0,25 D (někdy od 0,12 D) do 20,0 D, cylindrické od 0,12 D do 6,0 D. Doplnkové čočky jsou například okluzor, dírkový kotouč, stenopická štěrbina, Maddoxův cylindr, červené a zelené filtry a prismatické hranoly od 0,5 do 12,0 D, které jsou umístěny v každé zkušební sadě. Všechny zkušební čočky jsou upevněny buď kovovým nebo plastovým lemem s držákem pro snadnou manipulaci.⁴⁴

Zkušební rám (zkušební obruba) je kovový, nověji již plastový a slouží pro držení čoček před okem během subjektivní refrakce. Každá zkušební obruba se skládá ze tří drážek na přední straně a až dvou na straně zadní. Přední tři plochy zkušebního rámu slouží k uchycení sférických, cylindrických a dalších přídatných čoček, např. okluzoru. První drážka slouží zejména pro uchycení sférických čoček. Druhá je uspořádána pro umístění cylindrické čočky, abychom mohli přehledně pozorovat přesné nastavení jejich os. Součástí sady jsou také již zmíněné přídatné čočky.

Červené a zelené filtry se používají při kontrole jednoduchého binokulárního vidění pomocí hodnotového testu se čtyřmi body (Worthova světla), čímž zjišťujeme pacientovu schopnost fúze.^{17, 44}

Jacksonův zkřížený cylindr (JCC) je kombinací minusového a plusového účinku cylindru se stejnou lomivou silou umístěnou kolmo na sebe, který je podporovaný rukojetí. Osy jsou označeny bílou a červenou barvou. Bílá značka označuje osu „+“ cylindru a červená označuje osu „-“ cyl. Používá se pro určení síly a pro upřesnění správné osy. JCC jsou k dispozici v dioptrických hodnotách 0,25D, 0,50D a 1,0 D.¹⁷

Pomocí JCC vyšetřujeme po určení nejlepší sféry, ideálně na bodovém testu, kdy je nejzřetelněji pozorovatelná změna ostroty. Pokládáme JCC do základních os (45°, 90°, 135°

a 180°) a ptáme se vyšetřovaného, kdy se která z poloh se jeví nejostřeji. Do té osy dáme zkušební čočku cylindru a dále dokorigováváme osu. Za konečný bod vyšetření se považuje stav, kdy člověk vidí obě polohy, jak na přesnost osy, tak na sílu cylindru stejně. Během procesu vyšetření JCC je nutné provést úpravu sférického korigování, a to tak, že změním sféru o 0,25 D na každou 0,50 D cylindru.⁴⁵

4. 3. 3. Foropter

Stále častěji se místo zkušebních obrub používají foroptery. Automatizované nosiče čoček umožňují jejich rychlé vkládání, větší přesnost umístění os, jasnější srovnávání předkládaných čoček a řadu dalších možností, jako je okamžité porovnání nových refrakčních nálezů s předchozími výsledky.²⁰

Při použití foropteru je důležité správně polohovat pacienta. Nejprve je vhodné natáhnout opěrku čela do její maximální polohy. Prodloužení opěrky zabraňuje tomu, aby se pacient přiblížil k foropteru příliš blízko. Pracovní poloha pacienta by měla být taková, aby čočky foropteru byly v rovině. Pacient se nesmí nadměrně naklánět dopředu. To se nejlépe kontroluje pohledem k poloze řas. Kromě toho by měl být foropter nastaven tak, aby byly pacientovy zornice vycentrovány v čočkách a vodováha byla v rovině. Výjimka z vystředění vyrovnávací bubliny nastane, pokud má pacient chronický sklon hlavy, který způsobí naklonění obrouček brýlí. V této situaci by bylo vhodnější pacienta vyšetřit za pomoci zkušební brýlové skříně.⁴⁵ Použití foropteru se nedoporučuje také použít zejména při hodnocení slabého visu a nadměrné lomivosti multifokálních kontaktních čoček. Snížené úrovně světla mohou negativně ovlivnit zrakovou ostrost nebo velikost zornice, a tím bránit kvalitnímu binokulárnímu hodnocení.²⁰

4. 4. Vyšetření pro aplikaci kontaktních čoček

Aplikace kontaktních čoček se neobejde bez rozšíření anamnézy o koničky a aktivity klienta, na které bude kontaktní čočky používat. Zajímá nás také prostředí, ve kterém se bude pohybovat. Problémy může rozhodně působit vysoká koncentrace prachu, klimatizované prostory, nebo dlouhodobá práce na počítači, která rapidně snižuje frekvenci mrkání.⁴⁶ To může působit nedostatečné roztírání slzného filmu, a tím i osychání oka. Ptáme se dále na frekvenci používání kontaktních čoček. Dle klientových odpovědí se rozhodneme, zda aplikovat čočku jednodenní, nebo s plánovanou výměnou.

Na šterbinové lampě hodnotíme stav oka a očních adnex. Šterbinová lampa je mikroskop, kombinující osvětlovací a pozorovací systém, který je schopný vyšetřit oko z velice blízké vzdálenosti, která závisí na stupni zvětšení.³⁸ Tento všestranný přístroj je užitečný zejména pro

posouzení zdraví oka a následně také posouzení vlivu kontaktní čočky na slzný film, rohovku, spojivku a oční víčka.^{36, 46}

Štěrbínovou lampu můžeme dále doplnit o množství filtrů, které nám pomohou zlepšit přehled o stavu oka a přídatných orgánů našeho pacienta. **Modrý filtr** je používán ke zjištění celistvosti očního povrchu za pomoci nakapání do oka fluoresceinu sodného. **Žlutý filtr** sice není součástí osvětlení, ale přikládá se jako doplňková bariéra před pozorovací systém. Žlutý filtr zásadně zlepšuje kontrast fluorescenčního zbarvení pozorovaného u modrého kobaltového filtru, jelikož zlepšuje přenos zeleného fluorescenčního světla a zároveň blokuje modré světlo odražené od očního povrchu. **Zelený filtr** funguje tak, že normálně červené cévy při pohledu přes zelený filtr změní svou barvu na černou. V doplnění s bengálskou červení nám usnadní diagnostiku např. korneálních neovaskularizací.^{46, 47}

Na štěrbinové lampě hodnotíme zejména stav bulbární a tarzální spojivky, limbus, začervenání oka, případnou vaskularizaci, či Meibomské žlázy. Případné defekty porovnáváme díky tzv. Grading scales. Ilustrace jsou seřazeny nejčastěji vzestupně od 0, kdy vidíme fyziologický stav oka. Dalšími čísly od 1 až do 4 jsou vzestupně znázorněny defektní stavy. Díky grading scales tedy nejenže hodnotíme aktuální stav poškození oka našeho pacienta, ale můžeme také předpokládat, jak se bude celý průběh patologie vyvíjet.⁴⁶

R	CONDITION	L
0.4	Conjunctival redness	0.4
0.2	Limbal redness	1.4
0.0	Corneal neovascularization	0.0
0.0	Epithelial microcysts	0.0
0.0	Corneal edema	0.0
0.	Corneal staining	1.2
0.3	Conjunctival staining	0.3
0.5	Papillary conjunctivitis	1.6
0.1	Blepharitis	0.0
0.0	Meibomian gland dysfunction	0.0
0.0	Superior limbic keratoconjunctivitis	0.0
0.0	Corneal infiltrates	0.1
0.0	Corneal ulcer	0.0
—	Endothelial polymegethism	—
0.2	Endothelial blebs	0.2
0.0	Corneal distortion	0.0

Obr. 4.1: Ukázka zápisu vyšetření a zhodnocení oka pomocí grading scales⁴⁶

Dalším důležitým faktorem při aplikaci kontaktních čoček je stav slzného filmu klienta. Ten hodnotíme například za pomoci **Schirmerova testu**. Do oka umístíme jeden konec proužku filtračního papírku do dolní části fornixu. Filtrační proužek je rozměrově 35 mm dlouhý a 5 mm široký. Hodnotíme, do jaké míry se nám papírek zvlhčí za danou časovou jednotku, nejčastěji v podobě 5 minut. Standardní oko bez defektu slzného filmu by mělo být schopno zvlhčit proužek do vzdálenosti 15 mm. Při nasazení ≤ 10 mm považujeme oko na hranici syndromu suchého oka. Pokud naměřené hodnoty klesnou na ≤ 5 mm, již hledíme na oko jako na silně trpící tímto syndromem.^{4, 46, 47} **Tear break-up time test** je další z klinických testů, který se používá k posouzení a určení syndromu suchého oka. Test probíhá tak, že přiložíme navlhčený fluoresceinový proužek na spojivku. Následně požádáme pacienta, aby se snažil nemrkat, zatímco pozorujeme slzný film pod širokým paprskem s filtrem kobaltové modři. TBUT je klasifikován jako počet sekund mezi posledním mrknutím a prvním výskytem suché skvrny v slzném filmu. U zdravého oka naměříme hodnoty v rozmezí 30-15 sekund. Při rozpadu slz do 10 sekund je slzný film již považován za nestabilní.^{4, 46}

5. Druhy korekce refrakčních vad

Pro korekci refrakčních vad využíváme optimalizované výsledky dosažené z objektivní a subjektivní refrakce. V dnešní pokročilé době si můžeme vybrat z invazivních i neinvazivních korekčních metod. Mezi neinvazivní rozhodně patří korekce brýlemi, které nemohou způsobit žádné zdravotní komplikace. Oproti tomu korekce kontaktními čočkami, může být zařazena mezi invazivní, nejen proto, že je v přímém kontaktu s rohovkou a dalšími očními adnexy, ale i pro možnosti komplikací, které mohou nastat při nesprávné manipulaci, či hygieně. Rozhodně nejradikálnější řešením korekce refrakčních vad je korekce za pomoci laserové chirurgie. V principu se jedná o změnu zakřivení rohovky v závislosti na druhu refrakční vady. U krátkozrakosti se operátor snaží o oploštění centra rohovky, v případě dalekozrakosti je cílem zvýšit její strmost.⁶

