

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA OPTIKY

Akademický rok: 2008/2009

ASTIGMATISMUS A JEHO KOREKCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. František Pluháček, Ph.D.

Vypracovala:

Miroslava Červinková

Studijní obor:

Optometrie

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jen literaturu uvedenou v seznamu literatury, který je v práci uveden.

Souhlasím, aby se práce mohla použít dále.

V Olomouci dne 20. května 2009

.....

Miroslava Červinková

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Mgr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D. za rady a připomínky, které mi během psaní práce poskytl.

1. OBSAH	
2. ÚVOD	6
3. ASTIGMATISMUS	7
3.1 Definice astigmatismu	7
3.2 Rozdělení astigmatismu	8
3.2.1 Astigmatismus pravidelný	8
3.2.2 Astigmatismus nepravidelný	9
3.3 Vztah mezi složkami astigmatismu	10
3.3.1 Javalova podmínka	11
3.3.2 Hrubého teorie	11
4. VYŠETŘENÍ ASTIGMATISMU	11
4.1 Objektivní vyšetření	12
4.1.1 Skiaskopie	12
4.1.2 Keratometrie	12
4.1.2.1 <i>Javal-Schiötzův keratometr</i>	13
4.1.3 Autorefraktometry	14
4.2 Subjektivní vyšetření	14
4.2.1 Zkřížený cylindr	15
4.2.2 Astigmatický vějíř	16
5. KOREKCE ASTIGMATISMU	17
5.1 Korekce brýlemi	17
5.1.1 Plan-cylindrická skla	17

5.1.2	Sféro-cylindrická skla	18
5.1.3	Sféro-tórická skla	19
5.1.4	Měření tórických čoček	19
5.2	Korekce kontaktními čočkami	19
5.2.1	Měkké tórické kontaktní čočky	20
5.2.2	Tvrdé tórické kontaktní čočky	22
5.2.3	Ortokeratologie	23
5.3	Rohovkové refrakční výkony	24
5.3.1	Excimer laser	24
5.3.2	PRK	24
5.3.3	LASIK	25
5.3.4	LASEK	26
5.3.5	Astigmatická keratektomie	26
6.	PRAKTICKÁ ČÁST	27
6.1	Vyšetřované osoby a metodika	27
6.2	Výsledky a vyhodnocení	27
7.	ZÁVĚR	31
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	32
9.	SEZNAM WEBOVÝCH STRÁNEK	32

2. ÚVOD

Téma mé bakalářské práce zní Astigmatismus a jeho korekce. Tato práce by měla poskytnout přehled o možnostech korekce astigmatismu.

Zrak je nadřazen naším ostatním smyslům. Oko zastává důležitou funkci a každá jeho vada či porucha vede k velkým obtížím. V dnešní době je na zrak kladen velký důraz a je tedy pro člověka důležité, aby viděl dobře za všech situací. Nekorigovaný nebo špatně korigovaný astigmatismus způsobí nejen pokles zrakové ostrosti, ale i astenopické potíže, které jsou pro člověka velice nepříjemné. Každý optometrista by měl zvládnout správně vykorigovat astigmatismus.

Toto téma jsem si vybrala z prostého důvodu. Dozvědět se, jaké existují možnosti korekce astigmatismu. Získané informace při psaní této práce budu jistě moci použít při vykonávání praxe optometristy.

Na začátku práce bych chtěla definovat astigmatismus a jeho dělení. Dále bych se chtěla zmínit o možnostech vyšetření astigmatismu a jeho následné korekce. Na závěr práce bych ráda zařadila výzkum, ve kterém bych porovnála zrakovou ostrost pacientů s plnou astigmatickou korekcí a korekcí sférickým ekvivalentem.

3. ASTIGMATISMUS

3.1 Definice astigmatismu

Astigmatismus je refrakční vada, při které nemá optický aparát oka ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost. Můžeme říci, že téměř každé oko je astigmatické. Rohovka není ideálně kulová, její optická mohutnost ve svislém směru je téměř vždy o 0,5 D větší než ve vodorovném směru. Tento fyziologický astigmatismus je částečně vyrovnáván oční čočkou. Výskyt nefyziologického astigmatismu v populaci je asi 10 %.

Paprsky, které přicházejí k oku, nemají v různých meridiánech své ohnisko ve stejné rovině. Paralelní paprsky nevytvářejí bodové ohnisko, ale dvě fokály oddělené ohniskovým intervalem. Délka intervalu určuje stupeň vady. Cílem korekce je fokály přiblížit a změnit na bod ležící na sítnici.

Nejčastěji je astigmatismus způsoben vadou zakřivení, nesprávnou centrací či indexem lomu. Vada zakřivení je nejčastěji vrozená a převážně postihuje rohovku. Ve svislém meridiánu může rohovka dosahovat většího zakřivení až o 1 D. Tento stav je způsoben tlakem horního víčka. Změny zakřivení rohovky mohou být i následkem úrazů, operací nebo onemocnění rohovky. Vzácněji se setkáváme s astigmatismem čočkovým. Ten může vzniknout díky asymetrii lámavých ploch čočky nebo tím, že čočka není uložena centricky. Při akomodaci může docházet ke změně čočkového astigmatismu. Jedná se o tzv. akomodativní neboli čočkový astigmatismus.[1]

S postupným ubýváním tukové vystýlky v zadní části oční bulvy zapadá a dochází ke zmenšení vertikálního tlaku na rohovku. Následkem je snížení hodnoty celkového astigmatismu. Zvyšuje se pravděpodobnost, že bude celkově převládat čočkový astigmatismus. Pokud sečteme astigmatismus rohovky, čočky a tzv. zbytkový astigmatismus získáme celkový astigmatismus. Zbytkový astigmatismus je zanedbatelného stupně. Příčina jeho vzniku pravděpodobně souvisí se šikmou polohou oční čočky nebo nepravidelnostmi v utváření žluté skvrny atd. [2]

U astigmatismu bývají časté astenopické potíže. Nekorigovaný nebo špatně korigovaný astigmatismus může vést k bolesti hlavy. Bolest může být lokalizována do očí, jejich okolí, hloubky oční bulvy, za oční bulvu, do temene či týla hlavy, ale může se

šít i do šíje a ramen. Bolest může být někdy lehká, tupá, jindy prudká, řezavá. Kromě bolesti hlavy je též častá nevolnost a zvracení. Pacienti se zamračeným vzhledem mívají často bolesti hlavy očního původu. Pacienti s astigmatismem si často stěžují na náhlé přechodné zamlžení obrazu. Po promnutí očí zamlžení odeznívá. [1]



Obr.1: Astigmatismus [3]

3.2 Rozdělení astigmatismu

Astigmatismus můžeme rozdělit podle několika kritérií. Podle jeho původu můžeme astigmatismus rozdělit na křivkový, kdy je vertikální zakřivení rohovky větší než horizontální. Nachází se téměř u celé populace. Dále na astigmatismus indexový, který se objevuje při začínajícím kalení čočky. Může vést k monokulární diplopii. A v poslední řadě se může jednat o astigmatismus z decentrace, který se objevuje u traumatické subluxace čočky.

