

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

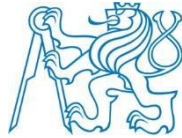
**TEREZA  
DUSILOVÁ**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra přírodovědných oborů



**Vyšetření zbytkového astigmatismu po aplikaci kontaktních čoček v praxi**

**Examination of residual astigmatism after contact lens correction in praxis**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

**Autor práce: Tereza Dusilová**

Vedoucí práce: Bc. Přemysl Kučera



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dusilová** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **474317**  
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:

**Vyšetření zbytkového astigmatismu po aplikaci kontaktních čoček v praxi**

Název bakalářské práce anglicky:

**Examination of residual astigmatism after contact lens correction in praxis**

Pokyny pro vypracování:

Studentka představí astigmatismus, jeho klasifikaci a shrne poznatky o jeho korekci. Dále se bude zabývat kontaktními čočkami, jejich klasifikací, výrobními rozsahy a dalšími parametry. Podrobněji popíše korekci astigmatismu kontaktními čočkami a zbytkovou refrakční vadu po jejich aplikaci. Dále popíše výhody a nevýhody korekce ametropií pomocí kontaktních čoček. V praktické části práce zjistí studentka pomocí dotazníku, jakým způsobem je řešena problematika zbytkového astigmatismu v optometrické praxi, výsledky zpracuje a představí v bakalářské práci.

Seznam doporučené literatury:

- [1] PETROVÁ, S., MAŠKOVÁ, Z., JUREČKA, T., Základy aplikace kontaktních čoček, ed. 2. přeprac. a dopl., Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008, ISBN 978-80-7011-470-2
- [2] EFRON, N., Contact lens practice, ed. 3, Edinburgh: Elsevier, 2018, ISBN 978-0-7020-6660-3
- [3] BENJAMIN, W. J., Borish's Clinical Refraction, ed. 2., Butterworth-Heinemann-Elsevier, 2006, 1694 s., ISBN 978-0-7506-7524-6

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Bc. Přemysl Kučera**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **22.05.2020**  
Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

  
doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.  
podpis děkana(ky)

**Název bakalářské práce:** Vyšetření zbytkového astigmatismu po aplikaci kontaktních čoček v praxi

**Klíčová slova:**

Astigmatismus, kontaktní čočky, zbytkový astigmatismus, morfologie rohovky

**Abstrakt:**

Astigmatismus je asférická refrakční vada. V různých meridiánech optické soustavy oka je jiná optická mohutnost. Největší vliv na velikost astigmatismu má zakřivení přední plochy rohovky.

Kontaktní čočka je malá optická pomůcka umístěná přímo na rohovku. V dnešní době se podle materiálu rozdělují na kontaktní čočky pevné plynopropustné, měkké hydrogelové a měkké silikonhydrogelové. Slouží ke korekci refrakčních vad, kosmetickým úpravám a některé patologické a pooperační stavy mohou být indikací k terapeutickému použití.

Po jejich aplikaci často zůstává, nebo naopak jejich vlivem vzniká zbytkový astigmatismus. K jeho vzniku může přispět fyziologie rohovky, čočky, sklivce, sítnice a očních víček. Stejně tak mohou mít vliv i patologie spojivky a rohovky, které nejsou kontraindikací nošení kontaktních čoček. Velký vliv má slzná čočka, která vzniká mezi kontaktní čočkou a rohovkou.

Indukovaný zbytkový astigmatismus může být způsoben následkem nesprávně vybrané kontaktní čočky. Je třeba vzít v úvahu materiál a design kontaktní čočky, podle účelu, k jakému je použita a také morfologii rohovky. Práce se snaží představit v jaké míře a jakým způsobem je řešena problematika zbytkového astigmatismu v optometrické praxi. Výzkum probíhal formou dotazníku a dopadl ve prospěch optometrů, kteří zbytkový astigmatismus zjišťují.

**Bachelor's thesis title:** Examination of residual astigmatism after contact lens correction in praxis

**Key words:**

Astigmatism, contact lenses, residual astigmatism, morphology of cornea

**Abstract:**

Astigmatism is an aspherical refractive error. In different meridians of the optical system of the eye there is a different optical power. The greatest effect on the size of astigmatism is the curvature of the front surface of the cornea.

Contact lens is a small optical system placed directly on the cornea. Nowadays, contact lenses classify according to the material, rigid gas-permeable and soft hydrogel, and soft hydrogel silicone. It is used to correct refractive errors, cosmetic adjustments, and some pathological and postoperative conditions can be an indication of therapeutic use.

After their application, it often remains, or, on the contrary, their influence creates residual astigmatism. The physiology and pathology of the eye – of the cornea, lens, vitreous, retina, eyelids conjunctiva – may contribute residual astigmatism. A big influence is the tear lens, which arises between the contact lens and the cornea.

Induced residual astigmatism may be the result of an incorrectly selected contact lens. It is necessary to consider the material and design of the contact lens, according to the purpose for which it is used and the morphology of the cornea. Thesis introduces how and how frequently is the problematic of residual astigmatism detected. Research was based on survey and it benefits optometrists who detect residual astigmatism.

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Bc. Přemyslu Kučerovi za cenné rady a jeho trpělivost. Děkuji za čas strávený opravami práce, dlouhými konzultacemi a především za jeho ochotu.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Vyšetření zbytkového astigmatismu po aplikaci kontaktních čoček v praxi*“ 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.101/2000 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

Úvod	1
1 Astigmatismus	2
1.2 Klasifikace	2
1.3 Korekce astigmatismu	4
1.3.1 Korekce brýlovými skly	4
1.3.2 Korekce kontaktními čočkami	5
1.3.3 Refrakční chirurgie	7
2. Kontaktní čočky	9
2.1 Klasifikace	10
2.1.1 Dělení podle materiálu	10
2.1.2 Podle způsobu nošení	13
2.1.3 Dělení podle účelu použití	13
2.1.4 Dělení podle tvaru	14
2.2 Výhody a nevýhody nošení kontaktních čoček	15
2.2.1 Výhody	15
2.2.2 Nevýhody	15
3. Zbytkový astigmatismus	16
3.1 Morfologie rohovky	16
3.1.1 Keratometrie	17
3.1.3 Topografie	18
3.2 Výběr kontaktní čočky	19
3.2.1 Optická mohutnost kontaktní čočky	19
3.2.2 Rádus kontaktní čočky	19
3.2.3 Průměr kontaktní čočky	20
3.3 Příčiny zbytkového astigmatismu	21
3.3.1 Fyziologický zbytkový astigmatismus	21



3.3.2 Indukovaný zbytkový astigmatismus	22
3.4 Postup vyšetření	24
4 Praktická část	26
4.1 Cíle	26
4.3 Metodika výzkumu	26
4.4 Předpoklady	26
4.5 Rozbor výsledků dotazníku	27
Diskuse	39
Závěr	40
Zdroje	41
Seznam zkratk	43
Seznam obrázků	43
Příloha A – Dotazník	44

## Úvod

Devadesát procent informací vnímáme vizuálně, tedy zrakem. Refrakční vady mají velký vliv na snížení ostroty vidění a tím pádem na kvalitu života. Během aplikace kontaktních čoček je potřeba vzít v úvahu zbytkovou refrakční vadu, která po jejich aplikaci zůstává, nebo naopak jejich přičiněním vzniká. Bakalářská práce se zabývá astigmatickou refrakční vadou, její korekcí pomocí kontaktních čoček, a především astigmatismem zbytkovým po jejich aplikaci vzniklým.

V první části práce je astigmatismus definován a klasifikován. Dále jsou popsány principy jeho korekce pomocí brýlové korekce, kontaktních čoček a pomocí refrakčních operací. V druhé kapitole jsou popsány samotné kontaktní čočky a jaké výhody a nevýhody s sebou přináší jejich užívání. Ve třetí kapitole jsou uvedeny základní parametry kontaktních čoček, morfologie rohovky a metody jakými se získávají potřebná data k aplikaci kontaktních čoček. Nakonec se teoretická část práce zabývá výběrem správné kontaktní čočky a možnými příčinami zbytkového astigmatismu po jejich aplikaci.

Praktická část se zabývá metodikou zjišťování přítomnosti zbytkového astigmatismu. Pomocí online dotazníku bylo zjišťováno, v jaké míře a jakým způsobem je problematika zbytkového astigmatismu řešena v praxi a výsledky tohoto průzkumu jsou v rámci praktické části uvedeny.

# 1 Astigmatismus

Astigmatismus je nejčastější refrakční vadou a ve většině případů se vyskytuje společně s myopií nebo hypermetropií. Jako první se o astigmatismu zmínil v roce 1727 Isaac Newton a později jej popsal podrobněji. Zajímavostí je, že on sám touto asférickou vadou trpěl. [1, 2]

Vyznačuje se rozdílnou optickou mohutností v různých meridiánech optické soustavy oka. Paprsky vstupující rovnoběžně do oka se lámou v různých řezech a ohniska vznikají v různých rovinách. Bod se na sítnici nezobrazí jako bod. Tomu napovídá samotný název. “Stigma“ z latinského a řeckého překladu se používá jako označení bodu, tečky, a předpona “a“ je zde použita jako zápor. [1, 3]

Celkový astigmatismus oka se skládá z astigmatismu rohovkového a astigmatismu čočky. Nejčastěji se setkáváme s astigmatismem rohovkovým. Přední plocha rohovky má na celkovém astigmatismu největší podíl. Je tomu tak kvůli velkému rozdílu mezi indexem lomu okolí (vzduchu a slzného filmu) a indexem lomu rohovky. Mezi ostatními prostředím optického systému oka tak velké rozdíly nejsou. Zakřivení zadní plochy rohovky celkový astigmatismus ovlivňuje jen málo, a proto se v klinické praxi často zanedbává. Velikost astigmatické vady čočky bývá nižší než astigmatická vada rohovky a ve velké většině případů má opačný účinek – vadu částečně kompenzuje. [1, 4, 5, 6]

Na astigmatismus mají vliv i jiné faktory. Optická osa oka – osa procházející středy všech optických prostředí oka – svírá  $5^\circ$  s osou vidění – přímka od bodu fixace k foveole. Foveola je posunuta temporálně a dolů. To má za následek zbytkovou astigmatickou vadu. Její velikost se pohybuje okolo 0,08D – je tedy zanedbatelná. Doktorka Flüelerová a doktor Guyton potvrdili, že fyziologické zakřivení sítnice na astigmatismus vliv nemá. [6]

Vada je ve většině případů vrozená a formuje se do prvního roku života. Astigmatismus může být způsoben i onemocněním, úrazem nebo operací. Může vzniknout při začínajícím šedém zákalu nebo jako následek jeho operace – decentrace implantátu. [4, 5]

## 1.2 Klasifikace

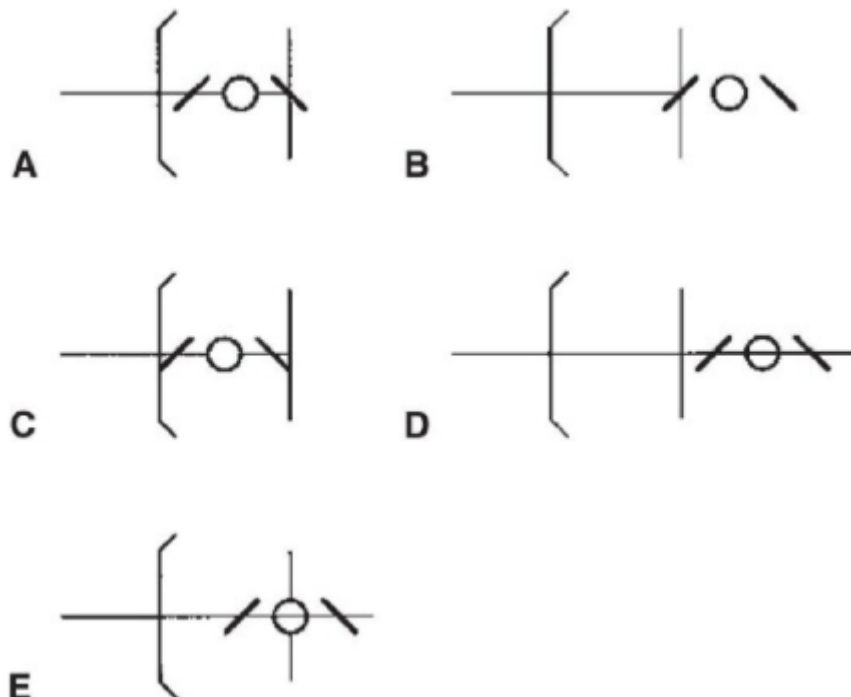
Astigmatismus se dělí podle několika kritérií: podle příčiny vzniku, podle místa vzniku (čočkový, rohovkový, zbytkový), podle orientace dvou hlavních meridiánů a podle polohy sítnicových obrazů s ohledem na refrakční vadu. [6]

Podle polohy řezů s největší a nejmenší optickou mohutností se astigmatismus dělí na pravidelný (astigmatismu regularis) a nepravidelný (astigmatismus irregularis). U nepravidelného

astigmatismu na sebe tyto řezy nejsou kolmé – nepravidelný astigmatismus se nesnadno koriguje. Naštěstí se výrazný nepravidelný astigmatismus vyskytuje jen velice zřídka. U pravidelného, který se dále rozděluje na astigmatismus podle pravidla, proti pravidlu a na astigmatismus šikmý, svírají úhel  $90^\circ$ . [1, 6]

Rohovková složka astigmatismu má na celkovou hodnotu největší vliv. V 80 % případů se setkáváme s astigmatismem podle pravidla – vertikální řez má větší optickou mohutnost než řez horizontální. Toto je přisuzováno tlaku víček na rohovku při mrkání. U astigmatismu proti pravidlu má větší lomivost řez horizontální. Je důležité zmínit, že v místě meridiánu s největší lomivostí je rohovka strmá a v místě meridiánu s nejmenší lomivostí má rohovka rádius plošší. Šikmý astigmatismus (obliquus) má hlavní řezy ve  $45^\circ$  a  $135^\circ$ . [1]

Astigmatismus může být klasifikován i podle polohy sítnicového obrazu při uvolněné akomodaci (obr. 1). Pokud se jeden ze 2 obrazů zobrazí přímo na sítnici, jedná se o jednoduchý astigmatismus (astigmatismus simplex). Ten se dělí na astigmatismus jednoduchý myopický a jednoduchý hypermetropický. O složený astigmatismus (compositus) se jedná v případě, kdy se paprsky z obou hlavních meridiánu protnou před sítnicí – myopický – nebo za sítnicí – hypermetropický. Můžeme se setkat i astigmatismem smíšeným (mixtus), tzn. jeden obraz by vznikl před a druhý za sítnicí. [6]



Obrázek 1: Rozdělení astigmatismu s ohledem na refrakční vadu [6]

### 1.3 Korekce astigmatismu

Astigmatickou vadu oko není schopno kompenzovat akomodací. Je tedy důležité zjistit plnou cylindrickou vadu a polohu osy. Stejně jako u ostatních refrakčních vad je potřeba vzít v úvahu dosavadní korekci a jaký vliv má nová korekce na binokulární vidění. Nepravidelný astigmatismus se velmi těžko kompenzuje cylindrickou korekcí, musí se tedy přistoupit ke kompromisu v podobě sférického ekvivalentu. Nekorigovaný astigmatismus může způsobit astenopické potíže, mlhavé vidění, deformaci obrazu a v některých případech diplopii. [1, 5]

Cílem korekce astigmatismu je proměnit oba sítnicové obrazy v bod ležící přímo na sítnici. Astigmatismus můžeme korigovat brýlemi, kontaktními čočkami nebo vadu můžeme odstranit operací. [1]

#### 1.3.1 Korekce brýlovými skly

Korekce brýlemi je nejjednodušší způsob, jak astigmatismus kompenzovat. Jedná se tedy o nejrozšířenější způsob. První astigmatickou čočku vyrobil a použil anglický matematik a astronom George Biddell Airy v roce 1827. Astigmatické čočky jsou vůči optické ose rotačně nesymetrické. Ve dvou na sebe kolmých hlavních řezech mají rozdílnou vrcholovou lámavost a rozdíl těchto lámavostí nám udává hodnotu cylindrického účinku. [1, 7]

Existuje několik typů astigmatických čoček:

##### Plan-cylindrický typ

Plan-cylindrický typ čočka je nejstarším typem astigmatických brýlových skel. Vzniká seříznutím rotačního válce rovnoběžně s jeho podélnou osou. Hlavní řez rovnoběžný s touto osou má v případě plan-cylindrické čočky nulový optický účinek. Druhý hlavní řez, který je k prvnímu řezu kolmý, má optický účinek odpovídá celkovému účinku torické čočky. [8]

##### Sféro-cylindrický typ

Sféro-cylindrické brýlové čočky mají jednu plochu sférickou a druhou cylindrickou. Optický účinek prvního hlavního řezu je roven optické mohutnosti sférické plochy, je tedy nenulový. Součet optické mohutnosti sférické a cylindrické plochy tvoří optickou mohutnost druhého hlavního řezu. [8]