5. 1. Korekce brýlovými čočkami

Nejstarším a zároveň nejběžnějším způsobem korekce refrakčních vad jsou brýlové čočky. Brýlová čočka je navržena jako širokouhlý systém, který je centrován na střed otáčení oka (přibližně 15 mm za vrcholem rohovky).³⁴ To se nazývá *vertex distanc* neboli vrcholová vzdálenost. Pokud se ukáže, že čočky ve vybraných rámech budou blíže či dále od očí, nebo pokud chce klient nosit KČ, musí optometrista, potažmo optik upravit dioptrickou hodnotu čoček, aby se tento rozdíl vyrovnal. Změnu vrcholové vzdálenosti využívají krátkozrací jedinci, kteří si při posunutí brýlí ke kořenu nosu, uměle zvýší optickou mohutnost brýlových čoček.¹³

Prvním používaným materiálem brýlových čoček bylo tzv. korunové sklo. Vzhledem ke svým dobrým optickým vlastnostem, transparentnosti a odolnosti proti teplu a poškrábání se v jisté míře používá dodnes. Dostupné je v základním indexu lomu 1,5. Pro vyšší dioptrie se používají indexy lomu až do 1,9. Ty jsou sice mnohem tenčí než základní čočky, ale o to více náchylné k rozbití. Po první světové válce vedl pokrok v technologii výroby polymerů k novým formám plastů, přičemž nejvýznamnější pro optický průmysl byl polymethylmethakrylát (PMMA). Primárně se používal při výrobě brýlových čoček až do 40. let 20. století, kdy byl nahrazen akrylovou pryskyřicí vyrobenou z allyldiglykolkarbonátu s označením CR-39.⁴⁸ Plastové čočky jsou lehčí, nerozbitné, ale na druhou stranu jsou méně odolné proti poškrábání.⁴²

Korunové sklo a plast CR-39 propouštějí přibližně 92 % viditelného světla. Zbýlých 8 % paprsků se ztratí odrazem. Všechny odrazy jsou výrazně redukovány antireflexními vrstvami (AR), které se nanáší na povrch čočky. Vícevrstvé AR vrstvy mají většinou modrý, zelený nebo

modrozelený vzhled. Samotná zbytková barva není ukazatelem kvality antireflexní vrstvy. Cílem výrobce je vyrobit čočku se slabým reflexem s esteticky příjemnou barvou.¹⁹ Pokud je brýlová čočka opatřena antireflexní vrstvou, je více náchylná k poškrábání, proto jsou dále nanášeny tzv. tvrdící vrstvy.¹³ Tvrzení brýlových čoček je možné provést dvěma následujícími způsoby. **Tepelné vytvrzení** probíhá tak, že jsou čočky nořeny a vyndávány z „laku“ stálou rychlostí, aby byla řízena tloušťka vrstvy. Čočky jsou poté tepelně vytvrzeny. Dalším typem jsou **nátěry vytvrzené UV zářením**. Vrstvy odolné proti poškrábání se nanáší pomocí systému, který pomocí rotace rozetře povlak na čočce. Poté používá UV světlo k vytvrzení.¹⁹

5. 2. Korekce kontaktními čočkami

Kontaktní čočka je malý optický systém, který se umísťuje přímo na povrch rohovky. Plochy jsou velmi zakřivené, takže dobře přiléhají k oku.^{34, 49} Kontaktní čočky jsou nejen alternativou brýlí pro korekci refrakčních vad, ale používají se také pro různé terapeutické, farmakologické a kosmetické procedury. Čočky poskytují větší zorné pole než brýle a lepší rozsah mobility. Jsou tedy ideální pro sportovce a jedince, kteří provozují pohybové aktivity venku. Nositelé kontaktních čoček nepocítí u periferního zkruslení, která zažívají uživatelé brýlí, a to zejména při pohledu do stran.¹³ Potřebují však motivaci a lepší péči ze strany pacienta.⁴⁴ U pacientů s anizometrií indukují menší rozdíly ve velikosti obrazu na sítnici.³⁴ V dnešní době jsou kontaktní čočky dostupné v různých barvách a mohou je používat i lidé s normálním zrakem pro kosmetické účely. Vzhledem k tomu, že rohovka získává zdroj kyslíku hlavně z atmosféry, umístěním čočky může docházet k bránění její výživě. Novější typy čoček ale umožňují průchod kyslíku přes ně až k rohovce.⁴⁷

Před aplikací kontaktních čoček by měl být klient vyšetřen, aby se vyloučily možné kontraindikace. Čočka by měla být naaplikována pouze kvalifikovaným kontaktologem, který zajistí změření zakřivení a průměru rohovky a doporučí vhodný pár kontaktních čoček. Po hodině jejich nošení kontaktolog klienta vyšetří, aby zkontroloval, zda dobře KČ správně a pohodlně sedí. V dalším kroku poučí klienta nejen o manipulaci, ale i o hygieně a dodržování pravidel při používání kontaktních čoček. Klient by měl následně pravidelně docházet na kontroly očním specialistou, aby se předešlo infekcím nebo poškození rohovky v důsledku nošení kontaktních čoček. Kontaktní čočky nabízejí mnoho výhod, ale mohou také způsobit vážné komplikace, pokud se s nimi nezachází správně.⁴⁷

Tvrdé kontaktní čočky obvykle poskytují o něco ostřejší vidění než měkké kontaktní čočky. U měkkých kontaktních čoček je také vyšší riziko komplikací než u čoček tvrdých.

Riziko obtíží se také zvyšuje spolu s jejich dlouhodobým používáním, nebo pokud klient kouří a nedodržuje správnou hygienu kontaktních čoček.¹³

5. 2. 1. Měkké kontaktní čočky

Mnoho lidí se rozhoduje pro měkké kontaktní čočky kvůli jejich pohodlí. Měkké kontaktní čočky jsou v současné době vyráběny z polymeru HEMA (hydroxyethylmethakrylátu), který je hydrofilní.⁴ To znamená, že obsahují obecně 35-70 % vody. Obsah vody ve struktuře zajišťuje jejich měkkost a díky tomu mohou pohodlně překrývat rohovku. Protože voda se neustále ztrácí odpařováním, musí být v čočkách neustále nahrazována jejím dočerpáváním ze slzného filmu.¹³ Měkké KČ jsou aplikovány v drtivé většině případů zejména díky jejich pohodlí. Přesto je tento typ KČ ideální pro klienty, kteří je nenosí každý den. Vyžadují více péče než tvrdé kontaktní čočky a jejich dezinfekce je velmi důležitá. Při jejím nedodržování se zvyšuje riziko infekcí.²⁹ Se vzrůstající dobou používání se na KČ usazují bílkovinná depozita a žloutnou – tím mohou nepříznivě ovlivňovat kvalitu a komfort vidění.⁴ Většina moderních měkkých KČ je propustná pro kyslík, díky tomu se snižuje riziko vzniku komplikací.⁴⁷ Měkké kontaktní čočky poměrně dobře korigují krátkozrakost a dalekozrakost. Při nižším stupni astigmatismu přepočítáme hodnoty pomocí sférického ekvivalentu. Vyšší astigmatismus se koriguje tórickou KČ.¹³

5. 2. 2. Tvrdé kontaktní čočky

První tvrdé kontaktní čočky byly vyrobeny v 1. polovině 20. století z polymethylmethakrylátu (PMMA).⁵⁰ PMMA je lehký, netoxický materiál, který je odolný a má vysokou optickou kvalitu.⁴ Standardní tvrdé kontaktní čočky poskytují vysokou kvalitu vidění, dobře korigují nízký až střední astigmatismus. Jejich povrch je poměrně dobře smáčivý. Hlavním problémem tvrdých KČ je jejich nepropustnost pro kyslík. Na rohovce se pak může vytvořit edém, což je jedna ze závažnějších komplikací nošení KČ.²⁹ Dobře padnoucí kontaktní čočka snižuje pravděpodobnost této komplikace, ale přesto se může do určité míry vyskytnout u kohokoli. Nošení těchto kontaktních čoček po mnoho let může také způsobit deformace povrchu rohovky, a tím vytvořit nepravidelný astigmatismus. Kvůli problémům spojeným s rohovkou a tvrdými kontaktními čočkami byly vyvinuty novější materiály, které by umožnily přenos většího množství kyslíku do rohovky přes kontaktní čočku.^{13, 51}

Tvrdé plynopropustné (RGP) kontaktní čočky jsou klasicky vyrobeny z kopolymeru PMMA a silikon obsahujícího vinylového monomeru a fluoropolymerů, které jsou propustné pro kyslík. Tvrdé kontaktní čočky obvykle poskytují o něco ostřejší vidění než měkké kontaktní

čočky.¹³ Mezi nevýhody patří obtížná technika aplikace a problémy s tolerancí v raných fázích. Tvrdé kontaktní čočky je potřeba nosit déle, než se stanou zcela pohodlnými.^{4, 13}

Speciálním typem tvrdých kontaktních čoček jsou orthokeratologické čočky, které pacient používá pouze přes noc.⁴⁴ Ortokeratologie je nechirurgická reverzibilní metoda formování rohovky pomocí unikátních pevných kontaktních čoček propustných pro plyn přes noc, která je rovněž zvažována pro korekci krátkozrakosti až do -5,00 D. Může být použita i u pacientů mladších 18 let. Po přerušení léčby se rohovka vrátí do původního stavu, tedy je potřeba vadu korigovat korekčními pomůckami.⁴

6. Experimentální část

6.1. Úvod

V experimentální části své bakalářské práce se zabývám porovnáním zrakové ostrosti dosažené v různých korekčních pomůckách. Celý tento výzkum je dále doplněn o subjektivní pocity probandů, které byly následně hodnoceny dle připraveného dotazníku.

6.2. Metodika měření a popis respondentů

Do měření jsem zahrnula dohromady 24 probandů ve věku od 17 do 50 let. Ve skupině bylo 12 mužů a 12 žen. Rozložení zrakových vad se pohybuje od -7,00 D do +5,00 D. Pro co největší objektivnost jsem do výzkumu zařadila klienty používající jak sférické, tak torické kontaktní čočky.