Dále je možné dělit astigmatismus podle pravidelnosti či nepravidelnosti lámavých ploch v oku na pravidelný a nepravidelný.

3.2.1 Astigmatismus pravidelný (regularis)

Meridiány s nejmenší a největší lomivostí jsou navzájem kolmé a lomivost rohovky mezi nimi se mění monotónně. Bod se optickým systémem oka zobrazí na dvojici navzájem kolmých úseček, které neleží v téže rovině.

Astigmatismus pravidelný můžeme rozdělit podle typu vady na:

- **Jednoduchý (simplex)**
Jeden meridián je emetropický a druhý myopický nebo hypermetropický.
- **Složený (compositus)**
Oba meridiány jsou hypermetropické nebo myopické.
- **Směšený (mixtus)**
Jeden meridián je myopický a druhý hypermetropický.

Podle směru hlavních meridiánů lze pravidelný astigmatismus dále rozdělit na:

- **Astigmatismus přímý, podle pravidla (rectus)**
Svislý meridián je více lomivý než meridián horizontální.
- **Astigmatismus nepřímý, proti pravidlu (inversus)**
Horizontální meridián je více lomivý než meridián svislý.
- **Astigmatismus šikmý (obliquus)**
Oba meridiány leží šikmo. Nelze určit, který meridián je horizontální a který vertikální. [1]

3.2.2 Astigmatismus nepravidelný (irregularis)

O tzv. nepravidelném astigmatismu hovoříme, jsou-li optické plochy oka nepravidelně zakřivené. Nepravidelnost rohovky může být způsobena úrazy, operacemi nebo chorobami, např. keratokonus. Tento astigmatismus nelze korigovat brýlemi.



Obr.2: Vidění pacienta s astigmatismem proti pravidlu [4]



Obr.3: Vidění emetropa a pacienta s astigmatismem [5]

3.3 Vztah mezi složkami astigmatismu

Celkový astigmatismus je kombinací jeho jednotlivých složek, jak je výše uvedeno. Zejména se jedná o astigmatismus rohovkový a čočkový. Jejich vzájemný vztah lze přibližně popsat pomocí Javalovy podmínky a Hrubyho teorie.

3.3.1 Javalova podmínka

Zabývá se závislostí mezi stupněm očekávaného astigmatismu celkového a astigmatismem rohovky, ovlivněného astigmatismem čočky. V případě sférické nitrooční čočky se astigmatismus rohovkový na celkovém projeví plně.

Pro astigmatismus přímý platí:

$$Ast_c = 1,25 Ast_r - 0,5$$

Pro astigmatismus nepřímý platí:

$$Ast_c = 1,25 Ast_r + 0,5$$

3.3.2 Hrubyho teorie

Astigmatismus rohovkový se plně projeví na astigmatismu celkovém plně, je-li oční čočka sférická. Podílí-li se astigmatismus čočkový na 2/3 astigmatismu celkovém, jedná se o sférickou rohovku. U osové myopie je tento podíl vyšší, zatímco u osové hypermetropie je podíl poněkud nižší. Všeobecně pro stupeň čočkového astigmatismu platí:

$$Ast_c = 3/2 (Ast_c - Ast_r)$$

Stejně jako u Javalovy podmínky má tento vztah podmíněnou platnost. [2]

4. VYŠETŘENÍ ASTIGMATISMU

Vyšetření pacienta s očními obtížemi začíná anamnesou. Zjišťujeme jaké choroby se vyskytují v rodině, které nemoci a úrazy pacient prodělal a zvláště se zaměříme na současné obtíže. Při rozhovoru zaznamenáváme i celkový vzhled obličeje a očí. Pozornost věnujeme očním víčkům, spojivkám, slzivosti, postavení očí a pohyblivosti očí.

Dalším krokem vyšetření je zjištění refrakce. Refrakci můžeme zjistit objektivně i subjektivně.

4.1 Objektivní vyšetření

Objektivní metody vyšetření provádíme pomocí skiaskopických lišt nebo refraktometru. Pacienti s výsledkem podle objektivní refrakce nebývají plně spokojeni. Je tedy nutné provést ještě subjektivní dokorigování.

4.1.1 Skiaskopie

Jedná se o objektivní metodu, která nám pomáhá zjišťovat refrakci oka. Funguje na principu odražení světla na sítnici. Vyšetřuje se monokulárně. Je prakticky nemožné, aby byl vyšetřující v nekonečnu, proto vyšetřujeme z konečné vzdálenosti, obvykle 0,5 m až 1,0 m. Jako zdroje světla používáme ke stanovení korekce zrcátka planárního, případně elektrického retinoskopu, který obsahuje zabudované zrcátko i zdroj světla. Při pohybu zrcátkem (retinoskopem) v různých směrech sledujeme pohyb reflexu v zornici. Je-li pohyb reflexu vždy stejný, nejedná se o astigmatické oko. Při astigmatismu můžeme sledovat různý pohyb i vzhled reflexu v různých meridiánech. Při použití pásového retinoskopu (vyšetřovaný svazek má tvar pásu) sledujeme směr pásového reflexu v oku a srovnáváme s původním směrem pásu. Nacházíme-li se v hlavním meridiánu, jsou oba směry shodné. Mimo hlavní meridián je směr reflexu a pásu odlišný. Po zjištění hlavních řezů provedeme neutralizaci pohybu reflexu (předkládáme čočky před oko, dokud se pohyb reflexu nezastaví – reflex v zornici jen přeblikne). Výslednou refrakce v daném řezu pak získáme po odečtení převrácené hodnoty velikosti vyšetřovací vzdálenosti (např. pro 0,5 m odečítáme 2 D).

Pro vyloučení akomodace nevyšetřované oko fixuje značku ve vzdálenosti 5m.