## **Sféro-torické**

Sféro-torické čočky vznikají kombinací plochy torické a plochy sférické. Na rozdíl od plan-cylindrické a sféro-cylindrické nemá ani v jenom řezu nulovou lomivost a tím se snižuje hodnota astigmatismu šikmých paprsků, která byla u předchozích astigmatických skel vysoká. [8]

Mezi nevýhody korekce astigmatismu pomocí brýlí patří omezení zorného pole a zkreslení obrazu způsobené vzdáleností mezi okem a korekcí. Čím větší je vzdálenost mezi korekční pomůckou a rohovkou, tím se u plusové dioptrie zvětšuje obraz na sítnici. Naopak u minusové dioptrie se s větší vertex distance obraz zmenšuje. Anisometropie způsobuje aniseikonii – rozdílný tvar a velikost sítnicových obrazů. Anisometropie vyšší než 1,25 D může způsobit aniseikonii symptomatickou. Mezi symptomy patří astenopické potíže a diplopie. [1, 9]

## **Free-form**

Free-form je technologie umožňující individualizaci brýlových čoček. Osvobozuje inženýry od přísných restrikcí optického povrchu a umožňuje dosáhnout velmi dobrých optických vlastností na tenké a lehké čočce. Využívá se především u progresivní korekce. Snižuje periferní astigmatickou vadu. [10]

### **1.3.2 Korekce kontaktními čočkami**

Kontaktní čočka je malý optický systém umístěný přímo na rohovku. Tím se odbourají potíže spojené s brýlovou astigmatickou korekcí. [11, 12]

Mnoho let byl astigmatismus korigován pouze pevnými kontaktními čočkami a předpokládalo se, že nebude možné ho korigovat pomocí kontaktních čoček měkkých. V dnešní době se metody jejich stabilizace vyvinuly natolik, že jsou používány převážně kontaktní čočky měkké. [13]

Jedním z faktorů ovlivňující pohodlné vidění s kontaktní čočkou je vhodný optický povrch. Jedná se o kombinaci torické a sférické plochy. Při výrobě a výběru pevných astigmatických čoček je zásadní topografie rohovky. V dnešní době se nejčastěji používají čočky s torickým periferním povrchem a zadním sférickým. Periferní část zabraňuje rotaci čočky a na rozdíl od dříve používaných čoček s torickou zadní plochou způsobují jen malé optické aberace. [11, 13]

Nehledě na to, jestli je torická přední nebo zadní plocha, po nasazení měkké kontaktní čočky na rohovku se z ní stane čočka bitorická – přizpůsobí se torické rohovce a tím vzniknou dvě torické plochy. Brian A. Holden ve svém výzkumu zjistil, že měkké kontaktní čočky s torickou plochou na přední ploše bývají pohodlnější. [13, 14]

Aby kontaktní čočka zůstala v poloze, ve které nevytváří novou astigmatickou vadu, používají se stabilizační mechanismy. K dosažení nejlepší stability se v praxi tyto mechanismy často kombinují. [11]

### **Trunkace**

Nejstarší metodou stabilizace kontaktní čočky ve správné poloze, se kterou se v dnešní době téměř nesetkáme, je trunkace. Kontaktní čočka má seříznutý dolní okraj, opírá se o spodní víčko a díky tomu je rotačně stabilní, především pokud se zkombinuje s prizmatickým balastem. Na oku je však velmi nepříjemná a dolní hrana může způsobit poškození spojivky, limbu i rohovky. Používali se i kontaktní čočky s trunkací dvojitou – seříznutá spodní i horní část čočky. V praxi se ale tento způsob ukázal jako ne příliš efektivní a velmi nepříjemný. [11]

### **Torické zakřivení zadní plochy**

U nízkého rohovkového astigmatismu se využívá nesférického zakřivení vnitřní plochy kontaktní čočky. Zadní plocha čočky kopíruje přední plochu rohovky a zabraňuje tak nadměrné rotaci na oku. Lze také použít zdvojení torického výbrusu, kde centrální část kontaktní čočky slouží ke korekci refrakční vady a periferní část ke stabilizaci. [11, 13]

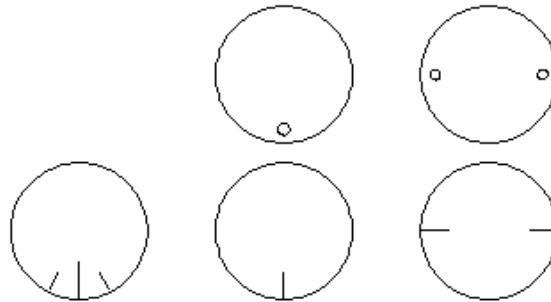
### **Prizmatický balast**

Klínový profil neboli prizmatický balast je ztlustění ve spodní části kontaktní čočky – prizma bází dolů. Tlak horního víčka oka má na usazení a stabilitu kontaktní čočky velký vliv. Víčko přejíždí po tenké části čočky a ztlustělé místo tlačí dolů. Také zde velkou roli hraje gravitace, která přitahuje tlustší – těžší – část kontaktní čočky dolů. Tento způsob stabilizace je vhodný především pro lidi s nízkým tonem víček, ale je třeba je upozornit na možnost pootočení kontaktní čočky v jiném než vertikálním postavení hlavy. Na kontaktní čočky s tímto mechanismem působí i rychlé pohyby hlavy a očí. Ztlustění ve spodní části kontaktní čočky snižuje propustnost pro kyslík a samotná tloušťka snižuje komfort nošení. Centrální optická část má vertikální prizmatický efekt, který díky mírné decentraci neovlivňuje vidění. Pokud je ale na jednom oku kontaktní čočka sférická a na druhém s prizmatickým balastem, může vzniknout pocit nepohodlí. I přes zmíněné nevýhody je tento způsob stabilizace u výrobců kontaktních čoček velmi oblíbený. [11, 13, 15]

## Zúžené zóny

Další, dnes nejvyžívanější, možností stabilizace kontaktních čoček je zúžení v horní a spodní části. Horní víčko působí na tlustší místa v periferii a otáčí je do horizontální polohy, ve které díky pravidelnému mrkání i zůstane. Gravitace zde nemá na usazení vliv. Takto stabilizovaná kontaktní čočka je v oku pohodlnější než kontaktní čočka stabilizovaná klínovým profilem. [11, 13]

Správnou polohu osy astigmatického účinku kontaktní čočky posuzujeme podle polohy orientačních značek. Tyto značky se nachází ve vertikální poloze (6 hodin) nebo v horizontále (3 a 9 hodin). Orientační značky v poloze 6 bývají často tři s odstupem po 15°. To pomáhá při určení pootočení čočky. U torických kontaktních čoček, které jsou stabilizované zúžením ve spodní a horní části jsou značky jak v poloze 6, tak i v poloze 12. [11, 13]



Obrázek 2: Značení polohy osy měkkých astigmatických čoček

## Pravidlo LARS

Pootočení orientačních značek u zkušebních kontaktních čoček dává informaci, jakou objednat kontaktní čočku finální s rozdílnou hodnotou osy. Rotace kontaktní čočky na rohovce je způsobena fyziologií víček, které při mrkání na čočku působí. Pro přepočet osy slouží pravidlo LARS (Left Add Right Subtract). Pokud je značka pootočena doleva, finální kontaktní čočku je potřeba objednat s hodnotou osy o 10 stupňů vyšší. Pokud se pootočí doprava, hodnota objednané osy se snižuje. [15]

### 1.3.3 Refrakční chirurgie

Refrakční chirurgie je invazivní způsob odstranění refrakční vad. Mezi tyto metody patří laserové operace a implantace nitroočních čoček. [16]



## **Laserová refrakční chirurgie**

Principem laserové refrakční chirurgie je ablace rohovky – změna zakřivení odstraněním její části pomocí laserových paprsků. U korekce astigmatismu se rohovka oplošťuje v hlavním meridiánu s nejvyšší optickou mohutností. [16]

Aby pacient mohl laserovou operaci podstoupit, musí být zdravý, starší 18 let a jeho refrakční vada musí být stabilní. Nesmí se provádět u lidí se závažným očním onemocněním. Před operací pacient podstoupí komplexní vyšetření. Nedílnou součástí tohoto vyšetření je subjektivní refrakce a analýza předního segmentu oka, především rohovky. [16]

Dělí se na zákroky povrchové a zákroky hloubkové. U povrchových se odstraní epitel rohovky, čímž jsou odhaleny nervová zakončení – poměrně bolestivé – a zákrok je proveden pod ním. Po operaci je oko zakryto terapeutickou kontaktní čočkou a díky regenerační schopnosti epitelu se rohovka do týdne zahojí. K těmto metodám patří PRK, No Touch, LASEK a EpiLASIK. [16]

Hloubkové zákroky jsou velmi přesné a bezpečné. U dnes nejvyžívanější metody – LASIK – se z epitelu rohovky vytvoří lamela, která se odklopí a po remodelaci rohovky se přiklopí zpět. Nejnovější metodou je ReLEx SMILE. Femtosekundový laser v hloubce rohovky oddělí část rohovky, která je pak pinzetou odstraněna 3 mm řezem. Tato metoda je tedy vhodná především ke korekci myopie. U hloubkových zákroků epitel rohovky zregeneruje v rámci hodin a není potřeba chránit terapeutickou čočkou. [16]

## **Nitrooční čočky**

Další možností korekce astigmatismu je voperování fakické nitrooční čočky k čočce s ještě zachovanou akomodací. Tato metoda se používá zejména u mladých lidí s vysokou refrakční vadou, která by se nedala korigovat laserovou chirurgií. U starších pacientů se ztrátou akomodace se přirozená čočka vyměňuje za čočku arteficiální, která se v čočkovém pouzdře uchytil pomocí haptik a nerotuje. Zákrok probíhá stejně jako operace katarakty. [16]



*Obrázek 3: Arteficiální torická čočka*

## 2. Kontaktní čočky

Kontaktní čočka je malá optická pomůcka umístěná přímo na rohovku. Používají se především ke korekci ametropií – myopie, hypermetropie, astigmatismu a presbyopie. Ke korekci presbyopie se používají čočky bifokální nebo multifokální, které mají alespoň dvě optické části. Afakické čočky jsou uzpůsobeny korekci vysoké hypermetropie způsobené nepřítomností fyziologické oční čočky. Dále se kontaktní čočky využívají ve zdravotnictví k zakrytí oka po operaci jako ochrana nebo ke kosmetické úpravě. [17]

První myšlenka o korekci zraku kontaktní čočkou vzešla na začátku šestnáctého století od významného italského malíře a vynálezce Leonarda Da Vinciho. S dalším řešením korekce optickým systémem, který by byl v přímém kontaktu s okem přišli od Rene Descarta, Johna Herschela, Thomase Younga a další. Na konci devatenáctého století Dr. Adolf E. Fick podle sádrových odlitků z králičích očí vyráběl foukáním čočky skleněné. Až v průběhu druhé světové války došlo k rozvoji plastů a skleněné korneo-sklerální kontaktní čočky byly nahrazeny pevnými korneálními čočkami z polymetylmetakrylátu (PMMA). Velkým vliv na vývoj materiálů kontaktních čoček měl v roce 1961 objev hydrofilního gelu polyhydroxymetakrylátu (HEMA) vyvinutého českými chemiky Ottou Wichterlem a Drahomírem Límou, kteří si svůj objev nechali patentovat. Hydrogelové čočky zůstaly na trhu dodnes a až na začátku třetího tisíciletí je pomalu začaly nahrazovat čočky silikon-hydrogelové, které mají lepší vlastnosti. [11, 13, 12]

Jsou vyráběny z polymerního biomateriálu. Biomateriál je definován jako přírodní nebo syntetický materiál, který je vhodný použít při interakci s živou tkání. Ne každý polymer je vhodný k výrobě kontaktních čoček. Aby byla kontaktní čočka bezpečná a funkční, musí být vyrobena z materiálu, který má následující vlastnosti. [13, 17]

Kontaktní čočka by měla transmitovat světlo o vlnové délce 400 až 800 nm. Propustí tedy 84% spektra viditelného světla a zároveň absorbuje část škodlivého UV záření. [17]

Díky smáčivosti sedí kontaktní čočka na oku pohodlně. Smáčivý materiál přilne k povrchu rohovky a udržuje uniformní slzný film mezi mrknutími. Smáčivost kontaktní čočky se dá definovat jako biokompatibilita s okem (nesmáčivá čočka by byla velmi nepohodlná). [17]

Permeabilita je velmi důležitým faktorem. Kontaktní čočka se chová jako bariéra pro kyslík, který je velkým zdrojem živin rohovky. Nedostatek kyslíku vede k hypoxii, rohovka oteče, dochází k disperzi světla a zraková ostrost se sníží. [17]

Modul pružnosti – materiálová konstanta – vypovídá o tuhosti materiálu a možnosti deformace. Kontaktní čočky s nízkým modulem pružnosti se oku spíše přizpůsobí a bývají pohodlnější. Čočky s vyšším modulem pružnosti jsou pevnější. [17]

U hydrofobních kontaktních čoček závisí na obsahu vody. Je nepřímo úměrný k indexu lomu. Což znamená, že čím méně vody kontaktní čočka obsahuje, tím vyšší je index lomu. Vyšší index lomu láme světlo do větších úhlů, čímž umožňuje vyšší optickou mohutnou i u tenkých materiálů. [17]

Materiál tedy musí být čirý, smáčivý, umožní výměnu plynů mezi okolním prostředím a rohovkou, a mít správné mechanické vlastnosti. Tyto vlastnosti se liší v závislosti na způsobu aplikace – jestli je kontaktní čočka měkká nebo pevná. [17]

Na všech materiálech se usazují různá deposita a časem dochází k zabarvení čočky. Největším zdrojem nečistot je slzný film. Nahromaděná deposita snižují kvalitu vidění, zhoršují vlastnosti materiálu a ohrožují oko po zdravotní stránce. Pravidelná dezinfekce a dodržování intervalu výměn kontaktních čoček snižují riziko infekce. [17]

Nejstarší metoda používaná k výrobě skleněných kontaktních čoček je foukání skla a následné ruční obrušování. Po objevu polymetylmakrylátu se rozvíjela metoda lisování a třískového obrábění. V dnešní době se používají čtyři metody výroby kontaktních čoček. První měkké kontaktní čočky byly vyráběny metodou rotačního odlévání. Později se vyvinula metoda lití do formy. V obou případech se k výrobě používá materiál v tekuté formě. K výrobě pevných kontaktních čoček je používáno soustružení a lisování. [11]

## **2.1 Klasifikace**

Kontaktní čočky lze rozdělit do několika kategorií podle různých kritérií. Dělí se podle materiálu, režimu nošení a intervalu výměn. Dále podle účelu, ke kterému jsou určeny a jejich designu. [18]

### **2.1.1 Dělení podle materiálu**

Nezákladnější a nejstarší dělení podle materiálu, ze kterého je čočka vyrobena vymyslel Miguel F. Refojo. Ten kontaktní čočky dělí na tvrdé a měkké. Měkké pak na hydrofobní a hydrofilní. [12]

Podrobněji se pevné kontaktní čočky z hlediska materiálu dělí na nepropustné pro plyny vyráběné ze skla nebo polymethylmethakrylátu (PMMA) a plynopropustné. Měkké, stejně jako u původního dělení, na hydrofobní vyráběné ze silikonových elastomerů a hydrofilní. Hydrofilní kontaktní čočky se dále dělí na hydrogely standardní (PHEMA), výšeboťnavé a hybridní (silikonhydrogely). [12]

tvrdé	nepropustné	sklo, PMMA	
	plynopropustné	Rigid Gas Permeable – RGP	
měkké	hydrofobní	silikonové elastomery	
	hydrofilní	hydrogely standardní	PHEMA
		hydrogely výšeboťnavé	
		hydrogely hybridní	silikonhydrogely

Obrázek 4: Klasifikace kontaktních čoček podle materiálu podrobněji (Michálek, 2018) [12]

Dnes se kontaktní čočky podle materiálu zjednodušeně dělí na RGP (Rigid Gas Permeable), hydrogely a silikonhydrogely. [12]

### **Pevné kontaktní čočky**

Pevné kontaktní čočky hrály významnou roli ve vývoji materiálů k výrobě kontaktních čoček. První pevné čočky byly vyrobeny z polymethylmethakrylátu (PMMA), materiálu odolného, snadno opracovatelného a pro bulbus nezávadného. Časem se ale ukázalo, že kontaktní čočky vyrobené z PMMA mají nízkou permeabilitu – propustnost pro kyslík – a způsobují hypoxii rohovky. [11, 13]

Jako první plyn propustný materiál pro výrobu kontaktních čoček se uvádí butyrát acetátcelulózy (CAB), jehož propustnost pro kyslík stále nebyla dostatečná. S vývojem umělých hmot vznikly v roce 1974 první RGP (Rigid Gas Permeable) kontaktní čočky. Materiál RGP čočky svou molekulární strukturou umožňuje průchod kyslíku a oxidu uhličitého kontaktní čočkou a neobsahuje žádnou vodu. [11, 18]