Měření probíhalo ve vyšetřovací místnosti Optiky dak v Říčanech u Prahy, která splňuje normy požadované pro optometristickou vyšetřovnu. Aby byly co nejvíce omezeny externí negativní vlivy, probíhalo měření za stálých světelných podmínek a bylo prováděno jednou vyšetřující osobou. K měření objektivní refrakce byl využit autorefraktometr Nidek ARK 1a, Oculus (Německo). Pro zhodnocení visu byl využit LCD optotyp PolaSkop 3D, Augenoptik. Ke stanovení subjektivní refrakce byla použita zkušební obruba a brýlová skříň.

Před vyšetřením byli klienti požádáni, aby nenosili kontaktní čočky po dobu 24 hodin před samotným vyšetřením a dostavili se na vyšetření ve své brýlové korekci. Před zahájením měření dat k bakalářské práci jsem si zaznamenala jejich anamnézu a provedla objektivní i subjektivní refrakci. Nejdříve byla změřena objektivní refrakce. Výsledky keratometrie jsem použila k posouzení správnosti parametrů kontaktní čoček, které klienti používají. Dalším krokem bylo provedení subjektivní refrakce, tedy stanovení správného poměru mezi nejlepším visem a komfortem klienta. Dosažený monokulární i binokulární visus jsem si zaznamenala do připravených tabulek. Poté jsem požádala klienta, aby si nasadil svoje kontaktní čočky. Dosažený monokulární i binokulární visus jsem si opět zaznamenala do tabulek. Abych zjistila klientovy subjektivní pocity ohledně zrakových preferencí, využila jsem strukturu 14-VF Questionnaire, který jsem přeložila z anglického do českého jazyka pro příjemnější komunikaci s respondenty. Dotazník byl vytvořen přes formuláře Google, pro lepší zpracování dat. Samotný dotazník se skládá ze 14 otázek týkajících se problémů spojených s nošením brýlové korekce. Ty samé otázky byly položeny v závislosti na nošení kontaktních čoček. K dotazníku byly přidány další dvě otázky, které již nejsou obsahem 14-VF dotazníku, ale slouží pro ujasnění,

jak respondenti hodnotí kvalitu vidění v různých korekčních pomůckách (brýle, kontaktní čočky). Jejich odpovědi jsou porovnány s objektivními výsledky naměřenými ve vyšetřovně.

6.3. Výsledky

Před zahájením měření experimentální části, byla stanovena nulová a alternativní hypotéza.

- H_0 : Dosahovaný visus v brýlových čočkách se neliší od dosahovaného visu v kontaktních čočkách.
- H_1 : Dosahovaný visus v brýlových čočkách se liší od dosahovaného visu v kontaktních čočkách.

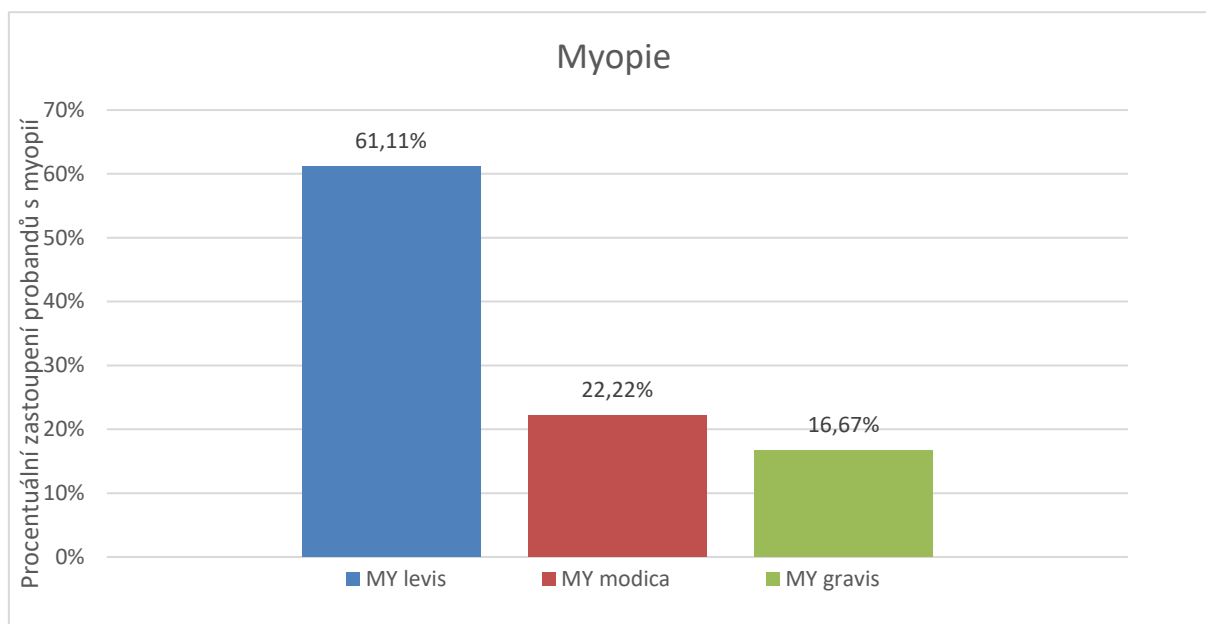
V tabulce níže (Tabulka 1) je uveden celkový vzorek vyšetřovaných subjektů. V prvním sloupci je uveden věk klientů, který se pohyboval od 17 do 50 let. Druhý sloupec se týká pohlaví. Ve třetím sloupci jsou zapsány klientovy dioptrické hodnoty zabroušené v brýlových obrubách. Ve čtvrtém sloupci jsou zaznamenány dosažené hodnoty binokulárního visu, které jsou interpolované. V dalším sloupci je zapsána dioptrická hodnota kontaktních čoček, která je již v případě vyšších dioptrií přepočítána. V posledním sloupci jsou interpolované hodnoty visu dosažené v kontaktních čočkách.

Tabulka 1: Naměřené výsledky respondentů

	věk	pohlaví	dpt brýle	int. visu v BČ	dpt KČ	int. visu v KČ
1	17	Ž	-6,50 -6,50	1,00	-5,75 -5,75	1,08
2	17	Ž	-3,50 -2,75	1,08	-3,25 -2,75	1,12
3	17	Ž	-2,25 -1,50	1,31	-2,25 -1,50	1,50
4	17	Ž	3,5 3	1,12	3,5 3	1,12
5	17	M	2,5 2,25 -0,25 ax 180	1,12	2,5 2,25	1,16
6	18	M	-7,00 / -0,75 ax 20 -6,50 / -0,75 ax 170	1,20	-7,00 -6,50	1,12
7	20	M	0 5	1,20	0 5,5	1,50
8	20	M	-2,00 / -0,75 ax 20 -3,00 / -0,25 ax 180	1,50	-2,50 -3,00	1,12
9	21	Ž	-4,75 / -1,50 ax 30 -5,00 / -0,25 ax 55	1,20	-4,25 / -1,25 ax 30 -4,50	1,50
10	22	Ž	3,50 / -4,00 ax 5 3,75 / -3,75 ax 165	1,20	3,50 / -4,25 ax 5 3,75 / -3,75 ax 165	1,12
11	23	M	-0,50 / -0,50 ax -0,50 / -0,50 ax	1,38	-0,75 -0,75	1,50
12	23	M	-1,00 / -0,50 ax 175 -1,00 / -0,25 ax 5	1,50	-1,25 -1,00	1,50
13	23	M	-2,50 / -0,50 ax 83 -2,25 / -0,25 ax 105	1,20	-2,75 -2,25	1,31
14	24	M	-1,75 / -0,50 ax 55 -1,75 / -0,50 ax 75	1,37	-2,00 -2,00	1,50
15	24	M	-4,00 -3,75 / -0,75 ax 170	1,12	-3,75 -3,75	1,25
16	25	M	-0,50 / -0,50 ax 85 -0,50 / -0,75 ax 95	1,59	-0,75 -0,75	1,50
17	25	M	3 3,25	1,37	3 3,25	1,08
18	26	Ž	-4,25 -2,75	1,59	-4,25 -2,75	1,68
19	29	Ž	-0,50 -0,50	1,31	-0,50 -0,50	1,31
20	29	Ž	-3,00 -2,75	2,00	-3,00 -2,00	1,59
21	33	M	-1,25 / -0,75 ax 140 -1,25 / -0,25 ax 40	1,50	-1,25 / -0,75 ax 140 -1,25	1,50
22	44	Ž	-0,75 / -0,75 ax 110 -0,75 / -0,50 ax 80	1,37	-0,75 / -0,75 ax 110 -0,75 / -0,75 ax 80	1,50
23	49	Ž	-6,50 -6,50	1,50	-6,00 -6,00	1,20
24	50	Ž	1,5 1,5	1,31	1,5 1,5	1,16