4.1.2 Keratometrie

Jedná se o klasickou metodu měření poloměrů křivosti na přední ploše rohovky. U keratometrie je největší výhodou snadná přístupnost přední plochy rohovky k měření. Nemusíme počítat s akomodací. Přední plocha rohovky nám určuje celkový astigmatismus. Refrakce přední plochy rohovky tvoří z celkové refrakce oka asi 83 %. Keratometrie je založena na pozorování odrazu značek od rohovky, která se chová jako

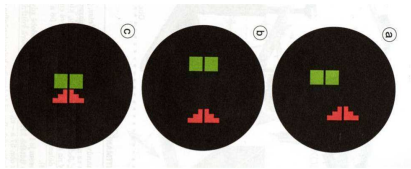
zrcadlo. Při zjišťování astigmatismu sledujeme pozici značek v různých meridiánech. Obvykle opět hledáme hlavní meridiány, ve kterých je extrémní lomivost. Značky mohou mít např. tvar soustředných kružnic (zejména u topografů). Astigmatismus se pak projeví deformací jejich obrazů.

4.1.2.1 Javal-Schiötzův keratometr

Jedná se o nejrozšířenější keratometr. Byl sestaven Javalem a Shiötzem roku 1881. Porovnává rohovku s konvexním zrcadlem. Používá dvou testových značek, jejichž obrazy jsou proměřeny zdvojovacím zařízením a přímo na stupnici můžeme odečítat hodnoty poloměrů křivosti. Naměřené hodnoty můžeme odečítat v milimetrech nebo dioptriích. Testové značky jsou ve tvaru děleného obdélníka a stupňovité pyramidy v komplementárních barvách umístěny pohyblivě na obloukovitém otáčivém rameni. Při astigmatismu nejsou středové úsečky testových značek mimo hlavní meridiány v koincidenci. Po zaostření okuláru nalezneme hlavní meridiány astigmatismu (středové úsečky testových značek jsou v koincidenci) a stanovíme poloměr zakřivení daného meridiánu (testové značky se dotýkají). Změna vzájemné vzdálenosti značek o jeden dílek pyramidy při otočení z jednoho hlavního řezu do druhého odpovídá přibližně astigmatismu 1 D. [1]



Obr.4: Javal-Schiötzův keratometr [6]



Obr.5: Testové značky Javal – Schiötzova keratometru [7]

4.1.3 Autorefraktometry

Při objektivním zjišťování vad přinášejí nejenom velkou časovou úsporu, ale i zjištění refrakce u pacientů, kteří nemohou nebo nechtějí spolupracovat. K měření se využívá infračerveného světla. Pro vyšetřovaného se tímto proces stává nepozorovatelným. To přispívá ke snížení nežádoucí akomodace při sledování fixační značky.

První generace autorefraktometrů byla představitelem komputorizované variace manuální skiaskopie. Autorefraktometry byly drahé, objemné a velmi pomalé. Současné přístroje provádí 2 000 měření za 1/10 sekundy. Měření vykazuje jen nepatrné chyby. V 85-96 % se jedná o chyby do 0,5 D. Přes toto všechno musí být objektivní měření následně ověřeno subjektivním měřením.

4.2 Subjektivní vyšetření

Subjektivní vyšetření by mělo následovat po vyšetření objektivním. Toto vyšetření probíhá čtením optotypů na dálku. Korekci vkládáme do zkušební obruby před jedno oko. Druhé oko musí být zcloněno neprůhledným terčem. Poté zkusíme obě oči společně. Pozor musíme dát na správnou centraci zkušební obruby. Důležitá je centrace skla, pupilární distance, správnost nastavení opěrky nosníku (výška a sklon), délka stranice, a vzdálenost od vrcholu rohovky. Snášenlivost korekce vyzkoušíme nejprve monokulárně, potom binokulárně. Snášenlivost korekce musíme též vyzkoušet jak na dálku, tak blízko.

Při subjektivním vyšetření vždy nejprve stanovíme nelepší sférickou korekci (metodou nejsilnější spojky či nejslabší rozptylky). Pro kontrolu sférické korekce

můžeme využít též červenozeleň test Zde využíváme chromatické aberace, kdy červené světlo má u správně vykorigovaného oka ohnisko za sítnicí a zelené před sítnicí. Pokud tomu tak není, vnímá vyšetřovaný znaky optotypu lépe (kontrastněji) na červeném nebo zeleném podkladě (viz obr. 7). Nedokorigované hypermetropické oko vidí text lépe v zeleném poli, myopické naopak v červeném. [1]



Obr.7. Červenozeleň test [8]

Následně korigujeme astigmatismus. Obvykle se využívá metody zkřížených cylindrů nebo astigmatického vějíře.

4.2.1 Zkřížený cylindr

Jedná se o jednoduchý a přesný nástroj ke zjištění astigmatismu. Vyšetření astigmatismu pomocí Jacksonových cylindrů je mezi optometry velice rozšířené. Jedná se o dvojici plancylindrů, které jsou navzájem kolmé. Plancylindry jsou vloženy do kulaté objímky, která je opatřena držadlem. Držadlo je vůči osám umístěno pod úhlem 45 stupňů. Plancylindry se vyrábí ve třech možnostech $\pm 0,25$, $\pm 0,5$, $\pm 1,0$ D. Při vyšetření na optotypech upřednostňujeme kulaté znaky.

Nejprve zjišťujeme osu cylindru za porovnání dvou obrazů. Držadlo zkříženého cylindru je ve shodné ose s cylindrem ve zkušební obrubě. Následně cylindr otočíme o 180 °. Je-li vidění v obou polohách stejné, osa cylindru je správná. Je-li jedna varianta lepší, musíme osu cylindru upravit a znovu překontrolovat. Dále kontrolujeme hodnotu cylindru. Zápornou osu zkříženého cylindru umístíme shodně s osou cylindru ve zkušební obrubě. Následně kolmo na ní. Pokud nedojde ke zlepšení vidění v žádné poloze, cylindr ve zkušební obrubě má správnou hodnotu. Dojde-li v některé poloze ke zlepšení, provedeme odpovídající změnu korekce (zesílení nebo zeslabení) a ověření

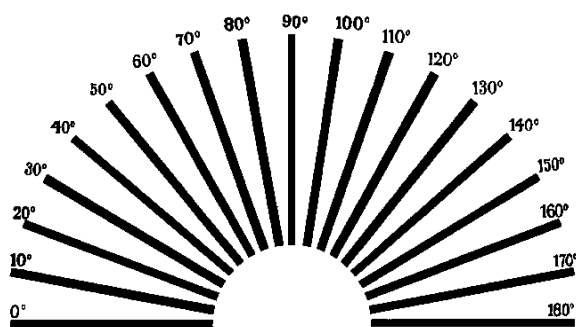
opakujeme. Aby zůstala zachována sférická diference, je potřeba vždy překontrolovat sférickou korekci (zejména u jemného dokorigování) nebo při každém zesílení, případně zeslabení záporného korekčního cylindru o 0,5 D upravit sféru o + 0,25 D, případně o -0,25 D.[1]