Díky dnešním technologiím jsme schopni čočku vytvarovat do jakéhokoli tvaru, dokážou přesně zkopírovat pření plochu rohovky. Jsou proto používány hlavně k terapeutickým účelům, například ke korekci keratokonu. [13]

Na rozdíl od měkkých kontaktních čoček, které se přizpůsobí přední ploše rohovky, mají pevné kontaktní čočky stálý tvar. Prostor mezi čočkou a rohovkou vyplní slzný film. Optický systém je tedy tvořen třemi elementy – kontaktní čočkou, čočkou ze slzného filmu a okem. Díky tomuto jevu lze sférickou pevnou kontaktní čočkou korigovat malý rohovkový astigmatismus. [13]

## Měkké kontaktní čočky

Od počátku sedmdesátých let, kdy byly představeny, měkké kontaktní čočky prošly rozvojem a v dnešní době tvoří 87 % čoček předepisovaných (Morgan *a spol.*, 2016). Pevné kontaktní čočky nahradily hlavně díky jejich pohodlnosti a dobrých výsledků u zrakové ostrosti uživatele. [13]

Hydrofobní kontaktní čočky se vyrábějí z elastomerů – ze silikonové pryže. Materiál obsahuje vinylové, fenylové a metylové skupiny a dosahuje vysoké permeability. Kvůli své nesmáčivosti je nutné na čočku nanášet povrchové úpravy. Z toho důvodu se používají jen minimálně. [11]

Základním materiálem používaným k výrobě hydrofilních měkkých kontaktních čoček je hydroxyetylmetakrylát (HEMA). Podle použitého síťovadla se hydrofilní kontaktní čočky dělí na čočky s nízkým obsahem vody (35-45 %), středním obsahem vody (45-60 %) a s vysokým obsahem vody (60-90 %). [11]

FDA (Food and Drug Administration) – úřad pro kontrolu potravin a léčiv ve Spojených státech amerických – dále rozděluje měkké kontaktní čočky podle obsahu vody a schopnosti ionizace. Ionogenní materiál má negativní náboj a je více reaktivní. Váže na sebe proteinová deposita. Naopak neionogenní jsou elektricky neutrální a váží na sebe převážně lipidová deposita. [11, 18]

Tabulka 1: Dělení měkkých kontaktních čoček podle FDA [11]

I.	Skupina	Neionogenní s botnavostí pod 50 %
II.	Skupina	Neionogenní s botnavostí nad 50 %
III.	Skupina	Ionogenní s botnavostí pod 50 %
IV.	Skupina	Ionogenní s botnavostí nad 50 %

Propustnost pro kyslík je přímo úměrná procentuálnímu obsahu vody a nepřímo úměrná tloušťce kontaktní čočky. [18]

## 2.1.2 Podle způsobu nošení

### Režim nošení

Existují kontaktní čočky denní, flexibilní a s prodlouženým nebo kontinuálním nošením. Jak název napovídá, denní kontaktní čočky se neuvírají přes noc. Ve flexibilních kontaktních čočkách lze příležitostně přespat, čímž se zkracuje jejich životnost. Kontaktní čočky s prodlouženým (7 dní a 6 nocí) a kontinuálním (30 dní a 29 nocí) režimem nošení jsou určeny k nepřetržitému nošení. [18]

### Interval výměn

Dříve se tradičně používaly kontaktní čočky konvenční – roční. Dnes se tento interval výměny používá jen velmi zřídka, a to u drahých kontaktních čoček individuálních. Kontaktní čočky s plánovanou výměnou se po určité době vyřazují a nahrazují novým párem. Nejčastěji se používají kontaktní čočky s čtrnácti denním nebo měsíčním intervalem. Mezi čočky s plánovanou výměnou patří i kontaktní čočky jednodenní (jednorázové). Při používání jednorázových kontaktních čoček je nejmenší riziko zánětů a jiných oftalmologických komplikací. [11, 18]

## 2.1.3 Dělení podle účelu použití

### Terapeutické

Mezi terapeutické indikace aplikace kontaktních čoček patří urychlení hojení epitelu rohovky a ochrana před okolními vlivy, tlumí bolest a pocit cizího tělíska. Bandáž oka se používá především po operacích nebo při traumatu rohovky. Rizika aplikace kontaktních čoček u porušené rohovky jsou vyšší než u zdravých klientů a jsou nutné častější odborné kontroly. Pomocí terapeutických čoček je možné podávat lokálně léky – například antibiotika při zánětech. [11]

### Korekční (optické) využití

Kontaktní čočky se používají zejména ke korekci refrakčních vad – myopie, hypermetropie a astigmatismus. Na rozdíl od brýlové korekce pomáhají i s korekcí nepravidelného astigmatismu díky vytvoření hladkého optického prostředí a s korekcí anisometropie. [11, 18]

### Kosmetické

Barvené kosmetické kontaktní čočky se nejčastěji používají jako módní trend k zdánlivé změně barvy duhovky. Mohou být aplikovány i z terapeutických důvodů. Slouží jako náhrada části nebo celé duhovky nebo k zakrytí patologických změn. Podporují stabilitu psychického stavu pacienta.

[18]

#### **2.1.4 Dělení podle tvaru**

Tvarové dělení kontaktních čoček se určuje podle poloměru křivosti přední a zadní plochy, optické mohutnosti, zda je kontaktní čočka monofokální nebo multifokální a podle velikosti průměru kontaktní čočky. [11]

##### **Sférické kontaktní čočky**

Přední i zadní plocha monofokální sférické kontaktní čočky má pravidelný sférický tvar. Ve všech meridiánech je stejná optická mohutnost. [18]

##### **Asférické kontaktní čočky**

U asférické kontaktní čočky se také v žádném meridiánu neliší optická mohutnost. Míra zakřivení je ale v centru čočky větší než v periferii. Lépe kopírují tvar rohovky. [18]

##### **Torické kontaktní čočky**

Dva na sebe kolmé hlavní meridiány mají rozdílnou optickou mohutnost. [18] (viz 1.3.2 Korekce astigmatismu kontaktními čočkami)

##### **Bifokální kontaktní čočky**

Dvouohniskové čočky, které umožňují vidění na dálku i blízko. Střed kontaktní čočky má optickou mohutnost korigující vidění na dálku a v periferii na blízko, nebo naopak. [11]

##### **Progresivní kontaktní čočky**

Umožňují presbyopům vidět ostře na různé vzdálenosti. Plynulou změnou zakřivení z centra do periferie se mění optická mohutnost kontaktní čočky. [11]

## **2.2 Výhody a nevýhody nošení kontaktních čoček**

Povědomí o výhodách kontaktních čoček je v dnešní době vyšší, než kdy předtím. Pokrok ve vývoji technologií, materiálů a designů umožňuje stále více lidem kontaktní čočky nosit. [15]

### **2.2.1 Výhody**

Jedním z hlavních důvodů, proč lidé začínají nosit kontaktní čočky je vzhled. Jsou na oku téměř neviditelné.

Pokud jsou vybrány kontaktní čočky, které správně sedí na oku, nejsou díky dnešním materiálům vůbec cítit a jsou pohodlné.

Umístění kontaktní čočky přímo na rohovku sebou nese rovnou dvě veliké výhody. Zaprvé může nositel využít celé své zorné pole a zadruhé podle Knappova zákona ovlivňují velikost sítnicových obrazů jen velmi málo. Někteří nositelé, převážně myopové, uvádí v kontaktních čočkách ostřejší vidění než s brýlovou korekcí, která se zvětšujícím se vertex distance zmenšuje obraz. [1, 9]

### **2.2.2 Nevýhody**

Na první pohled viditelnou nevýhodou je pro nositele kontaktních čoček cena. Na rozdíl od brýlí, které jsou jednorázovou investicí na několik let, je potřeba kontaktní čočky obměňovat pravidelně.

Velkou nevýhodou jsou vyšší rizika onemocnění očí jako jsou například kontaktní čočkou způsobená gigantopapilární konjunktivitida, alergické reakce na roztoky nebo hypoxie v důsledku omezeného přístupu kyslíku k rohovce. Nositelé kontaktních čoček mají dokonce několikanásobně větší šanci získat keratitidu – zánět rohovky – a pokud o ně pečují nesprávným způsobem, může se toto riziko zvýšit. [11, 16]

Další nevýhodou pro nositele vícedenních kontaktních čoček může být již zmíněná péče. Má mnoho pravidel, za kterými si kontaktologové stojí a pro snížení rizika patologií je důležité tato pravidla dodržovat. [11]



### 3. Zbytkový astigmatismus

Zbytkový astigmatismus je refrakční vada, která zůstává nezkorigována nebo vzniká po aplikaci kontaktních čoček.

Pro pochopení vzniku zbytkového astigmatismu je důležité znát základní parametry. Tato kapitola se zabývá morfologií rohovky, základními parametry kontaktní čočky, metodami, které jsou k úspěšné aplikaci využívány a příčinami vzniku zbytkového astigmatismu.

#### 3.1 Morfologie rohovky

Rohovka (cornea) je součástí pevného obalu oka. Je to bezbarvá, transparentní, elastická a bezcévná tkáň. Jedná se o nejcitlivější tkáň v lidském těle. S optickou mohutností 43 dioptrií je rohovka nejsilnější čočkou v optickém systému oka. [19]

Normální velikost průměru rohovky je 10-12 mm. V horizontálním směru (HVID – horizontal visible iris diameter) měří 11-12 mm a ve vertikálním přibližně 10-11 mm. Pokud je průměr rohovky menší než 10 mm, nazýváme tuto abnormalitu mikrokornea. Naopak megalokornea je rohovka s průměrem větším než 12,8 mm. [19]

Rohovka má asférický tvar horizontálně uložené elipsy. Její centrální část měří v průměru asi 6 mm a je tlustá zhruba 550  $\mu\text{m}$ . Její centrum je sférické s poloměrem křivosti 7,7 mm a směrem k periferii se oplošťuje a ztlušťuje až na 900  $\mu\text{m}$ . Vlivem tlaku víček na rohovku je často poloměr křivosti ve vertikální ose větší než v ose horizontální. Jedna dioptrie rohovkového astigmatismu koresponduje přibližně s rozdílem 0,2 mm zakřivení v osách na sebe kolmých. V periferii má rohovka sklon být méně torická. [13, 18, 20]

Hodnoty zakřivení přední plochy rohovky [11]

- Strmá rohovka – poloměr zakřivení  $< 7,4$  mm
- Normální rohovka – poloměr zakřivení =  $7,4 - 8,2$  mm
- Plochá rohovka – poloměr zakřivení  $> 8,2$  mm

Existuje korelace mezi zakřivením a průměrem rohovky. Větší rohovky mají tendenci být ploší. Naopak rohovky s menším průměrem bývají strmější. (Mandel, 1989) Stejně tak existuje poměr mezi asféritou a velikostí refrakční vady. U vyšších myopů se rohovka v periferii oplošťuje pozvolněji než u lidí s nízkou myopií a hypermetropů. Strmost rohovky v periferii je připisována větší axiální délce bulbu u myopických pacientů. (Carney, 1997) [13]

Jak již bylo uvedeno, rohovka nemá sférický povrch a její přední plocha má největší vliv na celkovou refrakční vadu a pro kontaktologickou praxi je velmi důležité zmapování jejího povrchu. Přístroje, které určují tvar rohovky se celkově nazývají tomografy. Tomografie předního oka poskytuje informace jak o přední, tak i zadní ploše rohovky. Velké změny tvaru rohovky mohou ohrozit funkce rohovky. Důkladné mapování jejího povrchu pomáhá při diagnostice keratokonu. Pro aplikaci kontaktních čoček jsou nejdůležitější keratometrie a topografie, které zkoumají přední plochu rohovky. [13]

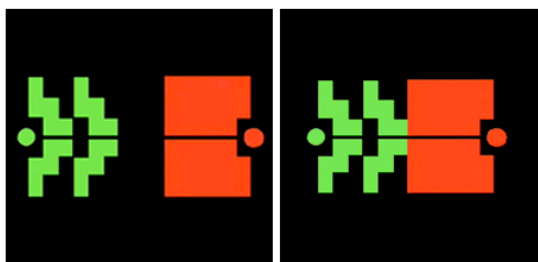
### 3.1.1 Keratometrie

Keratometrie se zabývá měřením poloměru křivosti a dvou hlavních meridiánů astigmatické vady. Měření se provádí v centru rohovky v rozsahu 2–4 mm, ve kterém je rohovka přibližně sférická. Zjištění zakřivení v centru rohovky je užitečné pro zjištění její přesné optické mohutnosti. Výsledné hodnoty se uvádějí v milimetrech nebo v dioptriích. [11, 13, 18]

Měření jejího zakřivení je založeno na faktu, že se přední plocha rohovky chová jako konvexní zrcadlo. Odrazivý povrch rohovky odráží zhruba 3-4 % dopadajícího světla a vytváří neskutečný, přímý, zmenšený obraz. Velikost odraženého obrazu závisí na zakřivení a optické mohutnosti rohovky. Astigmatická vada se projeví nestejným zvětšením – deformací – obrazu. Prvním známým sestrojeným keratometrem byl v první polovině 19. století Helmholtzův keratometr. Mezi další známe keratometry patří Javal-Schiötzův keratometr, Sutcliffeův keratometr a Littmanův keratometr. [13, 18]

#### Javal-Schiötzův keratometr

Využívá principu odrazu obrazu na optické ploše rohovky. Na rohovku se promítají dva znaky – červený dělený obdélník a zelená stupňovitá pyramida. Je nutné přibližovat se s přístrojem k vyšetřovanému oku, dokud se obrazy na rohovce nezaostří. Astigmatismus se na rohovce projeví nekoincencí značek a je potřeba obrazy vyrovnat do stejné osy. Hodnota poloměru křivosti se ze stupnice odečítá v momentě, kdy se oba obrazce dotýkají v horizontální ose. [18]

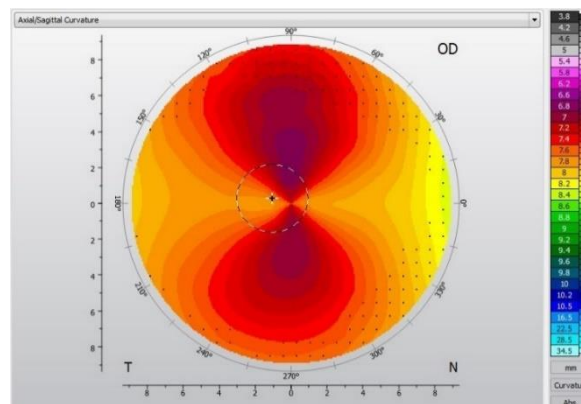


Obrázek 5: Obrazy promítané na rohovku Javal-Schiötzovým keratometrem

Keratometrie je nejčastější metodou používanou v kontaktologické praxi. Poskytuje ale o rohovce jen omezené informace, a proto se v poslední době začalo rozšiřovat využívání přesnějších metod. [15]

### 3.1.3 Topografie

Rohovková topografie podrobně mapuje povrch rohovky za účelem získání podrobného popisu jejího tvaru a lomivé síly. Nejpoužívanějším způsobem zobrazování topografických údajů jsou barevné topografické mapy. Konvenčně jsou strmější části rohovky vyznačovány teplejšími barvami (oranžová, červená) a plošší částí barvami studenějšími. [13, 18]



Obrázek 6: Topografická mapa rohovky – pravidelný astigmatismus podle pravidla

Topografie se používá především při aplikaci speciálních a terapeutických kontaktních čoček. Většina rohovkových topografů má zabudovaný software, který zhodnocuje sezení pevných kontaktních čoček. Software virtuálně namodeluje usazení kontaktní čočky na rohovce, což praktikům umožňuje vybrat kontaktní čočku s pro pacienta nejvhodnějším designem. S použitím tohoto softwaru je úspěšná aplikace pevných kontaktních čoček v až 93 % případů. Hlavními výhodami a důvody používání rohovkových topografických map v kontaktologické praxi je snadná detekce decentrace kontaktní čočky, extrémní asféricity rohovky a monitoring změn v jejím tvaru. [13]

### Placidovy kruhy

Placidovy disky jsou základem většiny topografů. Na rohovku se promítá několik černých a bílých soustředných kruhů. Odraz těchto kruhů je zachycen kamerou a přístroj odvodí tvar rohovky podle polohy a deformace těchto kruhů. Topografy založené na tomto principu jsou přesné a jejich velkou výhodou je snadná opakovatelnost měření. [18]

## 3.2 Výběr kontaktní čočky

Mezi základní tvarové parametry kontaktních čoček patří optická mohutnost, rádius a průměr.