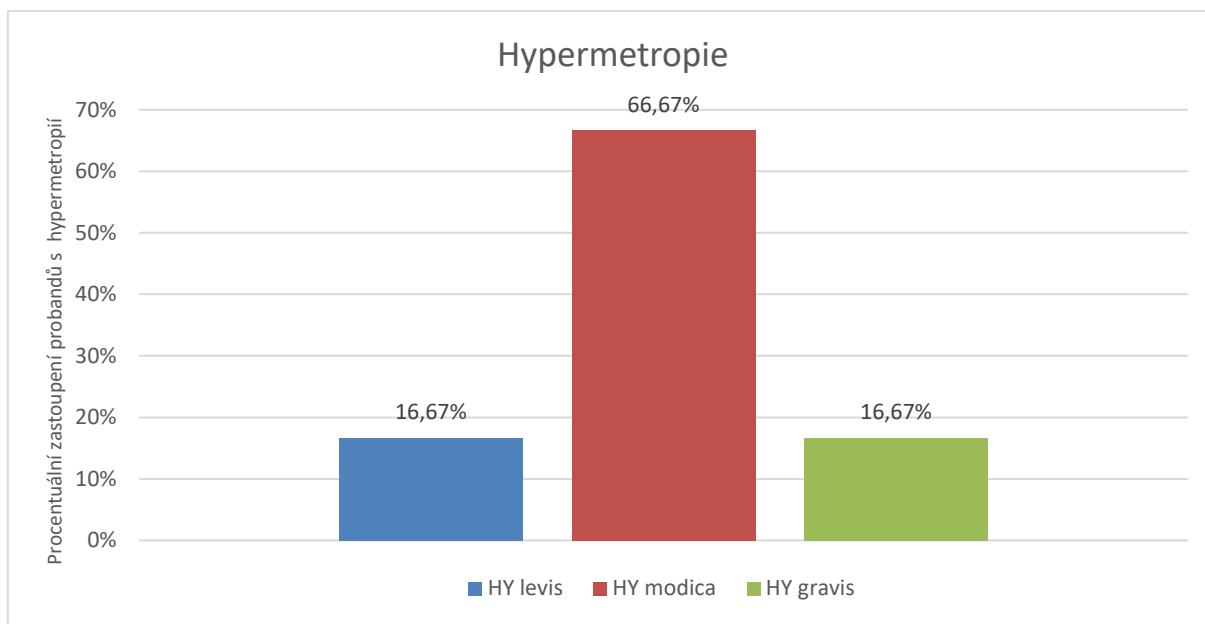
6.3.1. Výsledky zrakové ostrosti naměřené ve vyšetřovně

Pro možnost zhodnocení souvislostí mezi hodnotami refrakčních vad a zrakové ostrosti probandů v různých typech korekčních pomůcek byly probandi rozděleni podle jejich sférické vady. První graf (Graf 6.1) rozděluje myopické probandy dle závažnosti jejich vady. Z grafu vyplývá že nejpočetnější skupinou myopických pacientů byli probandi s lehkou myopií (*myopia levis*), jejíž rozmezí se pohybuje od -0,25 do -3,00 D. Do této skupiny patřilo 61,11 % myopických klientů. Druhou skupinou, čítající 22,22 % probandů, je skupina střední myopie (*myopia modica*), která obsahuje myopické hodnoty dioptrií v rozmezí od -3, 25 D do -6,00 D. Do těžké formy myopie (*myopia gravis*) spadalo 16,67 % respondentů, kteří měli vadu vyšší než -6,25 D.



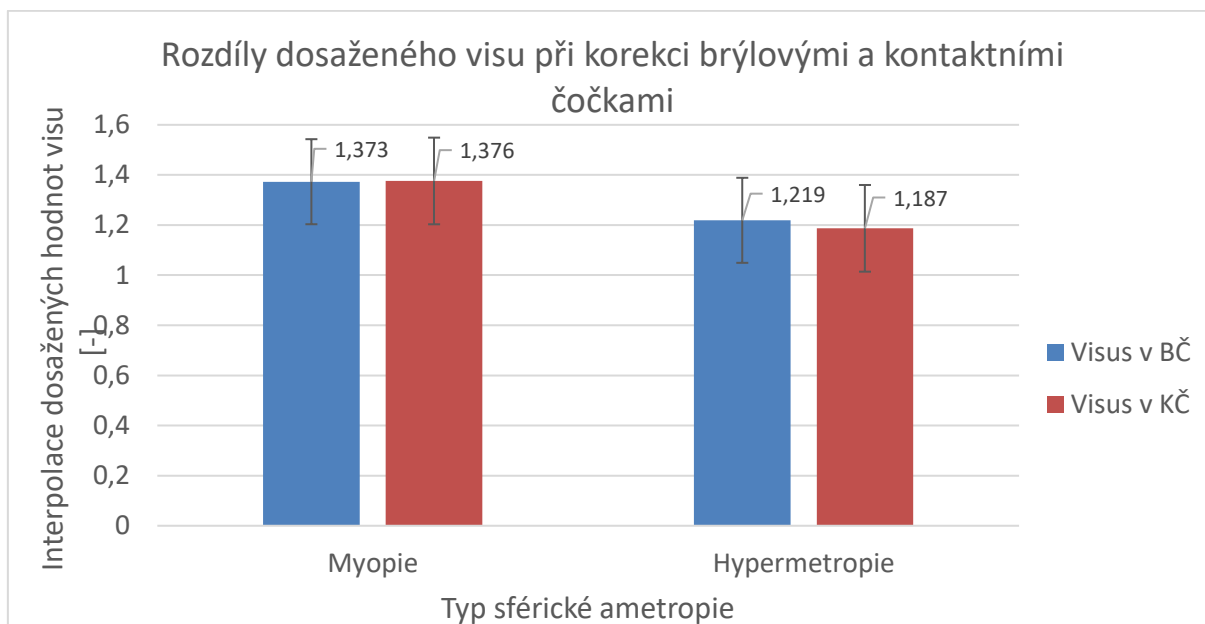
Graf 6.1: Rozložení respondentů dle klasifikace myopie

V následujícím grafu (Graf 6.2) je opět rozdělení probandů dle závažnosti jejich vady. V tomto případě se však jedná o hypermetropické probandy, u kterých byli nejpočetnější skupinou dosahující 66,67 % klienti spadající dle klasifikační stupnice do střední hypermetropie (*hypermetropia modica*), kde je dioptrický rozsah uváděn mezi +3,25 až +5,00 D. Do lehké (*hypermetropia levis*) a těžké (*hypermetropia gravis*) formy hypermetropie spadal stejný počet klientů, který činil 16,67 %. Maximální hodnota dioptrie uváděná pro lehkou hypermetropii je +3,00 D a nejnižším stupněm hypermetropie těžké je +5,25 D.



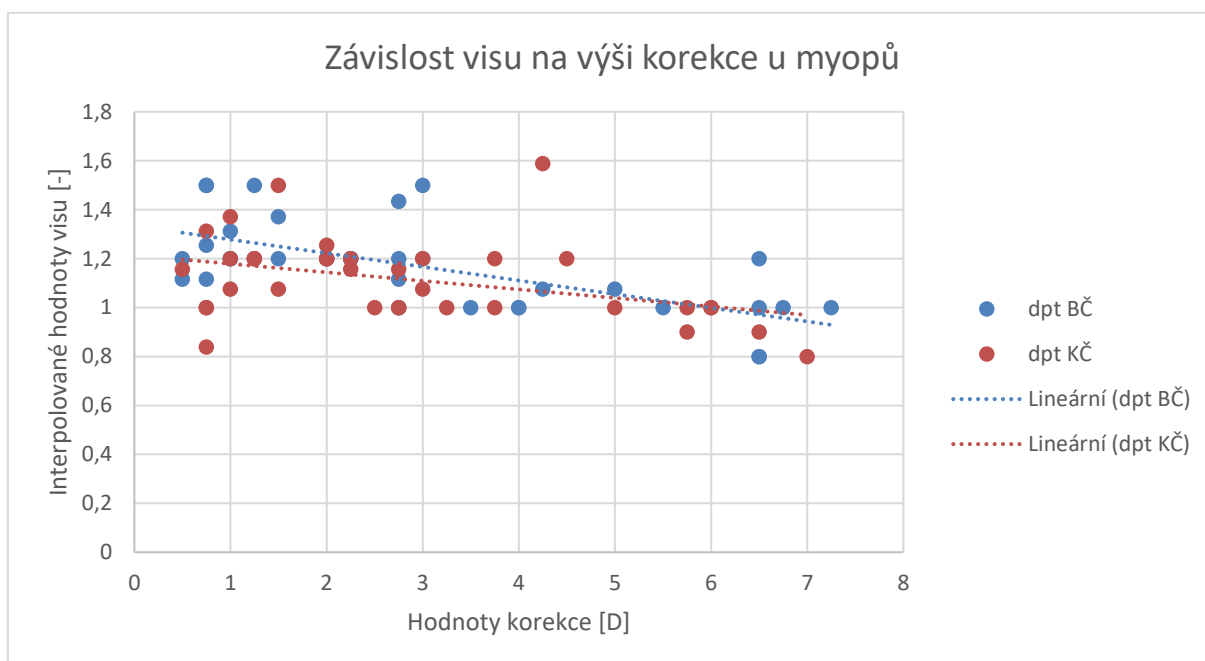
Graf 6.2: Rozložení respondentů dle klasifikace hypermetropie

Třetí graf (Graf 6.3) se zabývá korelací mezi dosaženými hodnotami visu a použitou korekční pomůckou pro daný typ sférické ametropie. Z grafu vyplývá, že dosažený visus v brýlových čočkách u myopických pacientů po interpolaci dosahuje průměrných hodnot 1,373, což se oproti visu v kontaktních čočkách, který vykazuje průměrné hodnoty 1,376, liší minimálně. Větší rozdíl mezi brýlovou korekcí a korekcí kontaktní čočkou můžeme pozorovat u hypermetropických pacientů, kdy průměrný visus po interpolaci dosahuje hodnot 1,219, přičemž v kontaktních čočkách dosahuje pouze 1,187. Z výsledných hodnot vyplývá, že myopičtí pacienti mají v kontaktních čočkách lepší visus, než v brýlových, a visus hypermetropických probandů je vyšší při korekci brýlovou čočkou.