Obr.6: Zkřížený cylindr [9]

4.2.2 Astigmatický vějíř

Astigmatický vějíř se používá zvláště při vysokých stupních astigmatismu (obvykle více jak 2 D). Pokud je přítomen astigmatismus, některé čáry pacient vnímá ostřeji než ostatní. Pro správné stanovení osy cylindru je třeba nejprve zamlžit vidění dostatečně silnou spojkou, až není preferován žádný směr. Následně postupně odmlžujeme, až se jeden směr zvýrazní. Záporný korekční cylindr pak vložíme kolmo k lépe viděnému směru. Osu upřesníme na běžném optotypu pomalým otáčením korekčního cylindru. Cylindr postupně zesilujeme. Jakmile budou všechny čáry stejně ostré, našli jsme správný cylindr. Pokud začne být lépe vnímán směr kolmý k původnímu, je cylindr příliš silný. Po stanovení cylindru dokorigujeme sféru na běžném optotypu. [1]



Obr.8: Astigmatický vějíř [10]

5. KOREKCE ASTIGMATISMU

Astigmatismus je možné korigovat brýlovými skly, kontaktními čočkami nebo operacemi. U dětí můžeme předepsat plnou cylindrickou korekci. U dospělých začínáme plnou korekcí, ale musíme vyzkoušet její subjektivní binokulární snášitelnost. Především pokud se jedná o první astigmatickou korekci. Při redukci cylindru je podmínkou provedení sférické kompenzace. Výslednou korekcí by měl být kompromis mezi zrakovou ostroť a binokulární snášitelností korekce.

5.1 Korekce brýlemi

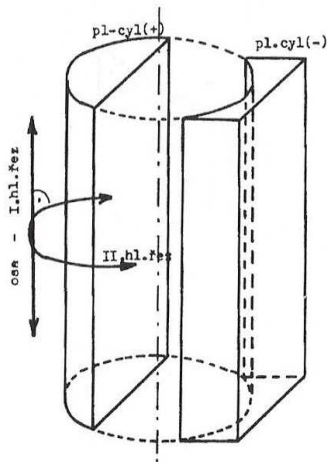
Korekce brýlemi patří k nejstarší metodě nápravy zraku. Brýle může nosit kdokoli, bez ohledu na věk. V dnešní době se k brýlím přistupuje jako k módnímu doplňku. Jejich největší nevýhodou je omezování aktivního života člověka. Další nevýhodou je, že můžeme cítit hmotnost brýlí na nose či za ušima. Oproti tomu jsou ze všech možností korekce nejbezpečnější. Nejsou v těsném kontaktu s očima. Z finančního hlediska se brýle dají pořídit oproti čočkám nebo chirurgickým zákrokům poněkud levněji. Nárok na příspěvek od pojišťovny máme 1 x za tři roky. Děti do 6 let mají nárok na příspěvek 3 x za rok a děti mezi 6.- 15. rokem 1 x za rok.

Brýlová skla schopná korigovat astigmatismus jsou nazývána jako skla cylindrická a torická. Od běžných brýlových skel se zásadně liší. Projevem je zdeformování obrazu a tvarové struktury, získané z původního předmětu.

5.1.1 Plan-cylindrická skla

Plan-cylindrická skla představují základní a funkčně nejstarší typ asférického-astigmatického skla. Jsou tvořena funkčními plochami odvozenými z podoby válce – cylindru. Tvar plan-cylindrického skla získáme seřізnutím rotačního válce v jeho podélné ose. V celé plan-cylindrické ploše rozlišujeme dva směry s extrémními hodnotami. Každá rovina, která prochází osou válce protíná plan-cylindrické sklo v tzv. 1. hlavním řezu. V tomto řezu je nulová optická mohutnost. V 2. hlavním řezu protíná

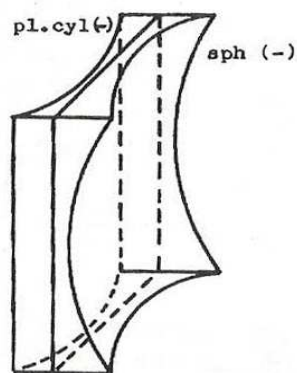
plan-cylindr rovina kolmá k rotační ose válce. Tato rovina vykazuje maximální optický účinek.



Obr.9: Schéma vzniku plan-cylindrického skla [2]

5.1.2 Sféro-cylindrická skla

Základní rovinnou plochu u cylindrů musíme nahradit sférickou plochou. Optická mohutnost skla v 1. hlavním řezu bude vykazovat hodnotu sférické plochy. Cílem zavedení bylo dospět k celkově kvalitnějšímu zobrazení při korekci očního astigmatismu tórickými skly.



Obr.10: Model sféro-cylindrického skla[2]

5.1.3 Sféro-torická skla

Plan-cylindrická i sféro-cylindrická skla vykazovala nepřípustný stupeň astigmatismu šikmých paprsků při pohledu periferní částí skla. Vhodným prohnutím cylindrické plochy je možné odstranit tuto vadu. Tórická plocha vzniká rotací kružnice mimo vlastní střed. Dostaneme toroidní útvar, který tvarem připomíná sud. Ani v jednom směru nevykazuje tórická plocha nulový optický účinek. Nejvýhodnější je kombinace tórické a sférické plochy. [2]

5.1.4 Měření tórických čoček

Měření provádíme v přístroji zvaném fokometr. Nejprve položíme čočku dutou plochou na opěrný kroužek fokometru a otáčením příslušného ovládacího tlačítka nastavíme rameno centrovacího kříže na předepsaný úhel. Následně zaostříme testovou značku při tzv. sférické hodnotě lámavosti čočky podle korekčního předpisu. Testové značky se protáhnou v čárky. Nyní musíme přeastřit testovou značku na pozici, kde čárky budou protaženy v kolmém směru k prvnímu. Na dioptrické stupnici musíme odečíst součet hodnot vrcholové lámavosti sférické a cylindrické složky. Nyní vycentrujeme protaženou testovou značku na střed centrovacího kříže v okuláru a otáčíme čočkou tak dlouho, až je protažení testové značky rovnoběžné s ramenem centrovacího kříže, které ukazuje předepsaný úhel osy cylindru. Značkovacím zařízením označíme přední plochu čočky. Měřenou čočku z fokometru vyndáme a pomocí pravítka a popisovače vyznačíme vodorovnou pomocnou linii na zadní ploše čočky. Linie se musí se třemi vyznačenými body na přední straně čočky plně překrývat. [11]

5.2 Korekce kontaktními čočkami

Poprvé se o kontaktních čočkách zmínil již Leonardo da Vinci. V jeho nákrese byl optický systém oka doplněn o skleněnou čočku. Mezera mezi okem a čočkou byla vyplněna tekutinou. Na konci 19. Století nechal Dr. Adolf Eugen Fick zhotovit sklerální kontaktní čočky podle odlitků králičích očí.