### 3.2.1 Optická mohutnost kontaktní čočky

Při volbě optické mohutnosti kontaktní čočky se vychází z výsledků subjektivní refrakce. Jednoduchým klíčem ke zjištění optické mohutnosti kontaktní čočky jsou přepočtové tabulky. Další možností je přepočet hlavních řezů korekce. Při aplikaci rozptylných kontaktních čoček se refrakční účinek zvyšuje. Naopak u spojných kontaktních čoček se účinek snižuje. [11]

Vzorec pro přepočet vrcholové vzdálenosti:  $S'_{Kč} = \frac{S'_{Br}}{1 - \Delta d \times S'_{Br}}$

U přepočtu torické korekce vycházíme z cylindro-cylindrického zápisu, který se po výpočtu převede zpět na zápis sféro-cylindrický. [11]

V roce 2012 použil doktor Young databázi 12624 předpisů korekce za účelem zjištění výskytu astigmatismu v populaci. U 47 % z potenciálních nositelů kontaktních čoček se alespoň na jednom oku nachází astigmatismus vyšší než 0,75D. Při dioptrickém rozsahu sph +6 D až -9 D, cylindrem do 3 D v 18 různých osách (s odstupem 10°) se vyhoví devadesáti procentům astigmatiků. [21]

### 3.2.2 Rádius kontaktní čočky

Poloměr zadní plochy kontaktní čočky se volí podle přibližně sférických výsledků keratometrie. Při výběru zadního radiu se musí vzít v úvahu tloušťka čočky, její propustnost pro kyslík a koeficient botnavosti materiálu, který se pohybuje v rozmezí 1,1-1,28. U hydrogelových čoček se zjednodušeně k zakřivení rohovky zjištěného na keratometru přičte 1,1 mm. Na českém trhu se vyskytují kontaktní čočky s hodnotou poloměru křivosti 8,1 až 9,6 mm. [11]

Podle zakřivení přední plochy rohovky a zadní plochy kontaktní čočky můžeme aplikaci rozdělit do 3 skupin. Na hodnotách zakřivení těchto ploch je závislý vznik slzné čočky, která může změnit optickou mohutnost systému kontaktní čočka – oko. [11]

### Paralelní aplikace

Zakřivení kontaktní čočky a rohovky si přesně odpovídají. Jedná se o ideální stav, kdy se nevytvoří čočka slzná. Používá se k teoretickým výpočtům optického systému, který by vznikl aplikací kontaktní čočky kopírující přesný tvar přední plochy rohovky. [11]

### **Plochá aplikace**

Při ploché aplikaci neboli aplikaci negativní, vzniká mezi kontaktní čočkou a rohovkou rozptylná slzná čočka. Ta snižuje hodnotu myopie, nebo naopak zvyšuje hodnotu hypermetropie. [11]

Každá kontaktní čočka by se měla na rohovce mírně pohybovat. Volněji (ploše) naaplikovaná kontaktní čočka, je správná čočka. Míra pohybu závisí na velikosti a tvaru čočky slzné. Příliš volná kontaktní čočka je na oku nestabilní a může se snižovat zrakovou ostrost a pohodlnost užívání. [11]

### **Strmá aplikace**

Při tomto typu aplikace vzniká slzná čočka spojná. Zvyšuje hodnotu myopie a snižuje hodnotu hypermetropie. Po delší době nošení se okraje kontaktní čočky začnou vtlačovat do oka a mohou způsobit hypoxii rohovky. [11]

### **3.2.3 Průměr kontaktní čočky**

Průměrná velikost oka je 24 mm. Kontaktní čočky se rozdělují podle rozsahu zakrytí předního segmentu. Sklerální kontaktní čočky mají průměr 15-20 mm, sklero-korneální 13-15 mm a korneální mají průměr menší, než je průměr rohovky. [11]

Pevné kontaktní čočky patří mezi kontaktní čočky korneální. Jejich průměr měří o 2,4 mm méně než horizontální průměr rohovky, díky čemuž dochází k výměně slzného filmu pod kontaktní čočkou. Měkké kontaktní čočky se svým průměrem řadí mezi sklero-korneální. Správný průměr měkkých kontaktních čoček je o 1 mm větší než horizontální průměr rohovky, aby nedocházelo k pevné aplikaci na limbu. [11, 13]

### 3.3 Příčiny zbytkového astigmatismu

Po aplikaci kontaktní čočky je u všech pacientů vysoká pravděpodobnost zbytkové refrakční vady. Existují dva základní zdroje jeho vzniku. Prvním zdrojem jsou komponenty refrakčního systému oka – fyziologický zbytkový astigmatismus. Příčinou indukovaného zbytkového astigmatismu je přítomnost kontaktní čočky na oku. Celkový zbytkový astigmatismus může mít vliv na snížení zrakové ostroty. Zbytkovou refrakční vadu mohou způsobit i patologie, které nejsou kontraindikací k nošení kontaktních čoček. [22]

#### 3.3.1 Fyziologický zbytkový astigmatismus

Poloha a stabilita kontaktních čoček závisí na anatomii oka. Závisí na tvaru a tonu víček, na mrkání, šíři oční štěrbině, na poloze vnitřního a vnějšího koutku a na plynulosti a velikosti přechodového úhlu limbu. Míra zbytkového astigmatismu závisí zejména na místě vzniku astigmatismu – na míře astigmatismu různých refrakčních komponentů oka. Dále může zbytkový astigmatismus a usazení kontaktní čočky na oku ovlivňovat kvalita a kvantita slzného filmu.

#### Vliv víček

Horní i spodní víčko mají vliv na usazení kontaktní čočky. O spodní víčko se kontaktní čočka opírá a u nesprávně vybrané kontaktní čočky může víčko způsobit její decentraci. Stejně tak při mrkání může způsobit její decentraci i víčko horní. [13]

Dalším a velmi důležitým kritériem je tonus horního víčka. Při mrkání vyvíjí na kontaktní čočku tlak. Víčko se během mrkání pohybuje jako zapínající se zip směrem k nosu a při otevírání opačným směrem. Toho se využívá u stabilizačních mechanismů torických kontaktních čoček. Nejen fyziologie, ale i patologie – například gigantopapilární konjunktivitida – očních víček může způsobit nesprávné usazení kontaktní čočky nebo rotaci hlavních řezů cylindru a tím vyvolat nový, jiný, astigmatismus. [11, 13]

#### Vliv slzného filmu

Po nasazení kontaktní čočky se slzný film rozdělí na 2 části. Prelentikulární slzný film na povrchu chrání kontaktní čočky před vysoušením a slouží jako lubrikant při mrkání. Postlentikulární slzný film se hromadí mezi kontaktní čočkou a rohovkou a tvoří takzvanou slznou čočku. Slzný film má velmi podobný index lomu jako rohovka. Díky této vlastnosti přizpůsobením se cylindrickému zakřivení rohovky vykompenzuje až 90 % rohovkového astigmatismu a odhalí astigmatismus zbytkový. [13, 23]

RGP kontaktní čočky jsou vhodné ke korekci vyšších hodnot astigmatismu. Nepřizpůsobí se tvaru rohovky, a proto vzniká výraznější slzná čočka. [13]

Při mrkání dochází k výměně slzného filmu pod kontaktní čočkou. Bylo dokázáno, že během mrkání se hodnota astigmatismu v šikmých osách výrazně zvyšuje, a naopak astigmatismus s hlavními meridiány ve 180° a 90° snižuje. [23]

### 3.3.2 Indukovaný zbytkový astigmatismus

Indukovaný zbytkový astigmatismus může vzniknout v závislosti na tom, jaká je použita kontaktní čočka – pevná nebo měkká, sférická, asférická nebo torická. Velký vliv má zakřivení přední a zadní plochy kontaktní čočky. Dále je indukovaný zbytkový astigmatismus způsoben ohybem kontaktní čočky, její decentrací, nestabilitou a přetočením do jiné osy. [22]

Měkké kontaktní čočky korigují nízký až střední astigmatismus (0,75 D až 2,25 D). Výhodou sférického a asférického designu je jejich pohodlnost a není třeba bát se přetočení osy hlavního meridiánu. [22]

Pomocí sférického ekvivalentu – se pomocí sférického a asférického designu korigují nízké hodnoty astigmatismu. **Sférický ekvivalent** je sférická hodnota, vyjadřující nejlepší možnou korekci sférocyklindrické vady. Hodnota této sféry se získá přičtením poloviny hodnoty cylindrické korekce k hodnotě sférické korekce. [23]

$$SE = sph + \frac{1}{2}cyl$$

Za použití asférického designu, který lépe kopíruje tvar rohovky – oproti designu sférickému – pacienti zaznamenali vyšší ostrost vidění a byla naměřena menší hodnota nedokorigovaného astigmatismu. (*N. Patel; 2004*) [24]

Torické kontaktní čočky zajišťují ze všech designů měkkých kontaktních čoček nejpřesnější korekci astigmatismu. Nehledě na to, jestli je torickou plochou přední nebo zadní plocha kontaktní čočky, přizpůsobí se povrchu přední plochy rohovky. U torického designu kontaktních čoček je nejčastější příčinou zbytkového astigmatismu rotace čočky. Vliv na to, kterým směrem se bude čočka otáčet má fyziologie očního víčka spolu s polohou hlavních meridiánů astigmatismu přední plochy rohovky. [13, 25]

Pevné kontaktní čočky s torickou přední plochou jsou vhodné pro pacienty s vyššími hodnotami astigmatismu, který vznikl rozdílnou hodnotou optické mohutnosti v několika meridiánech čočky

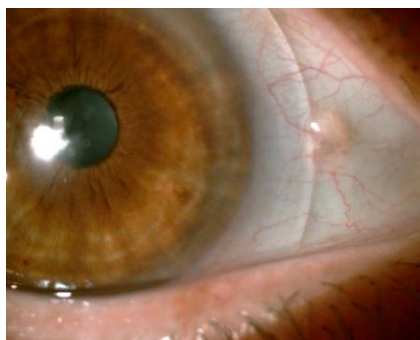
nebo zadní plochy rohovky. Pevné kontaktní čočky se zadní torickou plochou se používají především u pacientů s vysokými hodnotami astigmatismu a využívají se především ke korekci rohovkového astigmatismu. Bitorické pevné kontaktní čočky – individualizované – dokážou korigovat celou astigmatickou vadu. [25]

Pevnost pevných sférických plynopropustných čoček je závislá na jejich tloušťce. Pokud je středová tloušťka příliš malá, čočka se přizpůsobí torickému zakřivení přední plochy rohovky. Tento ohyb může navodit nechtěný astigmatismus, který je schopný způsobit změny v ostrosti vidění. [22]

### **Decentrace**

Při decentraci nejenže může kontaktní čočka dráždit rohovku, ale její optická zóna se posune do periferie. V centru rohovky je nyní část kontaktní čočky s jinou tloušťkou, tedy i jinou optickou mohutností. [13]

Důvodem decentrace mohou být fyziologické vlastnosti i patologické změny očních víček. Dalšími patologickými důvody decentrace může být například pinguecula, pterigium nebo chemóza. Ani jedna z těchto patologických změn není absolutní kontraindikací nošení kontaktních čoček. Pinguekula je oboustranná, většinou asymptomatická, degenerace spojivky. Nepřerůstá přes rohovku. Pokud je kontaktní čočka příliš velká a její okraj se opírá o pingueculu, kontaktní čočka může být decentrována. [13, 15]



*Obrázek 7: Pterigium s aplikovanou kontaktní čočkou*

Pterigium je útvar bulbární spojivky přerůstající přes rohovku. Vlivem tlaku a tahu na rohovku, může indukovat vznik nepravidelného astigmatismu. Kontaktní čočka oko mechanicky dráždí a je pterigiem decentrována. [15]

Chemóza – otok spojivky – je jedním z příznaků alergické konjunktivitidy. Může vzniknout jako reakce na produkty spojené s péčí o kontaktní čočky. [15]



### 3.4 Postup vyšetření

Před samotným měřením je zapotřebí provést předrefrakční úkony, mezi které patří anamnéza, pozorování postavení hlavy a očí, makroskopické pozorování a biomikroskopie. Dalším krokem je objektivní refrakce. Metody objektivní refrakce jsou rychlé a slouží k získání monokulárních refrakčních hodnot. Není potřeba aktivní spolupráce pacienta, avšak tyto metody nejsou vždy spolehlivé. Mezi objektivní metody patří skiaskopie, u které je potřeba zručnost a praxe. Proto je v dnešní době nahrazována autorefraktometry, jejichž používání je snadné. [4]

Následuje subjektivní refrakce, která je nutná pro ověření hodnot z refrakce objektivní. Na autorefraktometrech bývá myopie nadhodnocena a hypermetropie podhodnocena. Prvním krokem monokulární subjektivní refrakce je zjištění nejlepší sféry – stav, kdy je kroužek nejmenšího rozptylu na sítnici. U vyšetření hypermetropického oka se předkládají spojné sférické čočky do zhoršení vidění. U myopického oka se předkládají rozptylné čočky, dokud vidění zlepšují. [4, 6]

Nejpřesnějším nástrojem k zjištění astigmatické vady je Jacksonův zkřížený cylindr. Tato metoda funguje s přesností na 0,125 D cylindru a 1° osy hlavního meridiánu. Společně s JZC se nejčastěji používá bodový test. Další možností je kulatý znak nebo soustředné kružnice s bodem uprostřed. Nejprve se určí osa a poté velikost astigmatické vady. Při změně cylindru se sféra mění o polovinu hodnoty cylindru v opačném směru. [4, 6]

Další možností zjištění astigmatismu je zamlžovací metoda, při které se oko zamlží spojnou čočkou tak, aby vznikl astigmatismus myopicus compositus. Pokud je astigmatismus přítomný, jedna z čar na astigmatické růžici (nebo astigmaticém vějíři) se pacientovi jeví výraznější. Mínusová korekční cylindrická čočka se předsazuje do kontraosy s nejtmaší čarou na optotypu, dokud se všechny nejeví stejně tmavé. Doporučuje se provést kontrolu pomocí JZC. [4, 6]

Po korekci astigmatismu následuje kontrola hodnot sférické vady a binokulární akomodační vyvážení. Akomodační vyvážení probíhá za binokulárních podmínek. Humphrissova metoda je založena na rozdílném kontrastu při zamlžení jednoho oka spojnou čočkou. Další binokulární testy jsou disociační a k disociaci využívají polarizaci – například dvouřádkový test – nebo jsou to testy anaglyfní (bichromatické) s červeným a zeleným filtrem. [6]

Keratometrická data získaná z objektivního měření na ARK jsou potřeba k výběru vhodného zakřivení kontaktní čočky. Optická mohutnost kontaktní čočky vychází ze subjektivní refrakce (viz 3.2.1 Optická mohutnost kontaktních čoček). Před aplikací kontaktních čoček je důležité zkontrolovat přední segment oka a vyloučit tak patologické změny, které mohou být kontraindikací aplikace kontaktních čoček. [11]

Po naaplikování kontaktních čoček je potřeba čekat alespoň 30 minut, než se kontaktní čočka usadí. Na štěrbinové lampě probíhá kontrola usazení kontaktních čoček – zda není kontaktní čočka decentrována, torická čočka není přetočená a jestli není těsná nebo volná. Pokud je kontaktní čočka vyhovující, přistoupí se k subjektivní kontrole vizu a zbytkové refrakční vady. Zbytkovou refrakční vadu lze zkontrolovat objektivní metodou nebo subjektivně pomocí brýlové skříně a Jacksonova zkříženého cylindru. [11]

## 4 Praktická část

Tato část práce se zabývá výzkumem, jehož cílem je zjistit, v jaké míře a jakým způsobem je zjišťován zbytkový astigmatismus v kontaktologické praxi tuzemských optometristů. Pomocí online dotazníku bylo zjišťováno, jakým způsobem je problematika zbytkového astigmatismu řešena v praxi a výsledky tohoto průzkumu jsou v rámci praktické části uvedeny.

### 4.1 Cíle

Cílem experimentální části práce je získat informace o četnosti a způsobu řešení problematiky zbytkového astigmatismu v optometrické praxi na území České republiky.

### 4.3 Metodika výzkumu

Vzhledem ke stávající situaci a vystavení riziku přenosu nemoci Covid-19 během aplikace kontaktních čoček jsem se rozhodla provést výzkum prostřednictvím dotazníkového šetření.

Internetový dotazník byl sestaven prostřednictvím portálu survio.cz. Nejprve byl dotazník v rámci předvýzkumu rozeslán optometristům, kteří se svému povolání věnují alespoň tři roky a jejich odpovědi byly použity u tvorby předpokladů. Následně byl dotazník prostřednictvím sociálních sítí rozeslán širší odborné veřejnosti.

Dotazník byl aktivní od 26/4/2020 do 24/5/2020 a za tu dobu bylo nasbíráno celkem 57 odpovědí. Výsledky průzkumu nejsou reprezentativní. Vzorek respondentů nepokrývá celou Českou republiku a všechny věkové kategorie. Předpokládám, že sestával primárně z optometristů, kteří absolvovali obor „Optika a optometrie“ na fakultě biomedicínského inženýrství v Kladně, nebo kteří na fakultě působí.