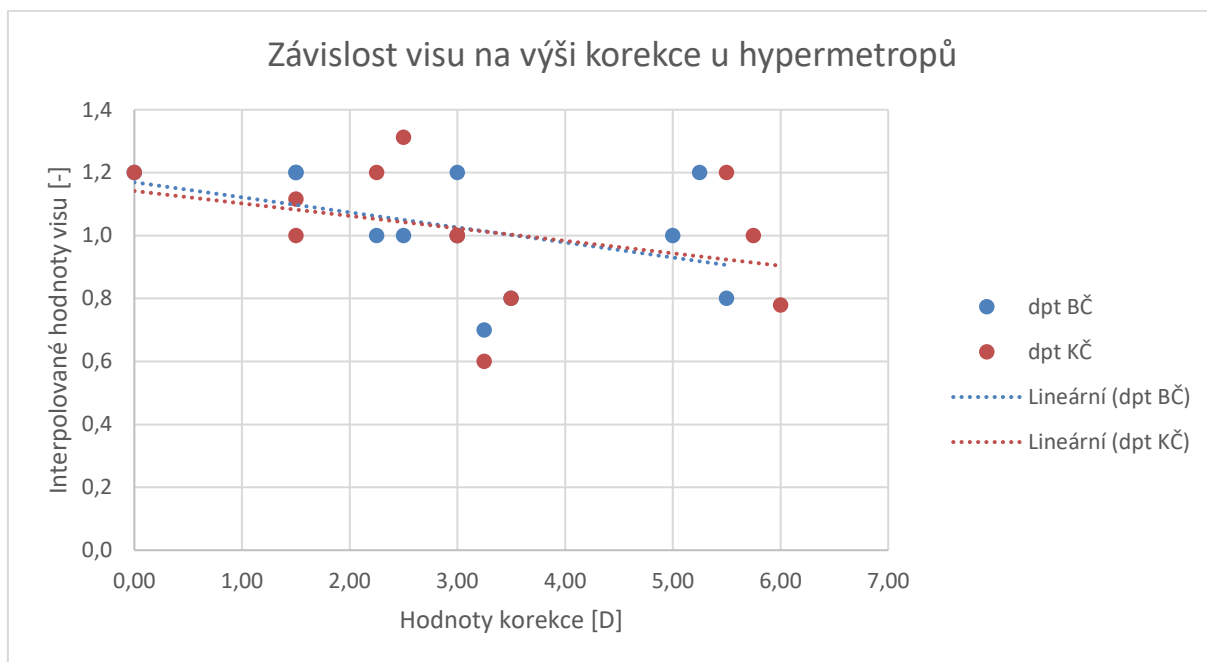
Graf 6.3: Rozdíly dosaženého visu při korekci BČ a KČ pro typy ametropie

V Grafu 6.4 je zobrazena závislost interpolovaných hodnot visu na výši korekce u myopických klientů. Po proložení hodnot lineární křivkou můžeme vidět lehce klesající trend, tedy s rostoucí hodnotou korekce klesá dosažený visus.



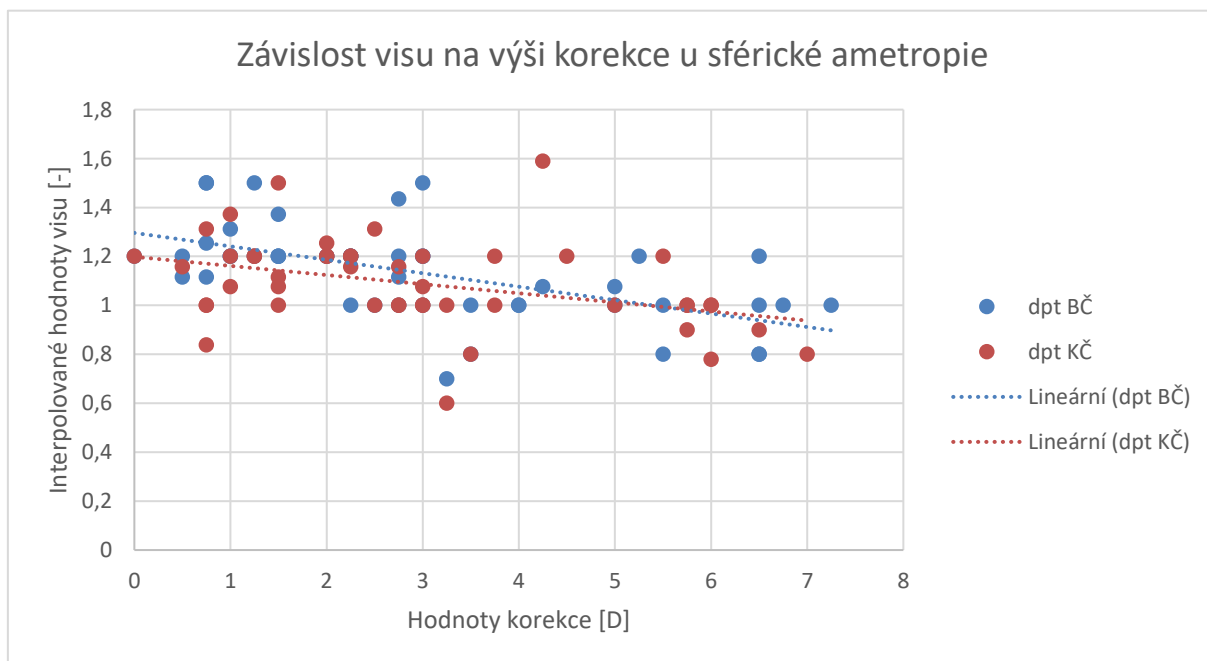
Graf 6.4: Závislost visu na výši korekce u myopie

Graf 6.5 opět poukazuje na závislost visu na výši korekce, tentokrát pro hypermetropické klienty. Stejně jako v předchozím grafu je patrný klesající trend.



Graf 6.5: Závislosti visu na výši korekce u hypermetropie

Graf 6.6 vyhodnocuje závislost visu na výši korekce u sférické ametropie všech respondentů, který potvrzuje výsledky výše vložených grafů.