První zkušební sadu kontaktních čoček vyrobila firma Zeiss. Sklo však bylo těžké, rozbitné a těžko opracovatelné a proto se prováděly pokusy vyrobit kontaktní čočku z umělé hmoty.

Jako první v Československu vyráběl V. Teissler se synem J. Teisslerem sférickou sklerální kontaktní čočku lisováním z celuloidové folie. Ve 40. letech byl vynalezen materiál polymetylmetakrylát (PMMA). Roku 1953 akademik Wichterle a profesor Líma objevili materiál pro měkké kontaktní čočky. Materiál byl nazván HEMA. Tento materiál umožnil nosit kontaktní čočky milionům lidí. Doposud nejnovějším objevem je kombinace výšebobtnavých hydrogelů se silikony, která v sobě spojuje vlastnosti měkkých i pevných kontaktních čoček.

Materiál kontaktních čoček by měl mít dobrou opracovatelnost a současně být biologicky nezávadný. Snášenlivost a malá dispozice k ukládání je jedním z požadavků na materiál kontaktní čočky. Materiál by se měl dobře udržovat. Jeho propustnost pro světlo by měla být nejméně 85 % nezávisle na středové tloušťce. Dalšími důležitými vlastnostmi kontaktní čočky je index lomu, měrná hustota, propustnost pro kyslík, permeabilita, transmisibilita, napětí materiálu a další.

Ke korekci astigmatismu používáme speciální kontaktní čočky, které se nazývají tórické.

5.2.1 Měkké tórické kontaktní čočky

Měkké kontaktní čočky se vyrábí z hydrofilních polymerů, které mohou do své řídce síťované struktury pojmout přesně definované množství vody. Hydrogely zajišťují v závislosti na obsahu vody propustnost pro nízkomolekulární látky. Obsah vody je závislý na velikosti molekulární sítě a na okolním prostředí. Hydrogelové kontaktní čočky mají přibližně stejnou konzistenci jako tkáň, proto je mechanické dráždění a možnost mechanického poškození minimální.

Nové hybridní materiály představují ze zdravotnického hlediska současně nejbezpečnější materiál. Ještě nedávno byly tyto materiály záležitostí výzkumu. Patří

sem např. silikon-hydrogelové čočky. Tyto čočky mají nižší obsah vody. Materiál je mechanicky tužší, propustnost pro ionty a vodu je dostatečná.

Vyrábějí se při omezeném rozsahu optické mohutnosti složky sférické nebo cylindrické jako výměnné systémy. S větším rozsahem parametrů se vyrábějí kontaktní čočky konvenční se středním až vysokým obsahem vody. První gelové tórické kontaktní čočky byly sestaveny se sférickou zadní plochou a cylindrem na přední ploše. Dnes se vyrábí i měkké kontaktní čočky zadnětórické.

Ke stabilizaci osy cylindru je nutno použít 1 z 5 základních prvků:

1) Dolní seříznutí (trunkace)

Pro svou dostatečnou efektivnost se používá při zajištění rotační stability. Většinou se používá ve spojení s klínovým profilem. Kritickou oblast pro poškození limbu, spojivky a rohovky tvoří vlastní hrana.

2) Dvojitá seříznutí

Jedná se o seříznutí horní a dolní. Z fyziologického hlediska by mělo kopírovat přibližně tvar víček. Při aplikaci se vždy musí použít zkušební kontaktní čočky. Dodržet při výrobě přesně stejné parametry je velice obtížné.

3) Úzké zóny (dynamická stabilizace)

Horní a spodní okraj je namísto seříznutí pouze zúžen. Čočka má dobrou stabilizaci a i posun víčka při mrkání je plynulejší.

4) Tóricita zadní plochy

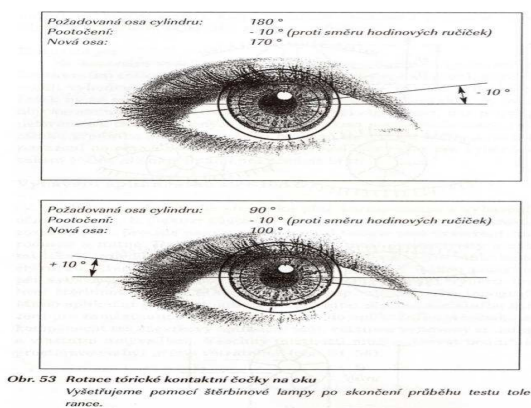
Zdvojením tórického výbrusu, kde centrální tórická zóna působí jako korekční složka a okrajová tórická zóna je určena ke stabilizaci, je možné dosáhnout snížení nadměrné rotace kontaktní čočky.

5) Klínový profil (balast)

Horní a dolní periferie kontaktní čočky je tvořena dvěma klínovými částmi. Zajišťování orientace kontaktní čočky je obdobné jako u čoček se zúženými zónami. Centrální

optická část kontaktní čočky nevykazuje optický prizmatický efekt. Z důvodu návaznosti na prizmata je však optický střed mírně decentrován. Nevýhodu zde představuje zvýšené vnímání přítomnosti kontaktní čočky u okraje dolního víčka. V místech báze je propustnost snižována zvětšenou tloušťkou a může vést ke vzniku nežádoucí lokální neovaskularizace.

Jednotlivé metody stabilizace měkkých tórických čoček můžeme kombinovat. K orientaci kontaktní čočky po nasazení nám slouží laserem vyznačené rysky. Podle polohy těchto rysek zkontrolujeme definitivní osu korekční kontaktní čočky. Obvykle bývají tři ve spodní části kontaktní čočky ve vzdálenosti 15° od sebe. Dále mohou být u čísla 3, 6, 9 a to ve vzdálenosti 90°. [12]



Obr.11: Rotace tórické čočky [12]

5.2.2 Tvrdé tórické kontaktní čočky

Tvrdé kontaktní čočky mohou být vyrobeny z polymethylmetakrylátu (PMMA) nebo se může jednat o tvrdé plynopropustné čočky nazývané RGP (rigid gas permeable).

U kontaktních čoček z PMMA docházelo k problému s prakticky minimální propustností pro kyslík. Tento problém byl řešen korneální konstrukcí čočky a její přiměřenou pohyblivostí po rohovce. Tím byla zajištěna dostatečná výměna slzného

filmu pod čočkou a odvod zplodin metabolismu rohovky. Dnes se již tyto čočky nevyrábí.