Respondenti byli obeznámeni s názvem a tématem mé bakalářské práce stejně tak i s jejím cílem. Byli ujištěni o anonymitě dotazníku a na základě toho vyzváni k upřímnosti. Dotazník se skládá z 20 uzavřených otázek na základě informací popsanych v teoretické části bakalářské práce. Nakonec měli respondenti v rámci dvacáté první otevřené otázky možnost se k tématu a dotazníku vyjádřit. Úplné znění dotazníku se nachází v Příloze A.

### 4.4 Předpoklady

Předpoklady byly sestaveny na základě výsledků z dotazníkového předvýzkumu.

P1: V běžné optometrické praxi se aplikují především měkké kontaktní čočky.

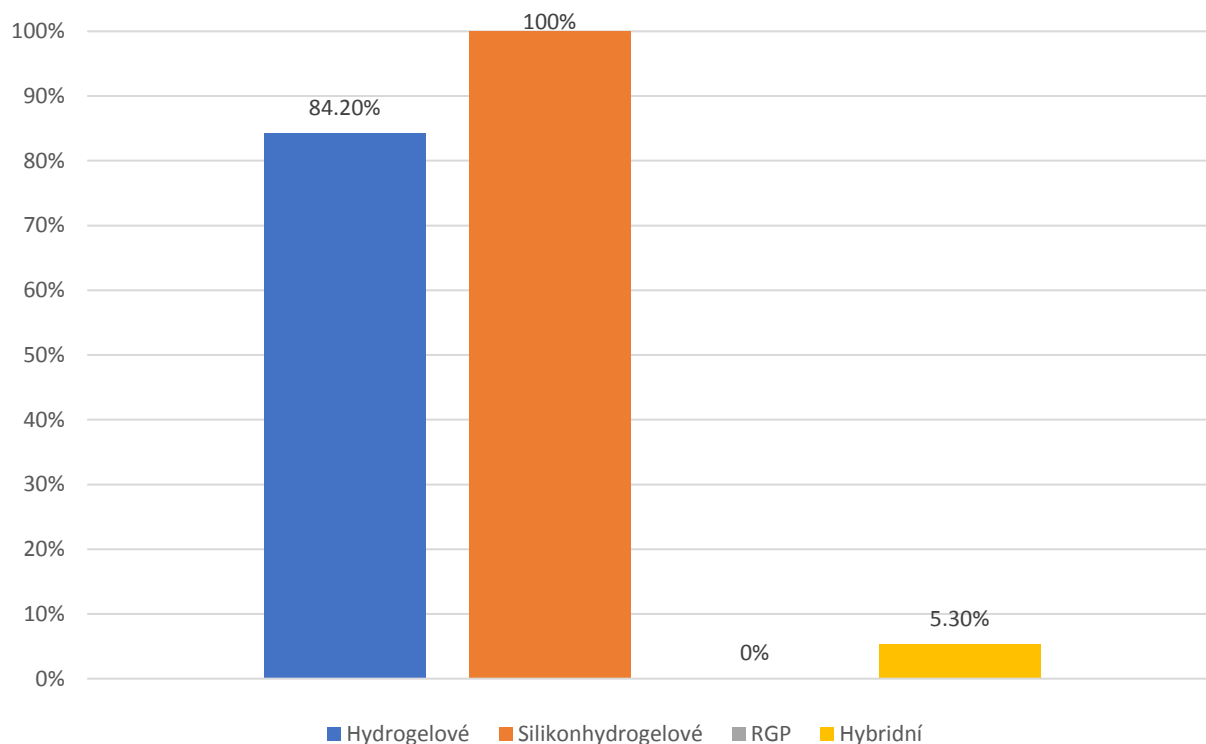
P2: Astigmatismus se pomocí kontaktních čoček koriguje od hodnoty 0,75 D.

P3: Po aplikaci kontaktních čoček optometristé zjišťují zbytkový refrakční deficit.

## 4.5 Rozbor výsledků dotazníku

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 57 respondentů. V rámci uzavřených otázek bylo zjištěno, že se průzkumu zúčastnili jen optometristé.

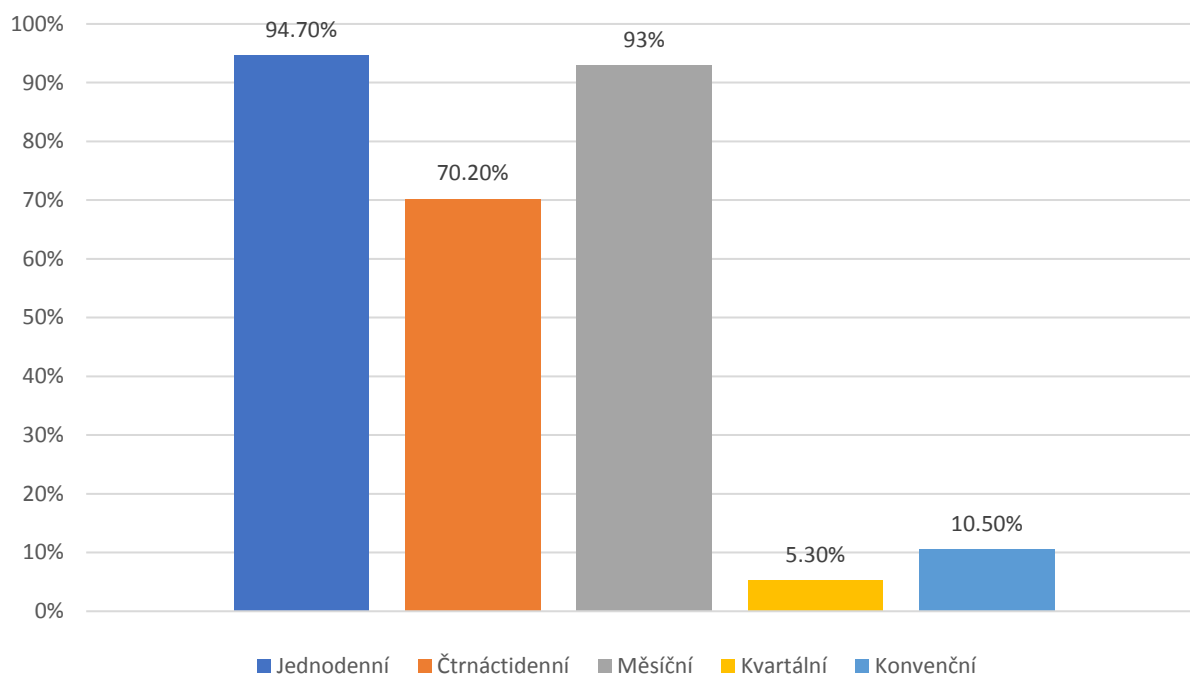
Otázka 1.: Jaké kontaktní čočky aplikujete?



Graf 1: Rozložení odpovědí k otázce 1

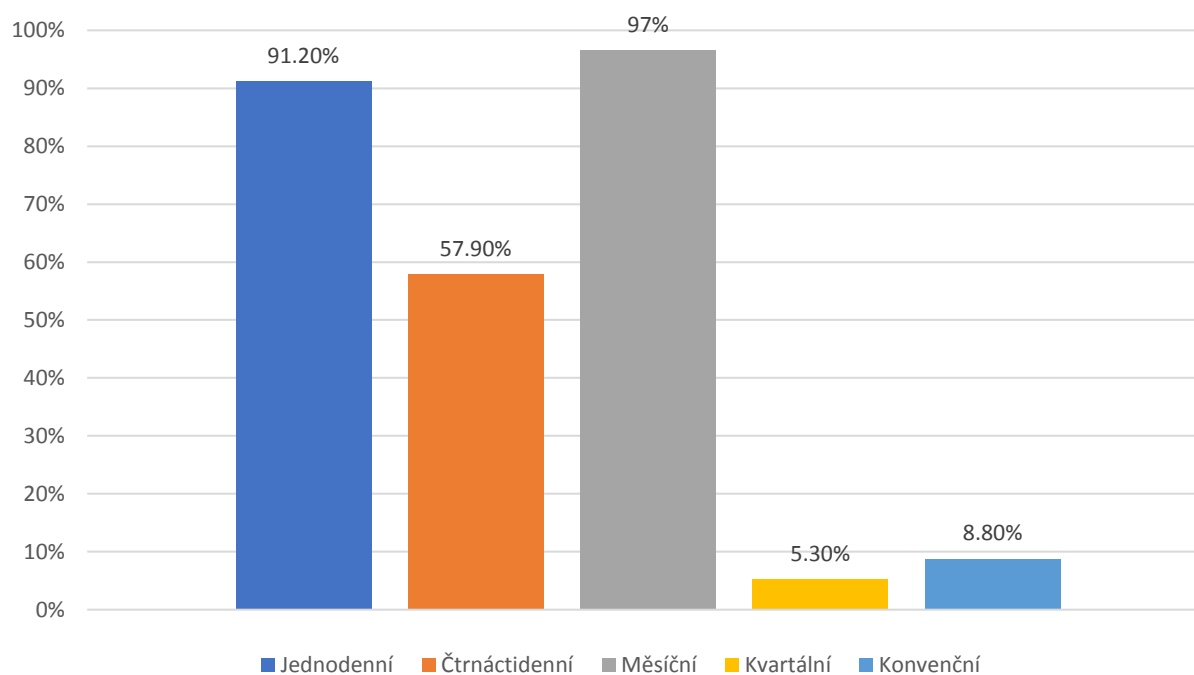
Dle předpokladu P1, v optometrické praxi se aplikují především hydrogelové a silikonhydrogelové kontaktní čočky, které se řadí mezi kontaktní čočky měkké. Hybridní kontaktní čočky jsou speciální kontaktní čočky, které mají pevnou plynopropustnou optickou část a měkké okraje (18). Na svém pracovišti je aplikují tři respondenti z padesáti sedmi. Pevné plynopropustné kontaktní čočky nejsou na poli optometrie běžné a žádný z respondentů je ve své praxi nevyužívá. Nejčastějším důvodem aplikace RGP čoček je nepravidelný rohovkový astigmatismus (11).

Otázka 2.: Jaké sférické měkké kontaktní čočky (hydrogelové a silikonhydrogelové) podle doby plánované výměny aplikujete?



Graf 2: Rozložení odpovědí k otázce 2

Otázka 3.: Jaké torické měkké kontaktní čočky (hydrogelové a silikonhydrogelové) podle doby plánované výměny aplikujete?

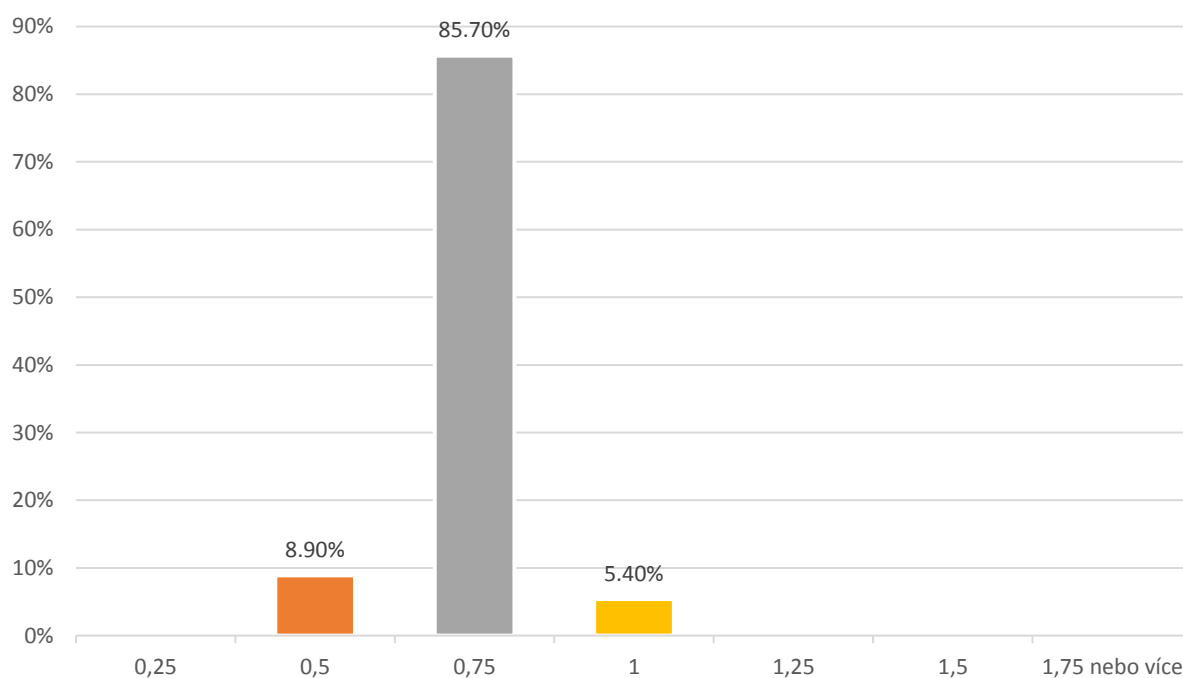


Graf 3: Rozložení odpovědí k otázce 3

Z grafu rozložení odpovědí k otázce 2 a grafu rozložení odpovědí k otázce 3 vyplývá, že kontaktní čočky s plánovanou výměnou jeden den a jeden měsíc jsou nejrozšířenějšími na trhu. Oproti předvýzkumu nastal u četnosti aplikace čtrnáctidenních kontaktních čoček výrazný pokles. V předvýzkumu volilo čtrnáctidenní kontaktní čočky 100 % dotazovaných jak v případě kontaktních čoček sférických, tak kontaktních čoček torických. U torických kontaktních čoček je tento pokles výraznější zřejmě z důvodu nabídky nedostatečného množství variací designu.

Kvartální a konvenční doba výměny se dnes používá především u drahých individualizovaných kontaktních čoček. Častější výměna je finančně náročná. Dalším důvodem, proč se kontaktní čočky s kvartální a konvenční dobou výměny aplikují jen zřídka je zvýšené riziko zánětů a jiných oftalmologických komplikací.

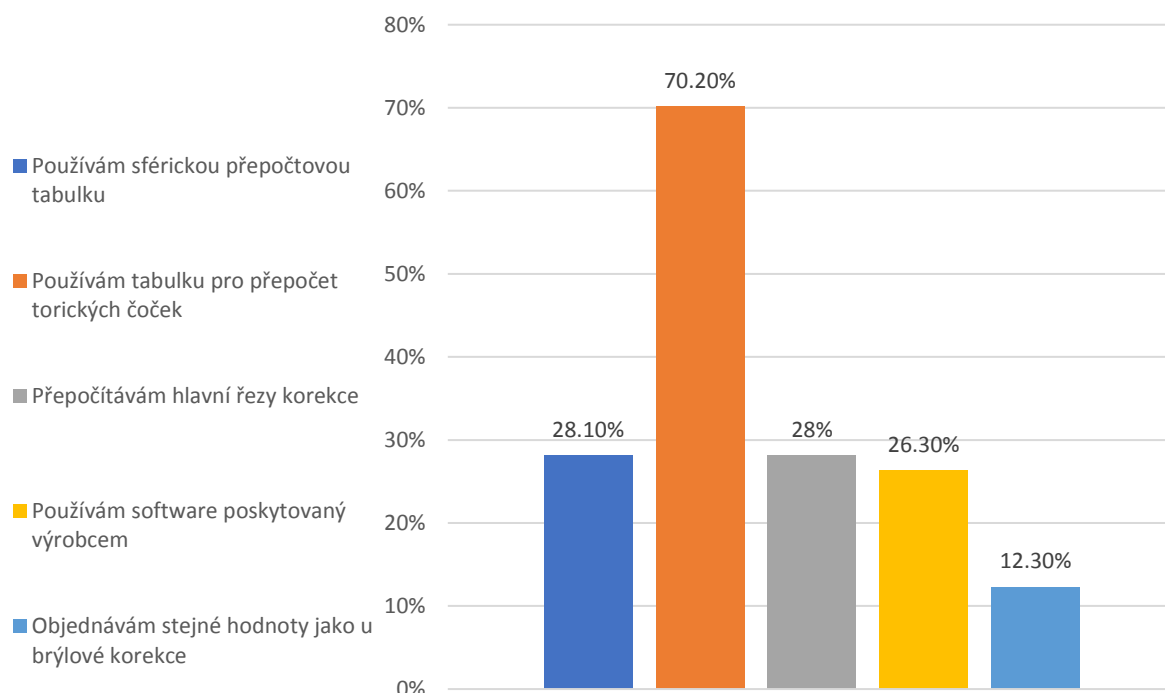
Otázka 4.: Od jakých hodnot cylindru korigujete astigmatismus torickými kontaktními čočkami?



Graf 4: Rozložení odpovědí k otázce 4

Nejnižší hodnota cylindrické dioptrie ve skladových kontaktních čočkách je 0,75 dioptrie a s touto cylindrickou hodnotou začíná astigmatismus pomocí kontaktních čoček korigovat 85,7 % respondentů. V předvýzkumu tuto možnost zvolilo dokonce 90 % respondentů. U každého pacienta je však potřeba individuální přístup. V některých případech bude potřeba korigovat astigmatickou čočkou vadu o hodnotě 0,5 D – tuto možnost zvolilo 8,9 % dotazovaných.