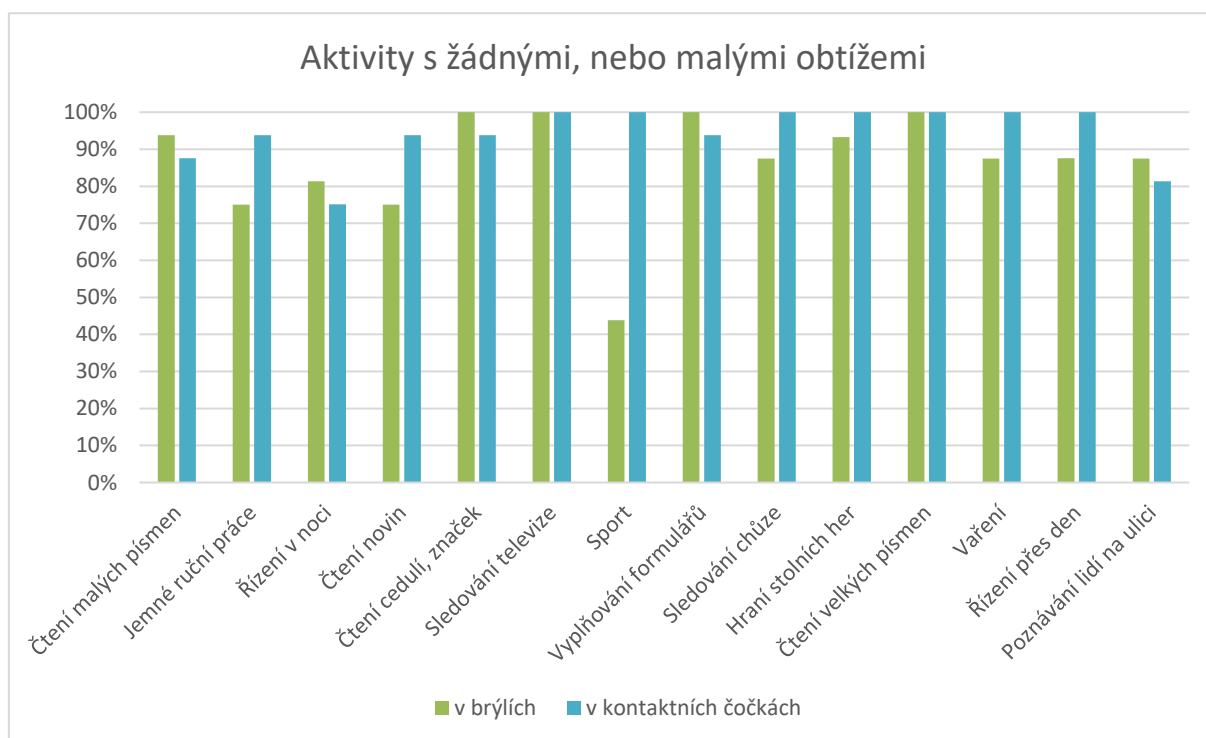


Graf 6.6: Závislost visu na výši korekce u sférické ametropie

6.3.2. Výsledky subjektivních pocitů probandů vyhodnocených dle dotazníku

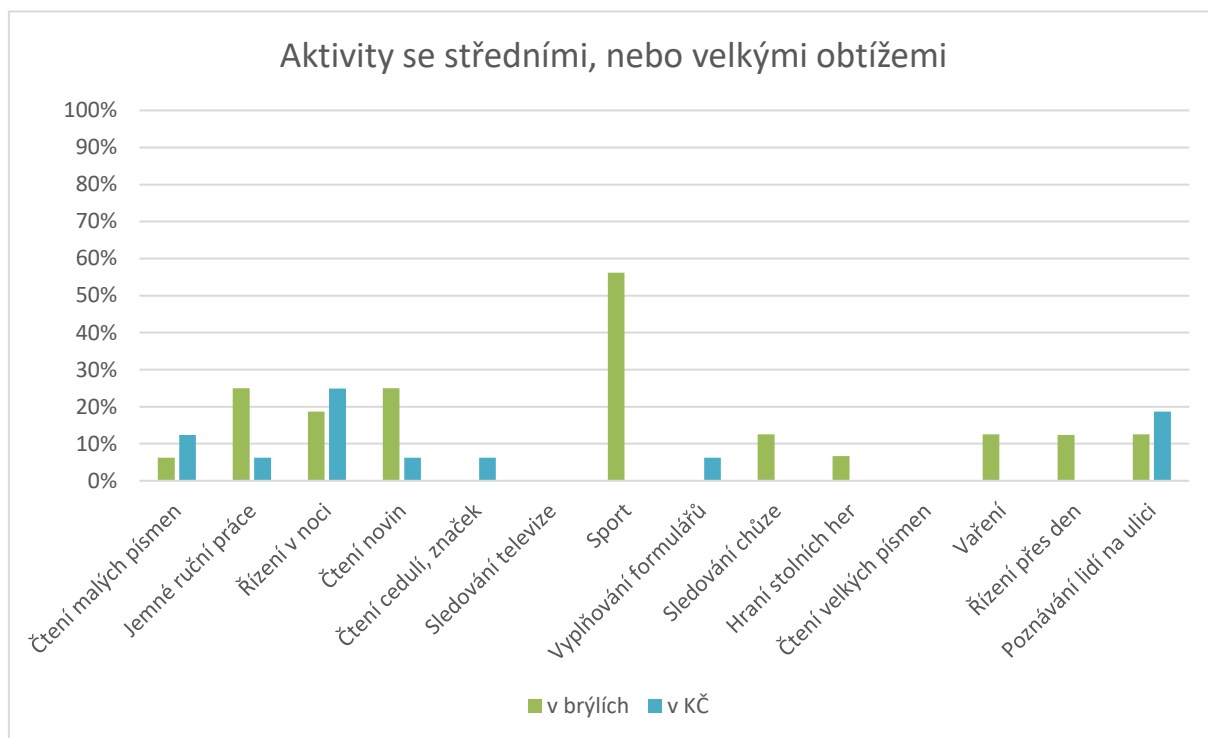
Jak již bylo zmíněno, dotazník obsahoval 14 otázek týkajících se zrakového komfortu probandů při provádění různých aktivit v brýlové korekci nebo korekci kontaktními čočkami. Odpovědi byly rozděleny do 4 možností, a to na žádné, malé, střední nebo velké obtíže. Pro lepší přehlednost grafu jsem první dvě kategorie, tedy žádné a malé obtíže zahrnula do jednoho grafu (Graf 6.7 a 6.8).

Totožné skóre uvedli respondenti v otázkách ohledně sledování televize a čtení velkých písmen, kdy v obou kategoriích, jak pro brýlové, tak pro kontaktní čočky uvedli 100% spokojenost, popřípadě pouze drobné obtíže. Naopak nejrozdílnější výsledky se vyskytují u otázky sportu. Zde pouze 43,8 % respondentů odpovědělo, že nepocítují větší potíže při sportování v brýlových čočkách. Oproti tomu 100 % klientů uvedlo, že se v čočkách při sportu s problémy nesetkávají. Dalším významnějším rozdílem jsou jemné ruční práce, které se klientům provádějí lépe v kontaktních čočkách nežli v brýlích, a to 18,8 %.



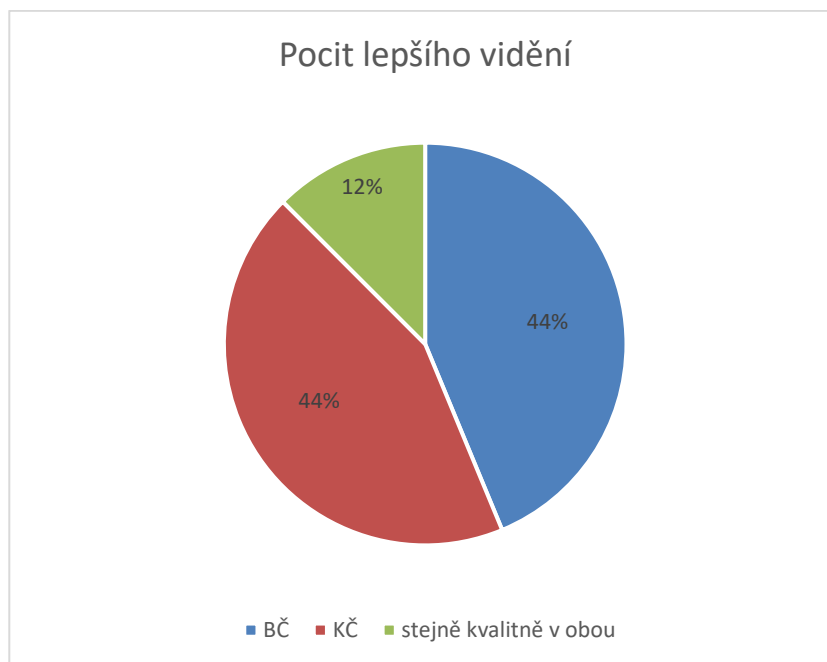
Graf 6.7: Aktivity s žádnými, nebo malými obtížemi

Následující graf (Graf 6.8) se týká aktivit, které respondentům přinášely střední, až těžké obtíže. Absolutně největší problém zaznamenáváme u otázky sportu v brýlích, kdy téměř 57 % účastní výzkumu uvedlo, že pociťují nepříjemné potíže.



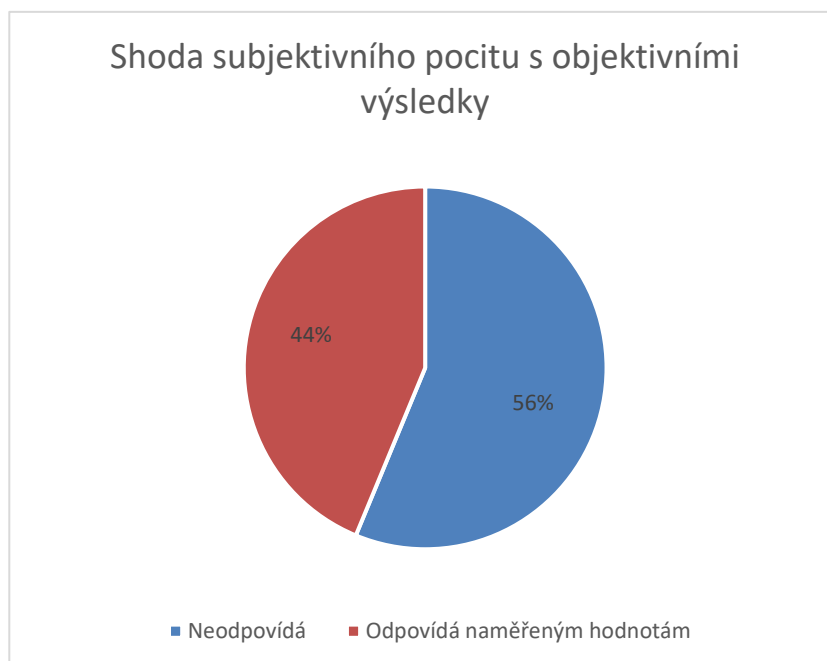
Graf 6.8: Aktivity se středními, nebo velkými obtížemi

Do dotazníku byly přidány také 2 otázky týkající se komfortu probandů ve vybraných korekčních pomůckách. První z otázek se týkala pocitu probandů, zda subjektivně lépe vidí v brýlových, či kontaktních čočkách. 12 % respondentů uvedlo (viz. Graf 6.9), že nepoznají rozdíl, tedy vidí stejně kvalitně.



Graf 6.9: Odpovědi klientů, v jaké korekční pomůcce vidí lépe

Subjektivní pocity klientů jsem porovnala s objektivně naměřenými výsledky ve vyšetřovně. Z následujícího grafu (Graf 6.10) vyplývá, že se subjektivní pocit respondentů shoduje s naměřenými hodnotami visu pouze ve 44 %.



Graf 6.10: Shoda subjektivního pocitu klientů s reálně naměřenými hodnotami

Poslední otázkou dotazníku bylo, kterou korekční pomůcku respondenti preferují (Graf 6.11). Zajímavostí je, že lidé, kteří uvádí, že nemají preference, reálně viděli v jedné korekční pomůcce lépe než ve druhé.



Graf 6.11: Preference korekčních pomůcek

6.4. Diskuse

Do měření jsem zahrnula dohromady 24 probandů ve věku od 17 do 50 let. Ve skupině bylo 12 mužů a 12 žen. Rozložení zrakových vad se pohybuje od $-7,00$ D do $+5,50$ D. Pro co největší objektivnost jsem do výzkumu zařadila klienty používající jak sférické, tak torické kontaktní čočky, kterých bylo naaplikováno méně, vzhledem k tomu, že většina klientů měla kvalitní visus i po přepočtu na sférický ekvivalent. Po konzultaci s marketingovou zástupkyní firmy CooperVision jsem zahrnula respondenty nosící jak jednodenní, tak měsíční kontaktní čočky, vzhledem k tomu, že by režim výměny kontaktních čoček neměl mít na zrakovou ostrost žádný vliv.

Vliv na výsledky však mohou mít například nevhodné parametry kontaktních čoček. Do praktické části bakalářské práce jsem mimo jiné zahrnula pravidelné klienty Optiky dak. V rámci měření jedné z klientek došlo k výraznému zhoršení zrakové ostrosti v kontaktních čočkách jak oproti výsledkům z minulého roku, tak oproti zrakové ostrosti v brýlové korekci. Po kontrole klientky na štěrbinové lampě se ukázalo, že kontaktní čočky, které si klientka

kupuje přes internet, mají špatné parametry – byly příliš těsné. Po re aplikaci klientky vhodnějšími kontaktními čočkami došlo nejen k vylepšení visu, ale také ke zvýšení komfortu nošení. Nové měření se správně vybranou korekcí kontaktními čočkami jsem dále zahrнула do statistické analýzy práce.

Kromě nevhodně vybraných kontaktních čoček může zrakovou ostrost v dané korekční pomůcce ovlivnit také další zrakové vady, jako je například strabismus. Například u 20letého muže, který byl zahrnut do měření, došlo v kontaktních čočkách ke snížení monokulárního i binokulárního visu oproti visu v brýlové korekci. V brýlích dosáhl monokulárně na OP visu 1,2 na OL 0,7 a binokulárně 1,2⁺³. V kontaktních čočkách pak na OP 1,0 na OL 0,6 a binokulárně 1,0⁺². Při kontrole klienta pomocí polarizačních testů jsem odhalila lehkou fórii. Vzhledem k tomu, že klient nepociťoval žádné problémy a na prizmatickou korekci není zvyklý, stávající korekci jsme neměnili. I takto lehká fórie však v tomto případě mohla snížit visus v kontaktních čočkách, a tím ovlivnit celkové výsledky výzkumu.