RGP čočky dokonale propouští kyslík, ale nepropouští vodu a tím vážně odvod zplodin od rohovky. Tento problém lze vyřešit korneální konstrukcí čočky s dostatečnou pohyblivostí na rohovce. Jedná se o čočky, které mají vysokou trvanlivost a velmi dobrou optickou stabilitu. Tyto čočky po celém světě používá 5 – 10 % nositelů kontaktních čoček. V některých oblastech dosahuje počet nositelů až 20 %. [13]

Nejprve musíme zjistit, zda astigmatismus, který potřebujeme korigovat tvoří z větší části astigmatismus rohovky nebo čočky. Musíme mít dobře zmapovaný povrch rohovky.

Při korekci nižší hodnoty astigmatismu v centrální části při větších deformacích v okrajových oblastech volíme kontaktní čočku s tórickým okrajem. Je volena pro větší stabilizaci kontaktní čočky.

Máme několik možností při výběru tvrdé tórické kontaktní čočky.

1) Kontaktní čočka s přední tórickou plochou

2) Kontaktní čočka se zadní tórickou plochou

3) Kontaktní čočka bitórická

Kontaktní čočky se zadní či přední tórickou plochou aplikujeme při vyšším podílu čočkového astigmatismu. Bitórickou kontaktní čočku aplikujeme v případě vyššího podílu čočkového astigmatismu v návaznosti na indukovaný astigmatismus, který nelze jinak odstranit.

5.2.3 Ortokeratologie

Při ortokeratologii využíváme speciální kontaktní čočky, které jemně změní poloměr křivosti rohovky. Na rozdíl od chirurgických operací nepřináší tato metoda žádná rizika. Ortokeratologická komprese se používá u rohovek postižených

keratokonem. Aplikací speciální čočky se snažíme o snížení možnosti dalších progresí onemocnění. Optickým systémem kontaktní čočka - slzná čočka – oko se snažíme rušit nepravidelnosti zakřivení přední plochy rohovky a vytváříme podmínky pro vjem a zpracování obrazu správných rozměrů. V dnešní době se upřednostňuje spíše noční verze nošení, kdy keratologická čočka je nasazena jen na noc. Po přerušení se tvar rohovky za několik dní vrátí do svého původního tvaru. [12]

5.3 Rohovkové refrakční výkony

V dnešní době počet zájemců o chirurgické refrakční zákroky stoupá. Pro pacienty, kteří nesnesou kontaktní čočky, ani brýlovou korekci operace představuje jediné možné řešení. Velmi rozšířené jsou v dnešní době laserové refrakční výkony. Změna zakřivení rohovky je zde prováděna excimerovým laserem.

5.3.1 Excimer laser

Průkopníkem klinického použití excimerového laseru byl Seiler. Za zdroj laserových paprsků je zde pokládán excitovaný dimer. Laser odstraní jen několik tisícín milimetru silnou rohovkovou tkáň. Tím dojde ke změně poloměru křivosti rohovky. [13]

5.3.2 Fotoreaktivní keratektomie (PRK)

Principem je provedení povrchové laserové fotoablace po prvotním odstranění epitelové vrstvy rohovky. Tato metoda je určena převážně ke korekci nižší a střední krátkozrakosti, dalekozrakosti a astigmatismu. Metoda je též vhodná pro pacienty, u kterých nelze provést metodu LASIK pro kombinaci tenké rohovky a široké zornice. PRK je technicky jednoduchý zákrok bez řezů do rohovkové tkáně. Zákrok byl poprvé použit v roce 1987 v Západním Berlíně.

Během operace pacient leží na lehátku. Povrch oka musí být dokonale znecitlivěn anestetickými kapkami. Pod víčka je vsunut malý rozvěrač, který brání

mrkání v průběhu operace. Během zákroku chirurg odstraňuje mikroskopické částičky tkáně z povrchu oka. Změnou zakřivení a tvaru přední plochy rohovky jsou ovlivněny paprsky světla, které se znovu sbíhají na sítnici v místě nejostřejšího vidění. Oproti metodě LASIK ovlivňuje PRK jen povrchní oblast rohovky. U nápravy astigmatismu laser vyrovnává nepravidelné zakřivení rohovky, způsobené odstraněním tkáně. Na závěru operace je povrch oka překryt speciální kontaktní čočkou, která oko první dny hojení chrání. Laserem je obvykle odstraněno 5-20 % tloušťky rohovkového stromatu.

PRK patří mezi bezpečné procedury. Závažné komplikace nejsou časté, a pokud vzniknou, bývají řešitelné aplikací léčiv nebo dalším zákrokem.

5.3.3 Laser in situ keratomileusis (LASIK)

LASIK je kombinací klasické a laserové chirurgie. Metoda je účinná v širokém rozsahu krátkozrakosti, dalekozrakosti i astigmatismu, kromě extrémně vysokého stupně vad. Používá se zde kombinace operační techniky rohovkového laloku s modelováním tkáně rohovky excimer laserem.

Během zákroku pacient leží na lůžku a povrch oka má znečítlivěn anestetickými kapkami. Pod víčko je vsunut rozvěrač, který brání mrkání v průběhu operace. V první části musí chirurg pomocí speciálního přístroje mikrokeratomu vytvořit tenkou lamelu rohovkové tkáně na povrchu oka. Následně průhlednou lamelu odklopí a zaměří excimerový laser tak, aby došlo k odstranění potřebného množství tkáně zvané stroma. Odstraněná tkáň nebude organismem nahrazena.

Stejně jako u metody PRK se jedná o bezpečnou proceduru, po které se závažné komplikace vyskytují jen vzácně.

U metody Epi-LASIK se používá k vytvoření epitelové lamely obdobného mikrokeratomu jako u metody LASIK. Místo ostrého nože je však používán tupý břit. Lamela je tedy místo odříznutí pouze separována.[14]

5.3.4 Laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK)

Metoda bývá často zaměňována s metodou LASIK. U LASEKU je využíván tzv. epitelový flap. Na začátku operace je na rohovku přikládán marker ve tvaru kroužku, do kterého se aplikuje 18 % alkohol na dobu 30 sekund. Poté se alkohol vysaje a rohovka se opláchne. Podle umístění budoucí epitelové lamely se zvolí opačná strana, kde je zahájena ostrá separace epitelu. Epitel se dále shrnuje pomocí tupého nástroje nebo dvou cípků sušení. Po shrnutí celé lamely je dále pokračováno laserovou fotoablací jako u metody PRK. Po skončení fotoablace se rohovkové stroma opláchne a epitelová lamela je umístěna zpět na původní místo. Procedura se definitivně zakončí aplikací kontaktní čočky.