### Otázka 5.: Podle jakého klíče objednáváte parametry kontaktních čoček?

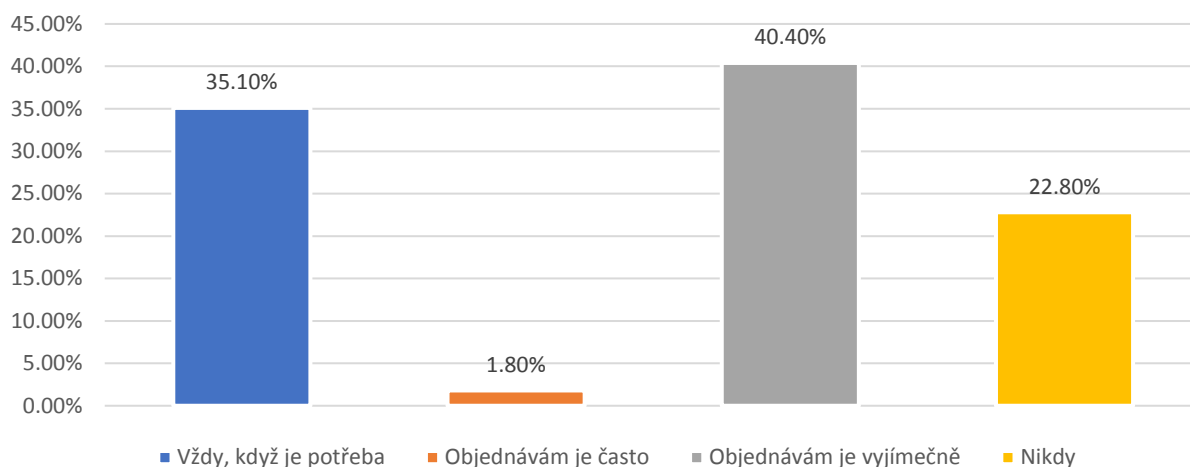


Graf 5: Rozložení odpovědí k otázce 5

Při volbě optické mohutnosti kontaktní čočky se vychází z výsledků subjektivní refrakce. Jednoduchým klíčem ke zjištění optické mohutnosti kontaktní čočky jsou přepočtové tabulky, které při své praxi volí 70.2 % respondentů. Další možností je přepočet hlavních řezů korekce, který podle výzkumu provádí 28 % dotazovaných. Vzorec k přepočtu hlavních řezů korekce v závislosti na vrcholové vzdálenosti je uveden v kapitole 3.2.1 Optická mohutnost kontaktní čočky. 28 % respondentů objednává správné hodnoty kontaktních čoček na základě softwaru poskytovaným výrobcem.

Překvapivé pro mě bylo množství respondentů, kteří zvolili možnost „Objednávám stejné hodnoty jako u brýlové korekce“ – 7 z 57 což je 12,3 %. U otázky bylo možné zvolit více než jednu správnou odpověď. U nízkých hodnot korekce se dioptrické hodnoty v závislosti na vrcholové vzdálenosti mění zanedbatelně a je možné objednat stejné hodnoty jako u brýlové korekce. Důvodem početnosti této odpovědi může být nepřesná formulace otázky.

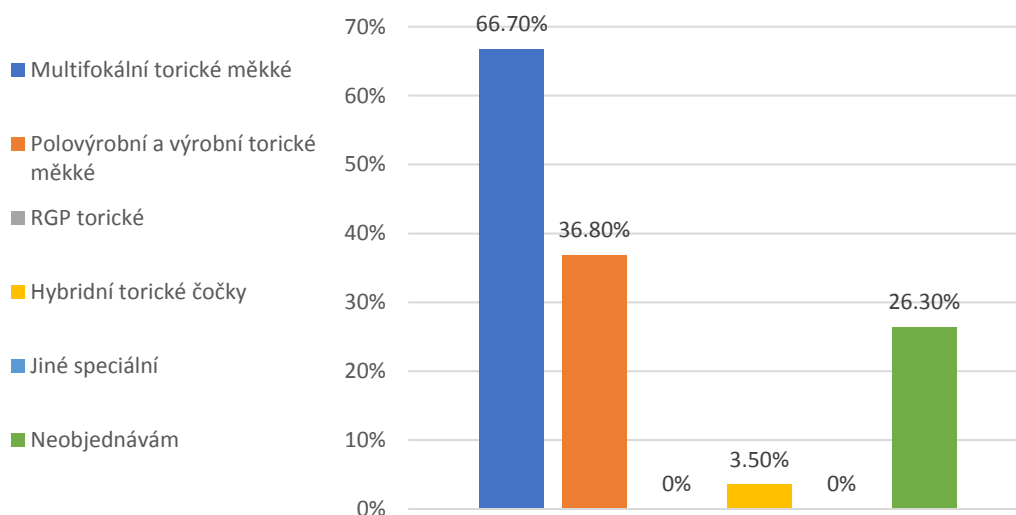
Otázka 6.: Používáte speciální kontaktní čočky (multifokální torické, “polovýrobní“ a výrobní torické)?



Graf 6: Rozložení odpovědí k otázce 6

Z tohoto grafu vyplývá, že 77,2 % respondentů má zkušenosti s objednáváním speciálních kontaktních čoček.

Otázka 7.: Jaké speciální torické kontaktní čočky objednáváte?

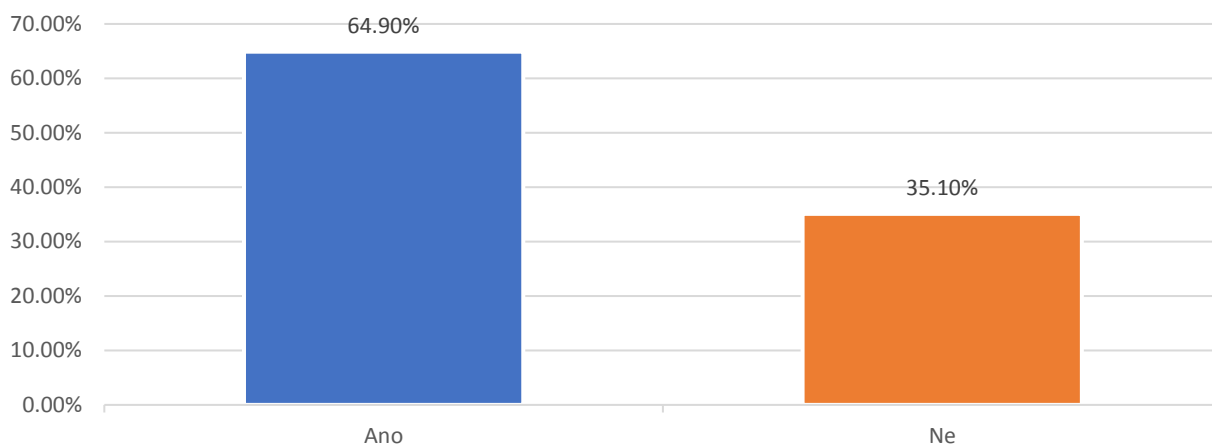


Graf 7: Rozložení odpovědí k otázce 7

Mezi nejčastěji objednávané speciální torické kontaktní čočky patří čočky multifokální. Velké množství optometristů je do dnes k multifokálním kontaktním čočkám skeptických – objednává je 66,7 % respondentů. Dále jsou objednávány polovýrobní, výrobní a hybridní torické čočky. 23,3 % respondentů speciální kontaktní čočky neobjednává.



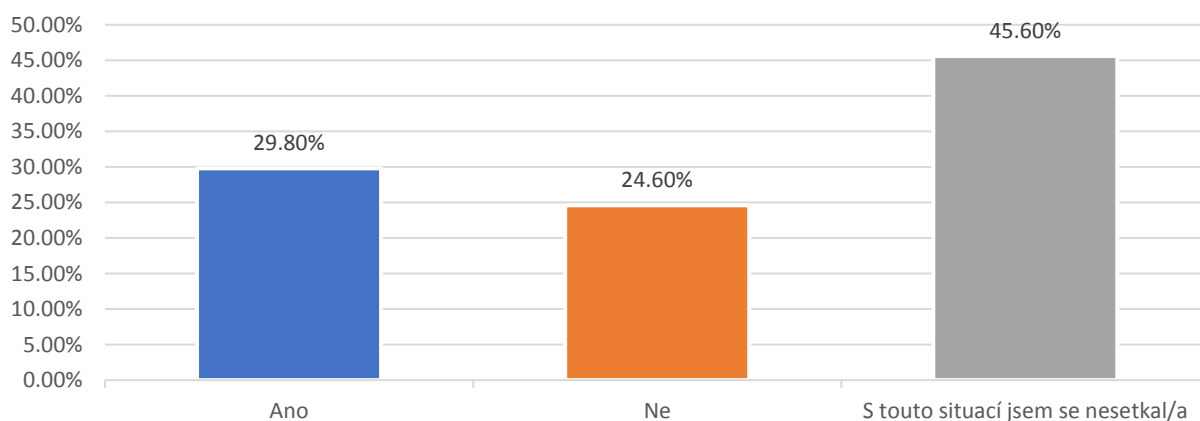
Otázka 8.: Zohledňujete v některých případech při objednávce torických kontaktních čoček fakt, že již při subjektivní refrakci dojde k podkorigování astigmatismu?



Graf 8: Rozložení odpovědí k otázce 8

64 % dotázaných uvedlo, že při objednávce torických kontaktních čoček berou v určitých případech v úvahu podkorigování astigmatické vady. Na konci dotazníku někteří z respondentů uvedli, že otázce nerozumí.

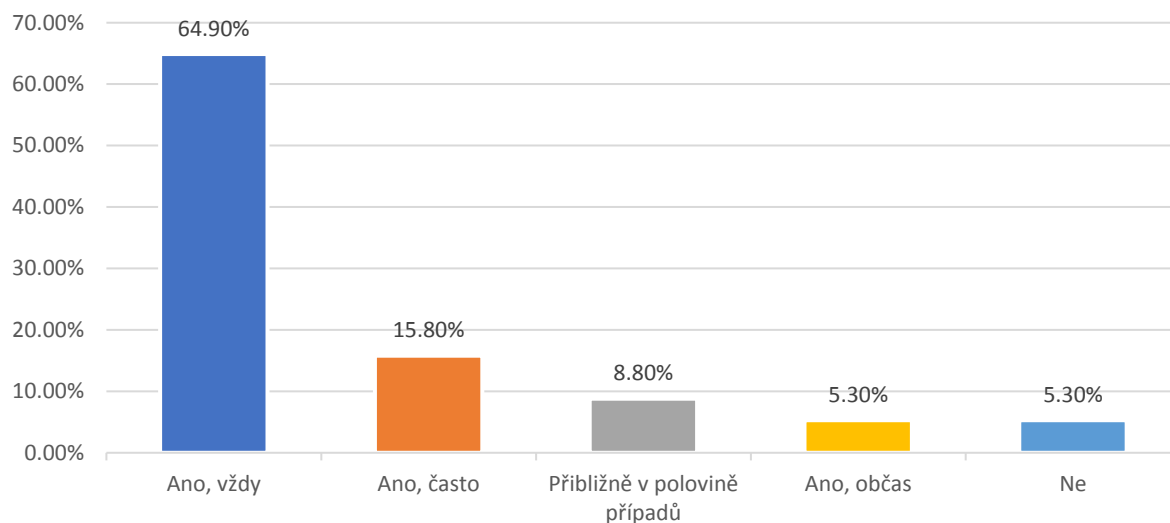
Otázka 9.: Dokorigujete v některých případech zbytkový astigmatismus u klientů, kteří používají kontaktní čočky z důvodu aniseikonie, brýlovými čočkami?



Graf 9: Rozložení odpovědí k otázce 9

Čím je korekční pomůcka dále od oka, tím je větší rozdíl ve velikostech sítnicových obrazů. Proto se při korekci anisometropie využívají kontaktní čočky. S touto situací se setkala méně než polovina respondentů a 54,8 % z nich, by dokorigovalo zbytkový astigmatismus pomocí brýlových čoček z důvodu kompenzace aniseikonie.

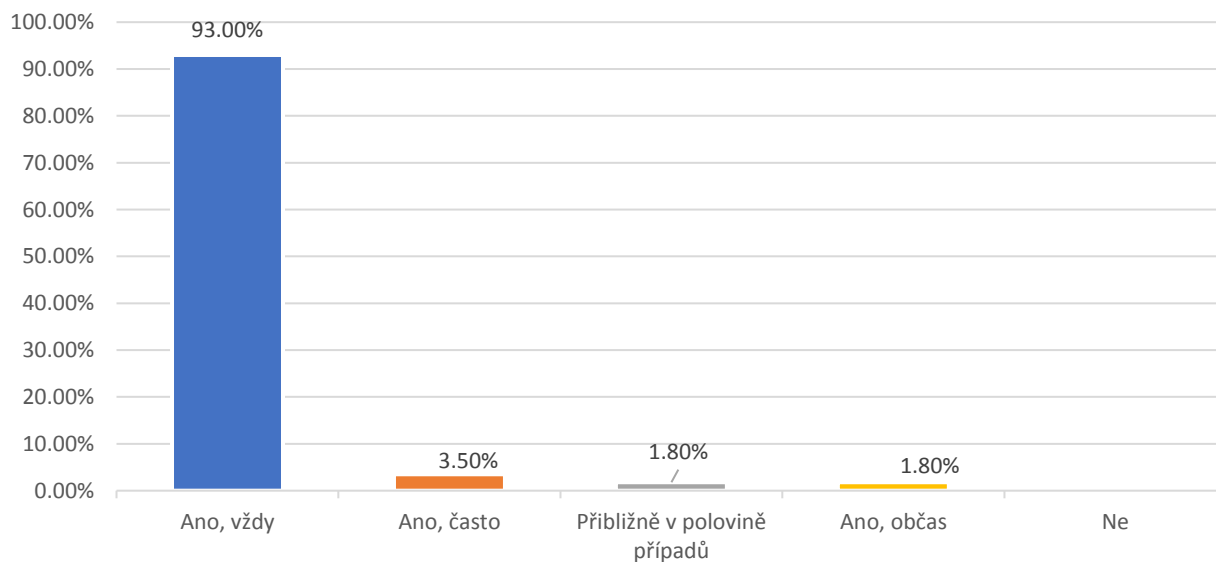
Otázka 10.: Zjišťujete monokulární vizus s aplikovanými jedooohniskovými kontaktními čočkami?



Graf 10: Rozložení odpovědí k otázce 10

Monokulární vizus po aplikaci kontaktních čoček kontroluje v každém případě 64,9 % respondentů.

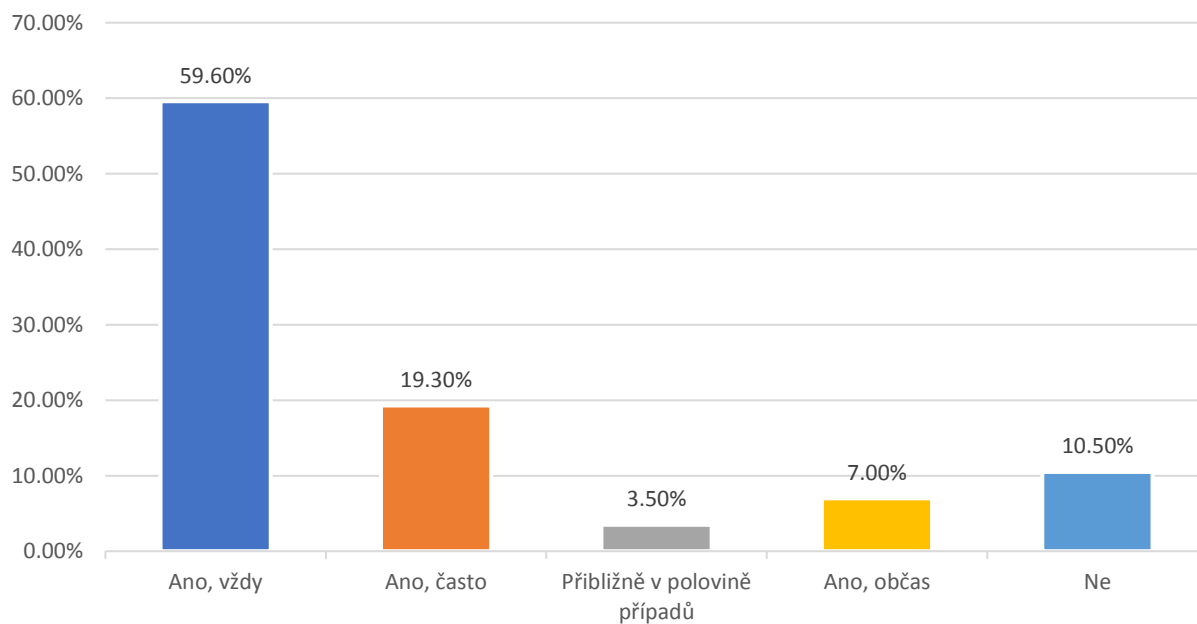
Otázka 11.: Zjišťujete binokulární vizus s aplikovanými kontaktními čočkami?