Z výsledků v první části experimentů je jasné, že hypotézu H_0 nelze zamítnout na stanovené hladině významnosti 5 % ($p = 0,139 < 0,05$). Rozdíl mezi dosaženými hodnotami visu v brýlových a kontaktních čočkách není signifikantní, tudíž se alternativní hypotéza H_1 zamítá. Pro testování hypotéz byl zvolen Wilcoxonův párový test.

Dotazník kopíroval strukturu 14- VF Questionnaire, který byl použit také ve výzkumu,⁵² ale mapoval pouze myopické klienty. Přesto jsem zde objevila podobnost s mými výsledky, a to v otázce používání brýlí na sport, kdy 40 % respondentů uvedlo, že pociťují střední až velké obtíže při jejich používání. Výsledek může být ovlivněn zejména omezením zorného pole a rozsahem mobility. Dalším výrazným faktorem je strach o brýle, který může negativně ovlivnit jak prožitek ze sportu, tak jeho samotný výkon.

7. Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na objektivní i subjektivní porovnání dosažené zrakové ostrosti v brýlích a kontaktních čočkách. Teoretická část popisovala optická média oka pro lepší pochopení refrakčních vad, které byly také dále klasifikovány. Závěrem teoretické části popisují postupy objektivní i subjektivní refrakce a následně způsoby korekce refrakčních vad.

Praktická část byla rozdělena do dvou částí. V první části byla měřena zraková ostrost probandů s různými refrakčními vadami. Do výzkumu byli zahrnuti probandi jak se sférickými vadami (myopie, hypermetropie), tak s vadami asférickými (astigmatismus). V rámci této části byla zkoumána a porovnána zraková ostrost naměřená v brýlových a následně i kontaktních čočkách. Visus byl testován ve vyšetřovně na LCD optotypu PolaSkop 3D. Ze statistické analýzy vyplynulo, že zraková ostrost myopických probandů je v obou typech korekčních pomůcek téměř totožná. U hypermetropických probandů byl rozdíl výraznější. V brýlových čočkách měli hypermetropičtí probandi průměrný interpolovaný visus lepší o 0,032. V obou případech se však jedná o velice malé rozdíly.

Druhá část výzkumu byla zaměřena na subjektivní hodnocení respondentů. Do připraveného dotazníku respondenti vyplňovali, jaké aktivity jim mohou působit problémy v brýlových, potažmo kontaktních čočkách. Z výsledků je patrné, že obě korekční pomůcky byly probandům komfortní pro jiné aktivity. V otázce sportů je však jisté, že kontaktní čočky jsou pro většinu respondentů preferovanější volbou.

Cílem praktické části bylo zjistit, jestli a jak se liší zraková ostrost v brýlových a kontaktních čočkách. Z dosažených výsledků vyplývá, že se visus v těchto pomůčkách nijak zásadně neliší. Dle posledních otázek z dotazníku bylo zjištěno, že 56 % respondentů není schopno rozpoznat, která z korekčních pomůcek přináší vyšší zrakovou ostrost. Subjektivní pohodlí v dané korekci je tedy pro klienty výrazně přednější než vyšší zraková ostrost.

Seznam použité literatury

- [1] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. Fyziologie oka a vidění. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [2] TIFFANY, John M. The Normal Tear Film. In: GEERLING, G. a H. BREWITT, ed. Surgery for the Dry Eye [online]. Basel: KARGER, 2008, 2008, s. 1-20 [cit. 2022-11-21]. Developments in Ophthalmology. ISBN 978-3-8055-8376-3. Dostupné z: doi:10.1159/000131066
- [3] JOGI, Renu. *Basic Ophthalmology* [online]. 4. vydání. New Delhi: Jaypee Medical Publisher, 2009 [cit. 2022-10-13]. ISBN 978-81-8448-451-9.
- [4] KHURANA, AK. *Review of OPHTHALMOLOGY* [online]. 2015. The Health Sciences Publisher, 6. vydání. 1. [cit. 2022-10-13]. ISBN 978-93-5152-948-4.
- [5] AUTRATA, Rudolf. Nauka o zraku. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [6] HEISSIGEROVÁ, Jarmila. *Oftalmologie: pro pregraduální i postgraduální přípravu*. Praha: Maxdorf, [2018]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-580-4.
- [7] KRAUS, Hanuš. Kompendium očního lékařství. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [8] ISENBERG, Sherwin J. Corneal Topography of Neonates and Infants. *Archives of Ophthalmology* [online]. 2004, 122(12) [cit. 2022-11-21]. ISSN 0003-9950. Dostupné z: doi:10.1001/archophth.122.12.1767
- [9] MANNIS, Marc J. a Edward J. HOLLAND. Cornea [online]. 4. vydání. Elsevier, 2017 [cit. 2022-11-08]. ISBN 978-0-323-35758-6.
- [10] FORRESTER, John V., Andrew D. DICK, Paul G. MCMENAMIN, Fiona ROBERTS a Eric PEARLMAN. *The eye: Basic Sciences in Practice* [online]. 4. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2016 [cit. 2022-10-13]. ISBN ISBN 978-0-7020-5554-6.
- [11] DUA, Harminder S, Lana A FARAJ a Dalia G SAID. Dua's layer: discovery, characteristics, clinical applications, controversy and potential relevance to glaucoma. *Expert Review of Ophthalmology* [online]. 2015, 10(6), 531-547 [cit. 2022-11-21]. ISSN 1746-9899. Dostupné z: doi:10.1586/17469899.2015.1103180

- [12] REMINGTON, Lee Ann. *Clinical Anatomy and Physiology: of Visual System* [online]. 3. vydání. USA: Elsevier, 2012 [cit. 2022-10-13]. ISBN 978-1-4377-1926-0.
- [13] LAVINE, Jay B. *The Eyecare Sourcebook* [online]. 2001: McGraw-Hill [cit. 2022-10-13]. Dostupné z: doi:10.1036/0071420703.
- [14] KORETZ, Jane F., George H. HANDELMAN a Nicholas PHELPS BROWN. Analysis of human crystalline lens curvature as a function of accommodative state and age. *Vision Research* [online]. 1984, 24(10), 1141-1151 [cit. 2022-11-21]. ISSN 00426989. Dostupné z: doi:10.1016/0042-6989(84)90168-8
- [15] WILKONSON, C.P., David R. HINTON, SriniVas R SADDA, Peter WIEDEMANN a Andrew P SCHACHAT. *Ryan's Retina* [online]. 6. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2018 [cit. 2022-10-13]. ISBN 9780323680820.
- [16] HELVESTON, Eugene M., Andrea MOLINARI, Visvaraja SUBRAYAN a Radhika CHAWLA. ORBIS INTERNATIONAL. *Vision and Refraction*. 2014.
- [17] PARARAJASEGARAM, Ramachandra. *A Text Book On Optics and Refraction*. Tamilnadu, India: Ophthalmic Assistant Training Series, 2007.
- [18] BHATTACHARYYA, Bikas. *Textbook of Visual Science and Clinical Optometry*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2009. ISBN 978-81-8448-599-8.
- [19] BROOKS, Clifford W. a Irvin M. BORISH. *System For Ophthalmic Dispensing*. Third edition. St. Louis, Missouri: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-7480-5.
- [20] ARTAL, Pablo, ed. *Handbook of Visual Optics: Fundamentals and Eye Optics*. Volume one. Broken Sound Parkway: Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 9781482237863.
- [21] CRICK, Ronald Pitts a Peng Tee KHAW. *A Textbook of Clinical Ophthalmology: A Practical Guide to Disorders of the Eyes and Their Management*. 3rd edition. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte., 2003. ISBN 981-238-128-7.
- [22] LUDWIG, Cassie A., Nick BOUCHER, Namrata SAROJ a Darius M. MOSHFEGHI. Differences in anterior peripheral pathologic myopia and macular pathologic myopia by age and gender. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* [online]. 2021, 259(11), 3511-3513 [cit. 2022-11-21]. ISSN 0721-832X. Dostupné z: doi:10.1007/s00417-021-05217-w

- [23] BENJAMIN, William J. Borish's Clinical Refraction. Second edition. St. Louis, Missouri: Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 978-0-7506-7524-6.
- [24] CHAMBERLAIN, Paul, Sofia C. PEIXOTO-DE-MATOS, Nicola S. LOGAN, Cheryl NGO, Deborah JONES a Graeme YOUNG. A 3-year Randomized Clinical Trial of MiSight Lenses for Myopia Control. *Optometry and Vision Science* [online]. 2019, 96(8), 556-567 [cit. 2022-12-03]. ISSN 1538-9235. Dostupné z: doi:10.1097/OPX.0000000000001410
- [25] LAM, Carly SY, Wing Chun TANG, Paul H LEE, Han Yu ZHANG, Hua QI, Keigo HASEGAWA a Chi Ho TO. Myopia control effect of defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lens in Chinese children: results of a 3-year follow-up study. *British Journal of Ophthalmology* [online]. bjophthalmol-2020-317664 [cit. 2022-12-03]. ISSN 0007-1161. Dostupné z: doi:10.1136/bjophthalmol-2020-317664
- [26] YAZDANI, Negareh, Ramin SADEGHI, Asieh EHSAEI, Ali TAGHIPOUR, Samira HASANZADEH, Leili ZARIFMAHMOUDI a Javad HERAVIAN SHANDIZ. Under-correction or full correction of myopia? A meta-analysis. *Journal of Optometry* [online]. 2021, 14(1), 11-19 [cit. 2022-12-03]. ISSN 18884296. Dostupné z: doi:10.1016/j.optom.2020.04.003
- [27] CHEN, Yan-Xian, Zachary TAN a Ming-Guang HE. Who needs myopia control?. *International Journal of Ophthalmology* [online]. 2021, 14(9), 1297-1301 [cit. 2022-12-03]. ISSN 22223959. Dostupné z: doi:10.18240/ijo.2021.09.01
- [28] LINGHAM, Gareth, James LOUGHMAN, Stella KUZMENKO, Matilda BIBA a Daniel Ian FLITCROFT. Will treating progressive myopia overwhelm the eye care workforce? A workforce modelling study. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2022, 42(5), 1092-1102 [cit. 2022-12-03]. ISSN 0275-5408. Dostupné z: doi:10.1111/opo.13019
- [29] KHAW, P. T., P. SHAH a A. R. ELKINGTON. ABC OF EYES. Fourth edition. Chennai, India: BMJ Publishing Group, 2004. ISBN 0 7279 1659 9.
- [30] HOLDEN, Brien A., Timothy R. FRICKE, David A. WILSON, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050 [online]. February 11, 2016., 7 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- [31] GOGGIN, Michael, ed. Astigmatism: Optics, Physiology and Management. Rijeka, Croatia: Intech, 2012. ISBN 978-953-51-0230-4.