5.3.5 Astigmatická keratotomie

Principem astigmatické keratotomie je změna zakřivení rohovky. Tato změna je způsobena jejím oploštěním v místě řezu. Efekt závisí na použité optické zóně a na věku pacienta. U mladšího pacienta je konečný efekt menší než u staršího pacienta po stejném zákroku. Na tuto skutečnost má vliv rozdíl v elasticitě rohovky, ale i hodnota nitroočního tlaku. Zákrok může být prováděn jako zákrok primární, nebo jako zákrok sekundární po předchozí oční operaci. Keratotomie se může provádět jako samostatná operace, nebo v kombinaci s jiným zákrokem. Nejčastější operační techniky jsou arkuátní astigmatická keratotomie podle Lindstroma a tangenciální či transverzální incize podle Friedlandera.

Arkuátní keratotomie je obloukový řez o délce popisované ve stupních výseče kruhu o poloměru optické zóny. Nejběžněji používané šíře jsou od 45°, přes 60° až do 90°.

Při tangenciální keratotomii se používá délka řezu 3 milimetry a její efekt je shodný s efektem arkuátní keratotomie šíře 45°. [13]

6.PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části mé bakalářské práce jsem porovnávala zrakovou ostrost s astigmatickou korekcí a zrakovou ostrost se sférickým ekvivalentem u pacientů s astigmatismem.

6.1 Vyšetřované osoby a metodika

Všichni pacienti byli vyšetřeni na stejném pracovišti, za stejných podmínek. Vyšetření podstoupili muži i ženy. Věk vyšetřovaných pacientů je mezi 21. až 43. rokem. Čas vyšetření byl mezi 10. až 16. hodinou. Pacienti nejprve absolvovali anamnesu, kde jsem zjišťovala datum poslední návštěvy očního lékaře, jaké choroby se vyskytují v rodině, jaké úrazy a nemoci vyšetřovaný prodělal, dále jaké obtíže má vyšetřovaný v současné době a jakou korekci má ve svých brýlích. Následovalo objektivní měření refrakce na autorefraktometru. Dalším krokem bylo subjektivní měření refrakce. Vyšetření probíhalo za umělého osvětlení blízké běžnému dennímu osvětlení, byl použit projekční optotyp s písmeny (Snellův optotyp). Vyšetřovací vzdálenost byla 5 m. Ke zjištění hodnoty astigmatismu jsem použila Jacksonových cylindrů a astigmatického vějíře. Následovalo sférické dokorigování. Po monokulárním vyšetření obou očí následovalo binokulární dokorigování. Naměřenou hodnotu jsem zkontrolovala pomocí červenozeleného testu. U vyšších hodnot cylindru se vyšetřovaný s naměřenou korekcí procházel po místnosti, abychom zjistili, zda mu naměřená korekce nebude působit problémy. V průběhu měření byl zaznamenán vízus se sférickým ekvivalentem, finální sférocyklindrická korekce a vízus s touto korekcí.

6.2 Výsledky a vyhodnocení

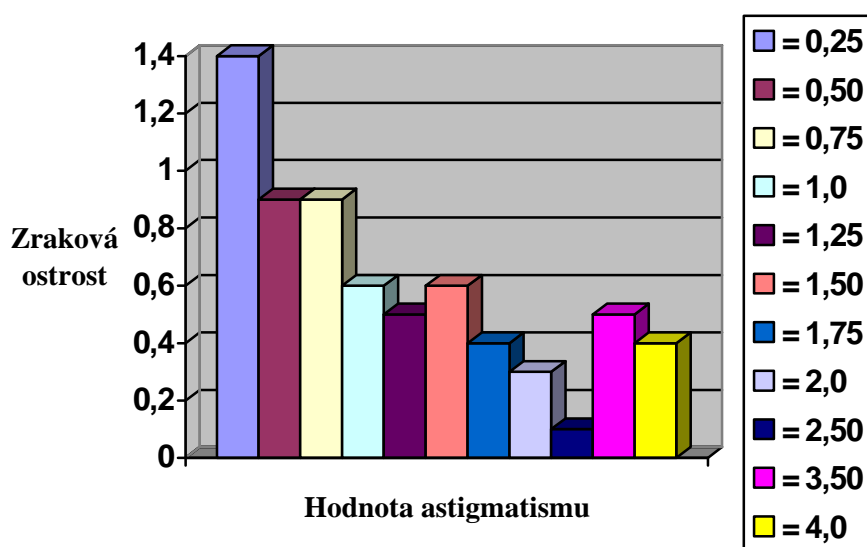
Všechna zjištěná sledovaná data jsou přehledně shrnuta v tab. 1. Pro hodnotu cylindru byla stanovena průměrná zraková ostrost se sférickým ekvivalentem a průměrná zraková ostrost dosažená s konečnou sférocyklindrickou korekcí. Hodnoty jsou shrnuty v tab. 2. Pro názornost jsou uvedené hodnoty vyneseny do grafu 1 a 2.

Naměřená korekce	Vízus bez	Vízus se sférickým	Vízus s cylindrickou korekcí
Plan cyl =0,25 ax	1,2	1,5	1,5
=0,25 cyl =0,25 ax	1,2	1,5	1,5
=0,50 cyl =0,25 ax	1,2	1,5	1,5
=3,25 cyl =0,25 ax	0	1,5	1,5
=0,50 cyl =0,50 ax	1,2	1,2	1,5
=3,25 cyl =0,50 ax	0	0,9	1,2
=2,0 cyl =0,50 ax	0,1	0,9	1,2
=4,0 cyl =0,50 ax	0	0,4	1,2
=1,0 cyl =0,5 ax	0,8	1,0	1,2
=0,50 cyl =0,50 ax	0,7	0,9	1,2
=0,75 cyl =0,75 ax	0,6	0,9	1,5
=2,25 cyl =0,75 ax	0	1,0	1,5
=0,75 cyl =0,75 ax	0,7	1,2	1,5
Plan cyl =0,75 ax	0,6	0,7	1,2
=1,75 cyl =0,75 ax	0,1	0,9	1,5
=2,75 cyl = 0,75 ax	0	0,8	1,2
=3,0 cyl =0,75 ax	0	0,9	1,5
=1,0 cyl =0,75 ax	0,5	0,9	1,5
=1,0 cyl =0,75 ax	0,4	0,9	1,5
=5,75 cyl =0,75 ax	0	0,9	1,5
=0,75 cyl =1,0 ax	0,7	0,9	1,5
=0,25 cyl =1,0 ax	0,4	0,6	1,5
=2,50 cyl =1,0 ax	0,1	0,8	1,2
=2,0 cyl=1,0 ax	0	0,4	1,2
=4,75 cyl =1,0 ax	0	0,5	1,2
+0,75 cyl =1,0 ax	0,5	0,5	1,0
=6,75 cyl =1,0 ax	0	0,5	1,2
=4,0 cyl =1,25 ax	0	0,6	1,2
=2,75 cyl =1,25 ax	0	0,4	1,5
=2,25 cyl =1,25 ax	0	0,4	1,2
=0,50 cyl =1,50 ax	0,15	0,4	1,2
=6,50 cyl =1,50 ax	0	0,5	0,9
=0,25 cyl =1,50 ax	0,4	0,4	1,0
=7,0 cyl = 1,50 ax	0	0,4	0,9
=1,25 cyl =1,50 ax	0,1	0,4	1,2
=2,50 cyl = 1,50 ax	0	0,8	1,5
=2,50 cyl =1,50 ax	0	0,7	1,2
+0,50 cyl =1,75 ax	0,2	0,4	1,2
=1,75 cyl =2,0 ax	0	0,3	1,2
=2,0 cyl =2,50 ax 2°	0	0,1	0,9
=4,25 cyl = 3,50 ax	0	0,1	1,2
=6,0 cyl = 3,50 ax	0	0	0,9
+3,50 cyl = 4,0 ax	0,2	0,4	1,5