Graf 11: Rozložení odpovědí k otázce 11

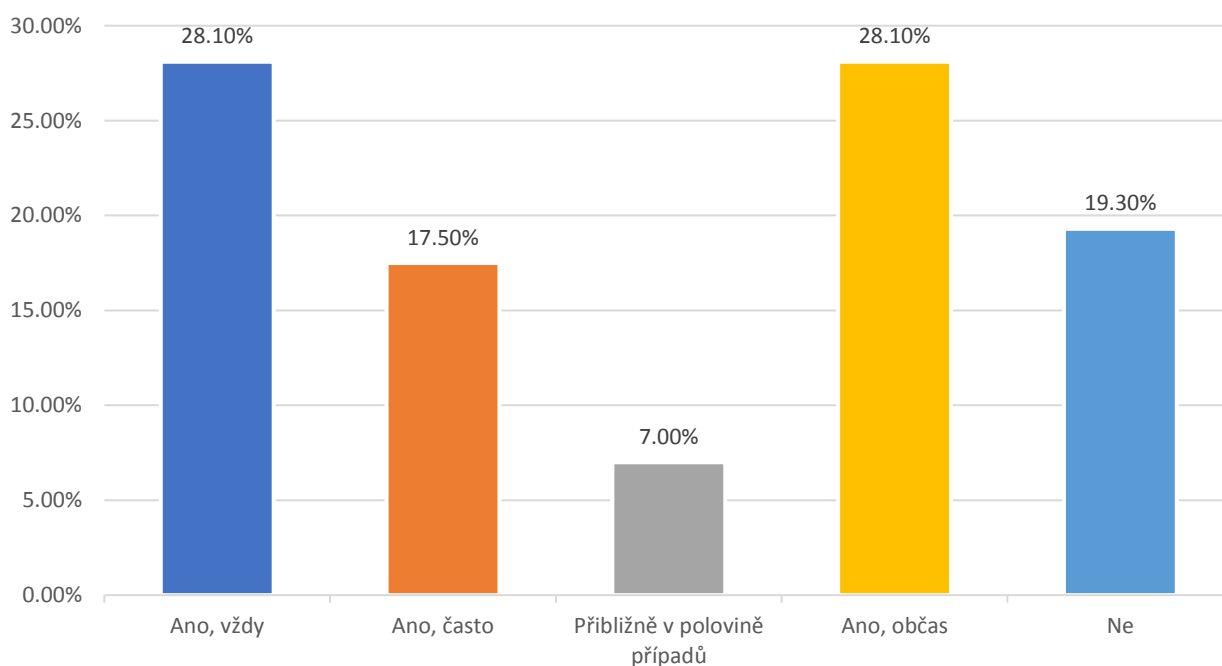
Kontrola binokulárního vizu po aplikaci kontaktních čoček je důležitým krokem. 93 % dotazovaných optometristů binokulární vizus kontroluje po každé aplikaci, 3,5 % často, 1,8 % přibližně v polovině případů a 1,8 % alespoň občas.

Otázka 12.: Zjišťujete zbytkový sférický refrakční deficit s aplikovanými kontaktními čočkami?



Graf 12: Rozložení odpovědí k otázce 12

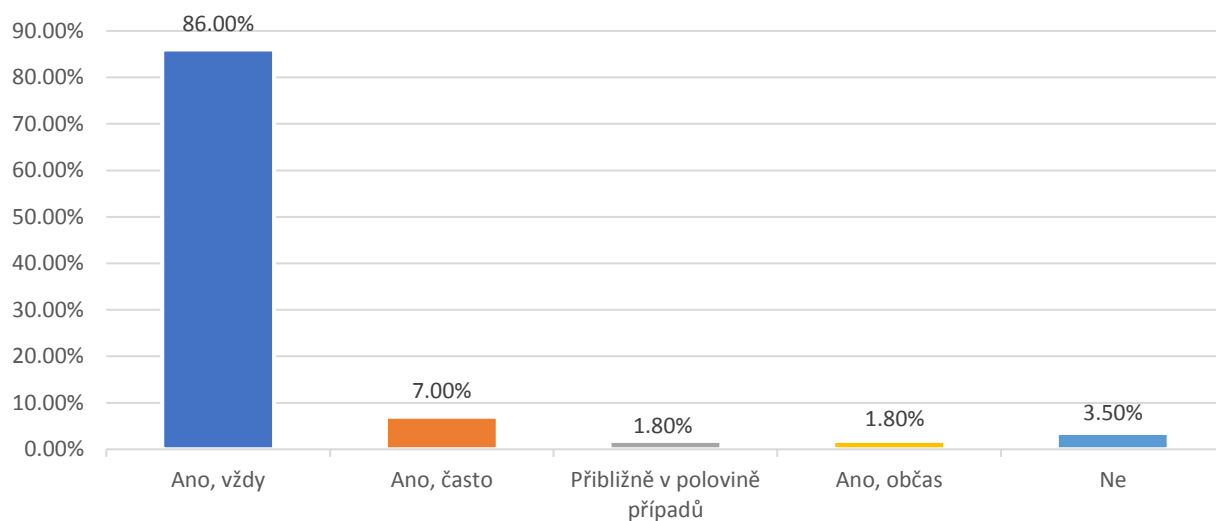
Otázka 13.: Zjišťujete zbytkový astigmatismus s aplikovanými kontaktními čočkami?



Graf 13: Rozložení odpovědí k otázce 13

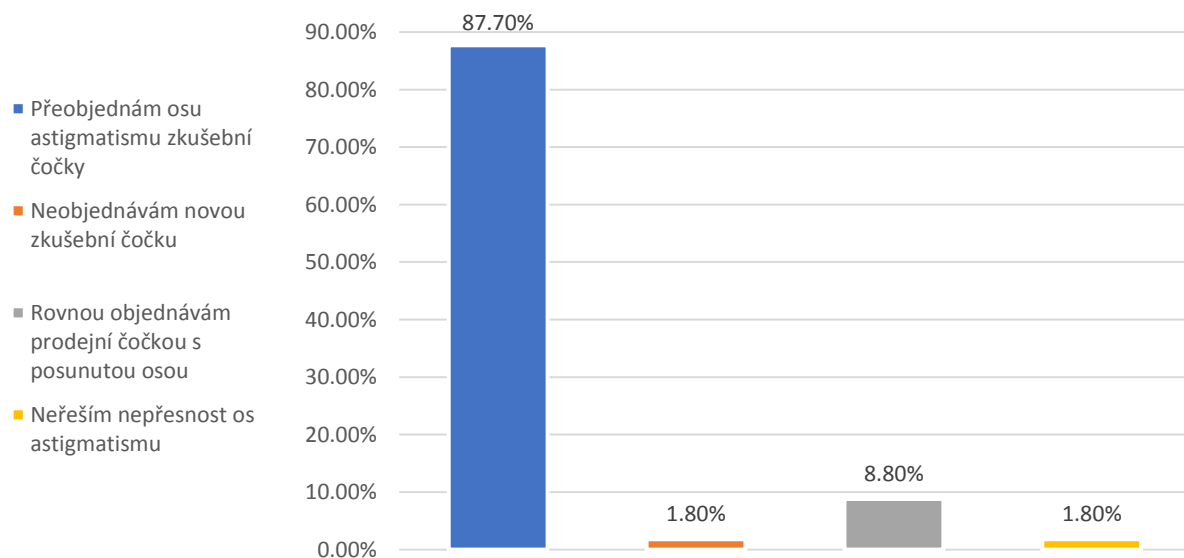
Zbytková refrakční vada může způsobit zhoršení ostrosti vidění. Kontrolu sférického deficitu provádí vždy nebo často celkem 78,9 % dotázaných. U zbytkového astigmatismu kontrolu provádí v každém případě pouze 28,10 % a často tuto kontrolu provádí 17,5 % dotazovaných.

Otázka 14.: Zjišťujete pozici pomocných značek u torických čoček, a tím přesnost osy astigmatické korekce?



Graf 14: Rozložení odpovědí k otázce 14

Otázka 15.: Jak nejčastěji řešíte nepřesnou pozici značek u torických kontaktních čoček?

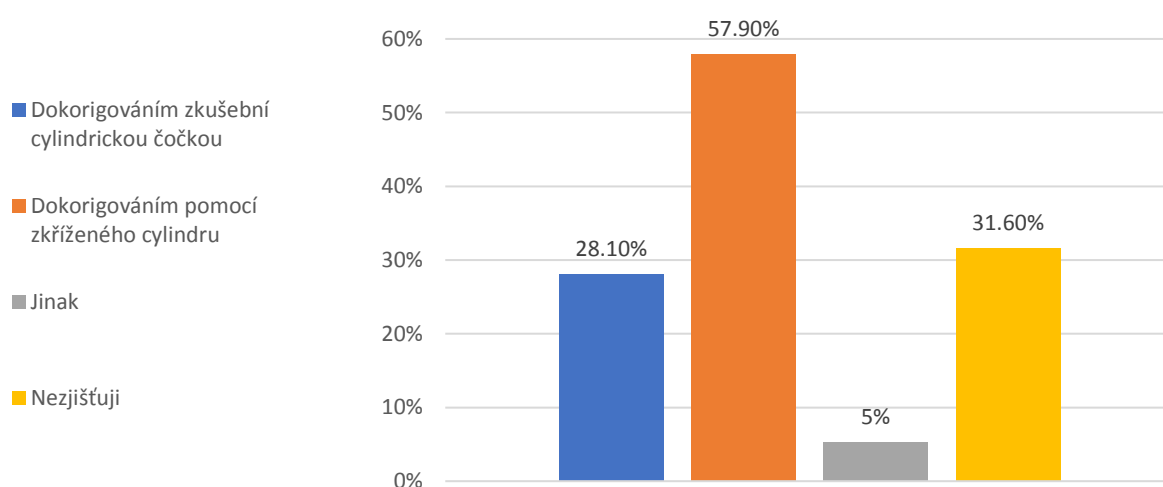


Graf 15: Rozložení odpovědí k otázce 15

Pozice pomocných značek označuje účinek hlavních meridiánů kontaktní čočky. Pokud je kontaktní čočka zrotována vzniká nový indukovaný astigmatismus v jiné poloze a o jiné velikosti (9). V praxi kontrolu polohy orientačních značek osy astigmatismu provádí 86 % respondentů. Velmi překvapující je, že dva z respondentů kontrolu nikdy neprovádí – neřeší nepřesnost os astigmatismu. Může to být způsobeno nedbalostí nebo neznalostí. Další možností tohoto výsledku je skepse k fungování torických kontaktních čoček, která je zakořeněna v počátku jejich vývoje.

Pokud má orientační značka nepřesnou pozici, v ideálním případě se objedná nová zkušební kontaktní čočka s posunutým účinkem a provede se další kontrola. Tímto způsobem nepřesnou pozici značek řeší 87,7 % respondentů. Jde však o individuální přístup ke každému klientovi a jeho potřebám. Pokud je klient netrpělivý lze objednat kontaktní čočku finální s posunutou osou. Takto postupuje 8,8 % dotazovaných.

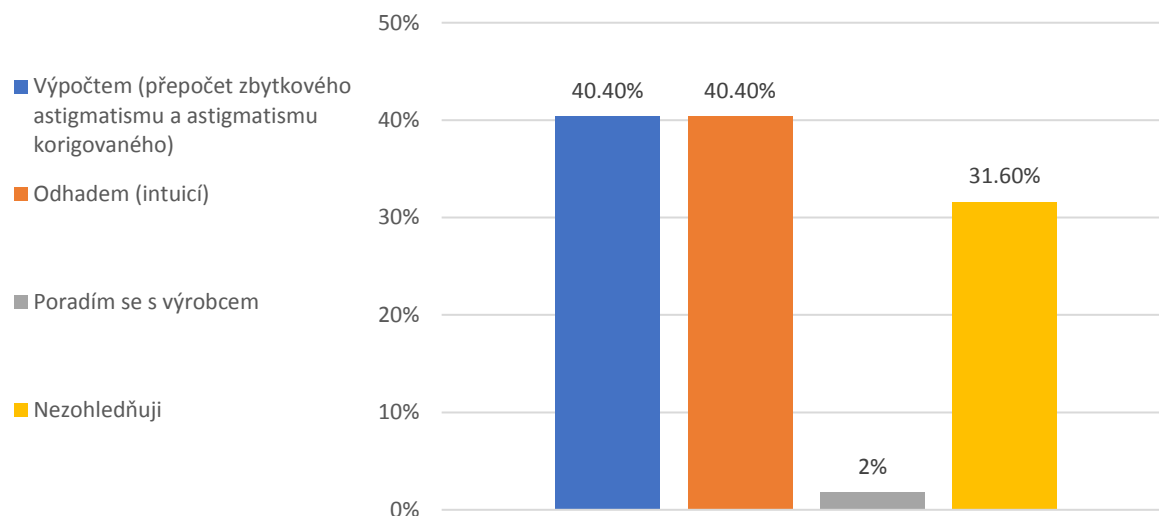
Otázka 16.: Jak zjišťujete zbytkový astigmatismus s aplikovanými čočkami (pokud jsou pozice pomocných značek osy cylindru v přesné pozici)?



Graf 16: Rozložení odpovědí k otázce 16

Kontrola zbytkového astigmatismu probíhá monokulárně dokorigováním zkušební cylindrickou čočkou za použití zamlžovací metody, kterou ve své praxi volí 28,1 % dotázaných respondentů. Další a přesnější metodou je použití Jacksonova zkříženého cylindru. Tuto metodu volí 57,9 % respondentů. Dokorigování astigmatismu je obtížné a relativně nepřesné. Stejně jako to dělají tři z respondentů, kteří zvolili možnost "Jinak", lze pro detekci zbytkové refrakční vady použít, alespoň orientačně, autorefraktometr.

Otázka 17.: Jak zohledňujete zjištěný zbytkový astigmatismus u aplikované kontaktní čočky?

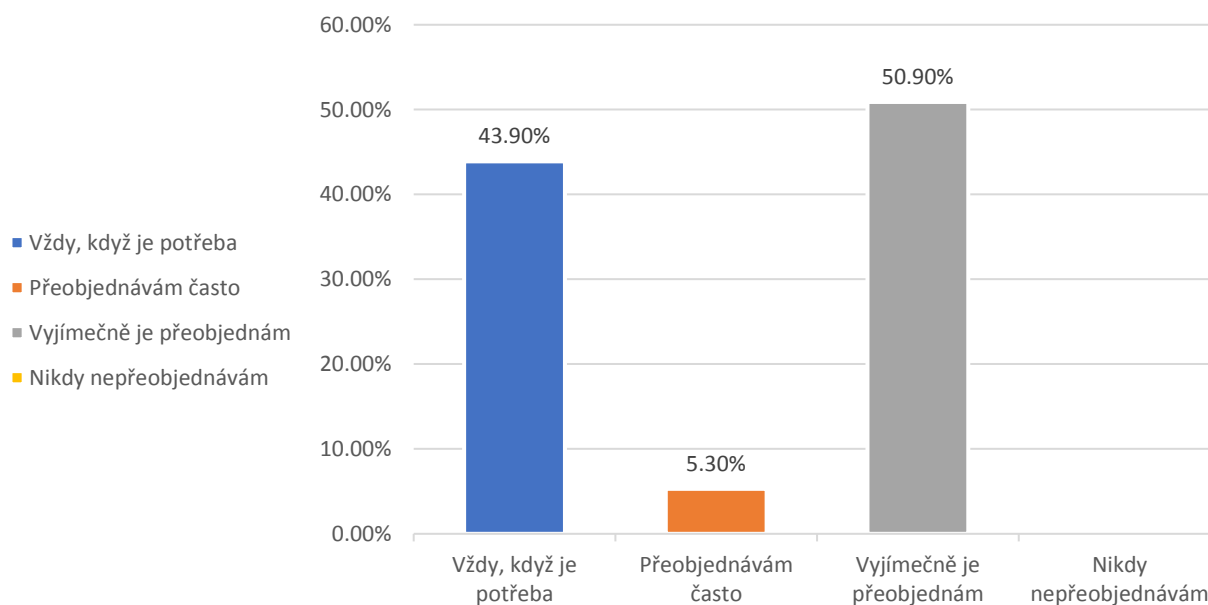


Graf 17: Rozložení odpovědí k otázce 17

40,4 % respondentů zohledňuje zjištěnou zbytkovou astigmatickou vadu u aplikované kontaktní čočky přepočtem zbytkového astigmatismu a astigmatismu korigovaného. Stejně množství oslovených optometristů se řídí intuicí.

31,6 % dotazovaných se zbytkovou astigmatickou vadou nezabývá.

Otázka 18.: Jak často přeobjednáváte velikost cylindrické hodnoty u kontaktních čoček?