- [32] READ, Scott A, Michael J COLLINS a Leo G CARNEY. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. 2007, 90(1), 5-19 [cit. 2022-11-21]. ISSN 0816-4622. Dostupné z: doi:10.1111/j.1444-0938.2007.00112.x
- [33] HARVEY, Bill a Andy FRANKLIN. *Routine Eye Examination*. Elsevier, 2005. ISBN 0 7506 8852 1.
- [34] ATCHISON, David a George SMITH. *Optics of the Human Eye*. Repr. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2002. ISBN 0 7506 3775 7.
- [35] ABOUMOURAD, Rami a Heather A. ANDERSON. Comparison of Dynamic Retinoscopy and Autorefractometry for Measurement of Accommodative Amplitude. *Optometry and Vision Science* [online]. 2019, 96(9), 670-677 [cit. 2022-12-03]. ISSN 1538-9235. Dostupné z: doi:10.1097/OPX.0000000000001423
- [36] KASCHKE, Michael, Karl-Heinz DONNERHACKE a Michael Stefan RILL. *Optical Devices in Ophthalmology and Optometry: Technology, Design Principles, and Clinical Applications*. Singapore: Wiley-VCH, 2016. ISBN 978-3-527-64899-3.
- [37] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [38] RUTRLE, Miloš. *Přístrojová optika: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-301-5.
- [39] KNIESTEDT, C a R STAMPER. Visual acuity and its measurement. *Ophthalmology Clinics of North America* [online]. 2003, 16(2), 155-170 [cit. 2022-12-03]. ISSN 08961549. Dostupné z: doi:10.1016/S0896-1549(03)00013-0
- [40] SHEEDY, JAMES E., IAN L. BAILEY a THOMAS W. RAASCH. Visual Acuity and Chart Luminance. *Optometry and Vision Science* [online]. 1984, 61(9), 595-600 [cit. 2022-12-03]. ISSN 1040-5488. Dostupné z: doi:10.1097/00006324-198409000-00010
- [41] RICCI, F., C. CEDRONE a L. CERULLI. Standardized measurement of visual acuity. *Ophthalmic Epidemiology* [online]. 2009, 5(1), 41-53 [cit. 2022-12-03]. ISSN 0928-6586. Dostupné z: doi:10.1076/oep.5.1.41.1499
- [42] *Review of Optometry* [online]. 18. 2022 [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: <https://www.reviewofoptometry.com/issue/november-15-2022>

- [43] COLENBRANDER, August. The Historical Evolution of Visual Acuity Measurement. *Visual Impairment Research* [online]. 2009, 10(2-3), 57-66 [cit. 2022-12-03]. ISSN 1388-235X. Dostupné z: doi:10.1080/13882350802632401
- [44] GHAI, Ashwani Kumar. *Refraction, Dispensing Optics and Ophthalmic Procedures*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013. ISBN 978-93-5090-189-2.
- [45] KOLKER, Richard J. *Subjective Refraction and Prescribing Glasses: The Number One (or Number Two) Guide to Practical Techniques and Principles*. Third edition. Slack Incorporated, 2018. ISBN 978-1630915599.
- [46] EFRON, Nathan. *Contact Lens Complications*. Fourth edition. Philadelphia: Elsevier, 2019. ISBN 978-0702076114.
- [47] MANNIS, Mark J., Karla ZADNIK, Cleusa CORAL-GHANEM a Newton KARA-JOSE. *Contact Lenses in Ophthalmic Practice*. New York: Springer-Verlag New York, 2004. ISBN 0-387-40400-7.
- [48] PILLAY, Rayishnee, Rekha HANSRAJ a Nishanee RAMPERSAD. Historical Development, Applications and Advances in Materials Used in Spectacle Lenses and Contact Lenses/p. *Clinical Optometry* [online]. 2020, 12, 157-167 [cit. 2022-12-21]. ISSN 1179-2752. Dostupné z: doi:10.2147/OPTO.S257081
- [49] FANNIN, Troy E. a Theodore GROSVENOR. *Clinical Optics*. USA: Butterworths, 1987. ISBN ISBN 0-409-90060-5.
- [50] A History of Biomaterials. In: *Biomaterials Science* [online]. Elsevier, 2013, 2013, xli-liii [cit. 2022-12-23]. ISBN 9780123746269. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-087780-8.00154-6
- [51] EFRON, Nathan, ed. *Contact Lens Practise*. Second edition. UK: Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.
- [52] DUYGU UZUNEL, Umut, Bora YÜKSEL, Berna YUCE, Murat DIREL a Tuncay KUSBECI. Comparison of Effect of Contact Lenses on Daily Life in Myopia and Myopic Astigmatism: VF-14 Questionnaire [online]. 2016, 4 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: doi:10.15226/2474-9249/1/2/00105

Seznam symbolů a zkratek

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
mm	milimetr
D	dioptrie
μm	mikrometr
mg	mikrogram
ml	mililitr
ast	astigmatismus
m	metr
cd	kandela
ETDRS	Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study
ZO	Zraková ostrost
JCC	Jacksonův zkřížený cylindr
PMMA	polymethylmethakrylát
CR-39	Columbia Resin
AR	antireflex
UV	ultra fialové
KČ	kontaktní čočka
HEMA	hydroxyethylmethakrylát
RGP	rigid gas permeable

Seznam obrázků a grafů

Obr. 2.1: Vrstvy sítnice	7
Obr. 3.1: Optická mohutnost očních médií a indexy lomu různých prostředí.....	8
Obr. 3.2: Dopad světla na sítnici při emetropii a ametropii	9
Obr. 3.3: Typy astigmatismu	13
Obr. 4.1: Ukázka zápisu vyšetření pomocí Grading scales	21
Graf 6.1: Rozložení respondentů dle klasifikace myopie.....	30
Graf 6.2: Rozložení respondentů dle klasifikace hypermetropie	31
Graf 6.3: Rozdíly dosaženého visu při korekci BČ a KČ pro typy ametropie	32
Graf 6.4: Závislost visu na výši korekce u hypermetropie	32
Graf 6.5: Závislost visu na výši korekce u myopie	33
Graf 6.6: Závislost visu na výši korekce u sférické ametropie.....	33
Graf 6.7: Aktivity s žádnými, nebo malými obtížemi	34
Graf 6.8: Aktivity se středními, nebo velkými obtížemi	35
Graf 6.9: Odpovědi klientů, v jaké korekční pomůcce vidí lépe	35
Graf 6.10: Shoda subjektivního pocitu klientů s reálně naměřenými hodnotami	36
Graf 6.11: Preference korekčních pomůcek	36

Přílohy

Dotazník obsahuje 30 otázek a neměl by zabrat více než 10 minut. Otázky kopírují strukturu 14-VF Questionnaire. První část dotazníku se týká případných problémů zraku při nošení BRÝLÍ (14 otázek), ve druhé části KONTAKTNÍCH ČOČEK (14 otázek).

Poslední 2 otázky jsou jen na doplnění.

Jméno a příjmení je potřeba pro porovnání naměřených hodnot ve vyšetřovně s Vašimi subjektivními pocity.

Jméno, příjmení: _____

14 otázek týkajících se komfortu v BRÝLÍCH při daných aktivitách:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Čtení malých písmen | 6. Sledování televize |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 2. Jemné ruční práce | 7. Sport |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 3. Řízení v noci | 8. Vyplňování formulářů |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 4. Čtení novin | 9. Sledování chůze, chození po schodech |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 5. Čtení značek a cedulí | 10. Hraní stolních her |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 11. Čtení velkých písmen | 13. Řízení přes den |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 12. Vaření | 14. Poznávání lidí na ulici |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |

Dalších 14 otázek se týká stejných aktivit, tentokrát v KONTAKTNÍCH ČOČKÁCH:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Čtení malých písmen V KČ | 6. Sledování televize |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 2. Jemné ruční práce | 7. Sport |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 3. Řízení v noci | 8. Vyplňování formulářů |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 4. Čtení novin | 9. Sledování chůze, chození po schodech |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |
| 5. Čtení značek a cedulí | 10. Hraní stolních her |
| a) žádná obtížnost | a) žádná obtížnost |
| b) malá obtížnost | b) malá obtížnost |
| c) střední obtížnost | c) střední obtížnost |
| d) velká obtížnost | d) velká obtížnost |

11. Čtení velkých písmen

- a) žádná obtížnost
- b) malá obtížnost
- c) střední obtížnost
- d) velká obtížnost

12. Vaření

- a) žádná obtížnost
- b) malá obtížnost
- c) střední obtížnost
- d) velká obtížnost

13. Řízení přes den

- a) žádná obtížnost
- b) malá obtížnost
- c) střední obtížnost
- d) velká obtížnost

14. Poznávání lidí na ulici

- a) žádná obtížnost
- b) malá obtížnost
- c) střední obtížnost
- d) velká obtížnost

Mimo 14-VF:

15. Máte pocit, že vidíte lépe v:

- a) v brýlích
- b) v kontaktních čočkách
- c) nepoznám rozdíl, vidím stejně kvalitně

16. Raději nosíte:

- a) brýle
- b) kontaktní čočky
- c) nemám preference