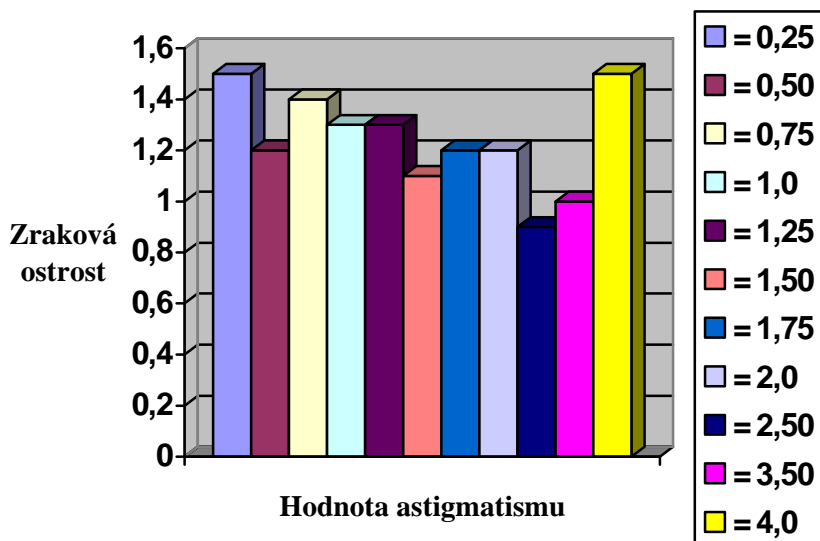
Tab.1: Naměřená zraková ostrost všech vyšetřovaných

Hodnota cylindru	Průměrná zraková ostrost se sférickým ekvivalentem	Průměrná zraková ostrost s cylindrickou korekcí
= 0,25	1,4	1,5
= 0,50	0,9	1,2
= 0,75	0,9	1,4
= 1,0	0,6	1,3
= 1,25	0,5	1,3
= 1,50	0,6	1,1
= 1,75	0,4	1,2
= 2,0	0,3	1,2
= 2,50	0,1	0,9
= 3,50	0,5	1,0
= 4,0	0,4	1,5

Tab.2: Průměrná naměřená zraková ostrost u vyšetřovaných



Graf 1: Průměrná naměřená zraková ostrost při korekci sférickým ekvivalentem



Graf 2: Průměrná naměřená zraková ostrost při plné cylindrické korekci

Z naměřených hodnot zjistíme, že hodnota zrakové ostrosti korigovaného a nekorigovaného astigmatismu se dosti liší. S přibývajícím hodnotou astigmatismu se zvětšuje rozdíl mezi jednotlivými zrakovými ostroty. Porovnáme-li zrakovou ostrost při korekci sférickým ekvivalentem a sférocylickou korekcí, můžeme být překvapeni. U nižších hodnot astigmatismu je rozdíl v některých případech téměř zanedbatelný. Opakem jsou však vyšší hodnoty astigmatismu. Zde už je rozdíl značný. Nejlepší zrakové ostroty bylo téměř ve všech případech dosaženo plnou sférocylickou korekcí.

7.ZÁVĚR

V této práci jsem se zaměřila na astigmatismus a možné druhy jeho korekce. Astigmatismus korigujeme brýlemi, kontaktními čočkami nebo můžeme zvolit chirurgickou léčbu. Záleží na každém z nás, jakou možnost si zvolí. K největšímu technologickému pokroku došlo v oblasti refrakční chirurgie. Nejrozšířenější korekcí astigmatismu zatím stále zůstává korekce brýlemi. Zda tomu tak bude i nadále si netroufám odhadnout.

V praktické části jsem porovnávala hodnotu zrakové ostrosti se sférocylindrickou korekcí a korekcí sférickým ekvivalentem. Ačkoliv u nižších hodnot astigmatismu nebyl mezi hodnotami výrazný rozdíl, došla jsem k jedinému závěru. Pro pacienty s astigmatismem je nejlepší sférocylindrická korekce. S touto korekcí vyšetřování dosáhli nejvyšší hodnoty zrakové ostrosti a korekce jim nepůsobila žádné potíže. U každého člověka je ovšem nutný individuální přístup.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Anton Milan, Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 1993
- [2] Rutrle Miloš, Brýlová optika, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 1993
- [7] Rutrle Miloš, Přístrojová optika, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 2000
- [11] Najman Ladislav, Dílenská praxe očního optika, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2001
- [12] Petrová Sylvie, Základy aplikace kontaktních čoček, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004
- [13] Kuchynka Pavel a kolektiv, Oční lékařství, GRADA, 2007

9. SEZNAM WEBOVÝCH STRÁNEK

- [3] <http://www.cockyshop.cz/clanek/stabilita-a-pohodli-pro-astigmatiky>
- [4] <http://www.abadi.at/stabsi.html>
- [5] <http://www.optika-opava.cz/cz/index2.php?id=astigmatismus&np=Astigmatismus&menu=menu7>
- [6] http://www.targimedyczne.pl/pl,produkt,keratometr_javal_a,574,345.htm
- [8] <http://www.grandoptical.cz/produkty-a-sluzby/vysetreni-zraku/testy/>
- [9] <http://www.oculus.cz/pomucky.htm>
- [10] http://www.perret-optic.ch/optometrie/test_vision_astigmatisme/opto_test_astigmatisme_d.htm
- [14] www.lexum.cz