Graf 18: Rozložení odpovědí k otázce 18

Cylindrická hodnota astigmatické kontaktní čočky nevyhovuje jen velmi zřídka. Proto 50,9 % oslovených optometristů přeobjednává jejich hodnotu jen výjimečně. 43,9 % zvolilo odpověď „Vždy, když je potřeba“, která neurčuje četnost nevyhovujících cylindrických hodnot kontaktních čoček.

V otázce číslo devatenáct jsem se respondentů dotazovala na jejich profesi. Všechny 57 dotazovaných vykonává optometristickou praxi. Vzorek se skládá jak z optometristů, kteří jsou v oboru méně jak dva roky, tak z optometristů s mnoholetou praxí.

## Diskuse

Prvním předpokladem bylo, že se v běžné optometrické praxi používají především měkké kontaktní čočky. 100 % respondentů uvedlo, že ke korekci refrakčních vad používají kontaktní čočky silikonhydrogelové a 84,2 % kontaktní čočky hydrogelové. Oba tyto typy se řadí mezi měkké kontaktní čočky. Naopak pevné RGP čočky nezvolil žádný z optometrů. První předpoklad byl na základě dotazníkového šetření splněn.

Vzhledem k výrobním rozsahům a odpovědím z předvýzkumu druhým předpokladem bylo, že se astigmatismus pomocí kontaktních čoček koriguje od hodnoty 0,75 D. Tuto odpověď zvolilo 85,7 % respondentů. 8,9 % zvolilo, že astigmatickou vadu korigují již od hodnoty 0,5 D. U každého pacienta je toto individuální.

Třetím a posledním předpokladem bylo, že po aplikaci kontaktních čoček optometristé kontrolují zbytkový refrakční deficit. Toto byl můj osobní předpoklad a byla jsem překvapena již ve fázi předvýzkumu. Sférický deficit v rámci předvýzkumu kontroluje vždy nebo často 80 % z dotázaných a zbytkový astigmatismus kontroluje 50 % z nich. Zbytkový sférický refrakční deficit v širší odborné veřejnosti po aplikaci kontaktních čoček v každém případě kontroluje 59,6 % respondentů a zbytkový astigmatismus dokonce jen 28,1 %. Třetí předpoklad splněn nebyl.

Na výsledcích dotazníku se podíleli jak optometristé s dlouholetou praxí, tak i čerství absolventi. Někteří se v závěru dotazníkového šetření zmínili o nedostatku zkušeností s aplikací torických kontaktních čoček a s dokorigováním zbytkového astigmatismu. Úkolem optometristy je zlepšit (nebo alespoň nezhoršit) vizus klienta. Po aplikaci zjišťuje binokulární vizus v každém případě 93 % dotázaných optometrů a tím kontrolují, zda plní správně svůj úkol.



## Závěr

V práci je popsán astigmatismus, asférická refrakční vada, která se vyznačuje rozdílnou optickou mohutností v různých meridiánech oka. Dále je popsána jeho klasifikace podle příčiny vzniku, podle místa vzniku, podle orientace dvou hlavních meridiánů a podle polohy sítnicových obrazů. Je popsána jeho korekce pomocí brýlí, kontaktních čoček a refrakční chirurgie.

Dále jsou v práci popsány kontaktní čočky. Tato malá optická pomůcka umístěná přímo na rohovku je klasifikována podle různých kritérií – podle materiálu, ze kterého je vyrobena, jejího designu, podle účelu použití, režimu nošení a intervalu výměn. Dále jsou shrnuty základní výhody a nevýhody jejich nošení. Bakalářská práce se zabývá morfologií rohovky, parametry kontaktní čočky a metodami, které se v kontaktologické praxi využívají k výběru kontaktních čoček s odpovídajícími parametry rohovce. Keratometrie je metodou v praxi nejpoužívanější, topografie je ale mnohem přesnější. Nakonec je popsán zbytkový astigmatismus a jsou shrnuty vlivy, které přispívají jeho vzniku.

V praktické části je popsán postup měření zbytkového astigmatismu a zhodnocen sociologický kvantitativní výzkum provedený pomocí elektronického dotazníku. Výzkum reprezentuje vzorek optometristů v mém dosahu. Na základě odpovědí dotazníku se ukázalo, že ne všichni optometristé mají dostatek zkušeností ke správné korekci astigmatismu pomocí kontaktních čoček. Někteří z nich jsou naopak omezeni vybavením, které mají k dispozici. Jedna třetina optometristů reprezentována vzorkem respondentů dotazníkového šetření se nezabývá měřením zbytkového astigmatismu po aplikaci kontaktních čoček. Z dotazníkového šetření ale také vyplývá, že více než dvě třetiny optometristů se kontrolou astigmatického deficitu zabývají.

## Zdroje

- [1] ANTON Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7011-402-x.
- [2] WOLTSCHKE N., WERKL P., POSCH-PERTL L., ARDJOMAND L., FRINGS A. *Astigmatismus. Der Ophthalmologe* [online]. 2019, **116** (3), 293-304 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1007/s00347-019-0865-7. ISSN 0941-293X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00347-019-0865-7>
- [3] Astigmatism | *Origin and meaning of astigmatism by Online Etymology Dictionary*. Online Etymology Dictionary | Origin, history and meaning of English words [online]. Copyright © 2001 [cit. 08.8.2019]. Dostupné z: [https://www.etymonline.com/word/astigmatism#etymonline\\_v\\_17987](https://www.etymonline.com/word/astigmatism#etymonline_v_17987)
- [4] 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 80-7011-301-5.
- [5] ROZSÍVAL Pavel. *Oční lékařství*. Druhé, přepracované vydání. Praha: Galén, [2017]. ISBN 978-80-7492-316-6.
- [6] BENJAMIN William J., BORISH Irvin M. *Borish's clinical refraction*. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006. ISBN 0750675241.
- [7] BAŠTECKÝ Richard, *Praktická brýlová optika*, Praha: R+H optik, 1997
- [8] RUTRLE Miloš. *Brýlová optika*. 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text pro střední zdravotnické školy. ISBN 80-7011-145-4.
- [9] EVANS Bruce, PICKWELL David. *Pickwell's binocular vision anomalies*. 5th ed. New York: Elsevier Butterworth Heinemann, c2007. ISBN 978-0-7506-8897-0.
- [10] WU Rengmao, FENG Zenix, ZHENG Zhenrong, LIANG Rongguang, BENÍTEZ Pablo, MINANO Juan, DUERR Fabian. *Design of Freeform Illumination Optics. Laser and Photonics reviews*. 2018, (Volume 12, 7), 18. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/lpor.201700310>
- [11] PETROVÁ Sylvie, MAŠKOVÁ Zdeňka, JUREČKA Tomáš. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7011-470-2.

- [12] MICHÁLEK Jiří, CHMELÍKOVÁ Dana, CHÍLKOVÁ Eva, PODŠVA Jiří, DUŠKOVÁ Miroslava. *Historie měkkých kontaktních čoček aneb jak to bylo doopravdy*; Chemické Listy 112, Ústav makromolekulární chemie AV ČR, Praha 6, 2018; Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3025/3014>
- [13] EFRON Nathan, ed. *Contact lens practice*. Third edition. Edinburgh: Elsevier, 2018. ISBN 978-0-7020-6660-3.
- [14] HOLDEN Brien A. *The Principles and Practice of Correcting Astigmatism with soft Contact Lenses. Clinical and Experimental Optometry* [online]. 1975, **58**(8), 279-299 [cit. 2019-12-05]. DOI: 8.1212/j.1444-0938.1975.tb01830.x. ISSN 08164622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/8.1212/j.1444-0938.1975.tb01830.x>
- [15] VEYS Jane, MEYLER John, DAVIES Ian. *Essential Contact Lens Practice*; The Vision care institutu of Jonson&Johnson Medical Ltd 2009
- [16] HEISSIGEROVÁ Jarmila. *Oftalmologie: pro pregraduální i postgraduální přípravu*. Praha: Maxdorf, [2018]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-580-4.
- [17] KIRK Raymond E., OTHMER Donald F., KROSCSWITZ Jacqueline I., Mary HOWE-GRANT. *Encyclopedia of chemical technology*. 4th ed. New York: Wiley, 1998. ISBN 047152669X.
- [18] MANNIS Mark J. *Contact lenses in ophthalmic practice*. New York: Springer, c2003. ISBN 0-387-40400-7.
- [19] KRAUS Hanuš. *Kompndium očního lékařství*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [20] KUCHYNKA Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [21] YOUNG Graeme, SULLEY Anna, HUNT,Chris. *Prevalence of Astigmatism in Relation to Soft Contact Lens Fitting. Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice* [online]. 2012, **37**(1), 20-25 [cit. 2019-12-05]. DOI: 8.897/ICL.0b011e3182048fb9. ISSN 1542-2321. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00140068-2018800-00006>
- [22] BENNETT Edward, WEISSMAN Barry. *Clinical contact lens practice*. Philadelphia: Lippincott, 2005. ISBN 978-0-7817-3705-0.
- [23] KOLARČÍK Lukáš, DEDEK Václav, PTÁČEK Michal. *Příručka pro sestry v oftalmologii*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5458-1.

[24] PATEL N., EDMONDSON L., EDMONDSON W. *Masking cylinder with aspheric soft lenses*. C L Spectrum 2004;19(7):42-45. Dostupné z:

<https://www.clspectrum.com/issues/2004/july-2004/masking-cylinder-with-aspheric-soft-lenses>

[25] PHILLIPS Anthony, SPEEDWELL Lynne., *Contact lenses*, 6th ed.; Poland: Elsevier Inc., 2019. ISBN 978-0-7020-7168-3

## Seznam zkratek

JZC – Jacksonův zkřížený cylindr

D – dioptrie

ARK – autorefraktometer

Sph – sféra

RGP – rigid gas permeable (plynopropustné kontaktní čočky)

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení astigmatismu s ohledem na refrakční vadu [6] ..... 3

Obrázek 2: Značení polohy osy měkkých astigmatických čoček ..... 7

Dostupné z:

[https://www.opticaltraining.com/html/continuing\\_ed/wbt/NCLE/Advanced\\_Techniques/page\\_seven.html](https://www.opticaltraining.com/html/continuing_ed/wbt/NCLE/Advanced_Techniques/page_seven.html)

Obrázek 3: Arteficiální torická čočka ..... 8

Dostupné z: <http://www.spiritmedical.cz/cs/ocni-chirurgie/kataraktova-chirurgie/nitroocni-cocky/envista-toric.html>

Obrázek 4: Klasifikace kontaktních čoček podle materiálu podrobněji (Michálek, 2018) [12] ... 11

Obrázek 5: Obrazy promítané na rohovku Javal-Schiötzovým keratometrem ..... 17

Dostupné z: [https://www.doctor-hill.com/iol-main/toric\\_keratometry.htm](https://www.doctor-hill.com/iol-main/toric_keratometry.htm)

Obrázek 6: Topografická mapa rohovky – pravidelný astigmatismus podle pravidla ..... 18

Dostupné z: <https://www.optikskrbkova.cz/uzitecne-informace/ocni-vady/astigmatismus>

Obrázek 7: Pterigium s aplikovanou kontaktní čočkou ..... 23

Dostupné z: [http://netherlens.com/november\\_2016](http://netherlens.com/november_2016)

## Příloha A – Dotazník

Vážení respondenti,

chtěla bych Vás požádat o vyplnění následujícího dotazníku k mé bakalářské práci na téma "Vyšetření zbytkového astigmatismu po aplikaci kontaktních čoček v praxi". Cílem dotazníku je získat přehled o metodách, s tímto tématem spojenými. Prosím, abyste odpovídali co nejupřímněji a nejpresněji, a tím podpořili relevantnost výzkumu. U některých otázek je možné zvolit více než jednu odpověď.

Dotazník je určen optometristům a oftalmologům zabývajícím se kontaktologií. Dotazník je anonymní.

- 1) Jaké kontaktní čočky aplikujete?
  - a) Hydrogelové
  - b) Silikonhydrogelové
  - c) RGP
  - d) Hybridní
  
- 2) Jaké sférické měkké kontaktní čočky (hydrogelové a silikonhydrogelové) podle doby plánované výměny aplikujete?
  - a) Jednodenní
  - b) Čtrnáctidenní
  - c) Měsíční
  - d) Kvartální
  - e) Konvenční
  
- 3) Jaké torické měkké kontaktní čočky (hydrogelové a silikonhydrogelové) podle doby plánované výměny aplikujete?
  - a) Jednodenní
  - b) Čtrnáctidenní
  - c) Měsíční
  - d) Kvartální
  - e) Konvenční

- 4) Od jakých hodnot cylindru korigujete astigmatismus torickými kontaktními čočkami?
- a) 0,25
  - b) 0,50
  - c) 0,75
  - d) 1,00
  - e) 1,25
  - f) 1,50
  - g) 1,75 nebo více
- 5) Podle jakého klíče objednávejte parametry torických kontaktních čoček?
- a) Používám sférickou přepočtovou tabulku
  - b) Používám tabulku pro přepočet torických čoček
  - c) Přepočítávám hlavní řezy korekce
  - d) Používám software poskytovaný výrobcem
  - e) Objednávám stejné hodnoty jako u brýlové korekce
- 6) Používáte speciální kontaktní čočky (multifokální torické, "polovýrobní" a výrobní torické)?
- a) Vždy, když je potřeba
  - b) Objednávám je často
  - c) Objednávám je výjimečně
  - d) Nikdy
- 7) Jaké speciální kontaktní čočky objednávejte?
- a) Multifokální torické měkké
  - b) Polovýrobní a výrobní torické
  - c) RGP torické
  - d) Hybridní torické čočky
  - e) Jiné speciální (prosím doplňte)
  - f) Neobjednávám

- 8) Zohledňujete v některých případech při objednávce torických kontaktních čoček fakt, že již při subjektivní refrakci dojde k podkorigování astigmatismu?
- a) Ano
  - b) Ne
- 9) Dokorigujete v některých případech zbytkový astigmatismus u klientů, kteří používají kontaktní čočky z důvodu aniseikonie, brýlovými čočkami?
- a) Ano
  - b) Ne
  - c) S touto situací jsem se nesetkal/a
- 10) Zjišťujete monokulární vizus s aplikovanými jednoohniskovými kontaktními čočkami?
- a) Ano, vždy
  - b) Ano, často
  - c) Přibližně v polovině případů
  - d) Ano, občas
  - e) Ne
- 11) Zjišťujete binokulární vizus s aplikovanými kontaktními čočkami?
- a) Ano, vždy
  - b) Ano, často
  - c) Přibližně v polovině případů
  - d) Ano, občas
  - e) Ne
- 12) Zjišťujete zbytkový sférický refrakční deficit s aplikovanými kontaktními čočkami?
- a) Ano, vždy
  - b) Ano, často
  - c) Přibližně v polovině případů
  - d) Ano, občas
  - e) Ne

- 13) Zjišťujete zbytkový astigmatismus s aplikovanými kontaktními čočkami?
- a) Ano, vždy
  - b) Ano, často
  - c) Přibližně v polovině případů
  - d) Ano, občas
  - e) Ne
- 14) Zjišťujete pozici pomocných značek u torických čoček, a tím přesnost osy astigmatické korekce?
- a) Ano, vždy
  - b) Ano, občas
  - c) Přibližně v polovině případů
  - d) Ano, občas
  - e) Ne
- 15) Jak nejčastěji řešíte nepřesnou pozici značek u torických kontaktních čoček?
- a) Přeobjednám osu astigmatismu zkušební čočky
  - b) Neobjednávám novou zkušební čočku
  - c) Rovnou objednáвам prodejní čočku s posunutou osou
  - d) Neřeším nepřesnost os astigmatismu
- 16) Jak zjišťujete zbytkový astigmatismus s aplikovanými čočkami (pokud jsou pozice pomocných značek osy cylindru v přesné pozici)?
- a) Dokorigováním zkušební cylindrickou čočkou
  - b) Dokorigováním pomocí zkříženého cylindru
  - c) Jinak (prosím doplňte)
  - d) Nezjišťuji
- 17) Jak zohledňujete zjištěný zbytkový astigmatismus u aplikované kontaktní čočky?
- a) Výpočtem (přepočet zbytkového astigmatismu a astigmatismu korigovaného)
  - b) Odhadem (intuicí)
  - c) Poradím se s výrobcem
  - d) Nezohledňuji



18) Jak často přebjdnáváte velikost cylindrické hodnoty u kontaktních čoček?

- a) Vždy, když je potřeba
- b) Přebjdnávám často
- c) Výjimečně je přebjdnávám
- d) Nikdy nepřebjdnávám

19) Jaká je Vaše profese?

- a) Oftalmolog
- b) Optometrista
- c) Jiné...

20) Kolik let se věnujete aplikaci kontaktních čoček?

- a) 1-2 roky
- b) 3-5 let
- c) 6-10 let
- d) 11 a více let

21) Na konec bych Vás požádala o komentáře k tématu a samotnému dotazníku. Moc děkuji za vyplnění a Váš čas.

(otevřená otázka)