



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra přírodovědných oborů

Zraková ostrost na blízko po implantaci monofokální nitrooční čočky

**The uncorrected near visual acuity after monofocal intraocular lens
implantation**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika
Studijní obor Optika a optometrie

Vedoucí práce doc. MUDr. Ján Lešták, CSc. MBA

Lenka Řezníková

Kladno 2018

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2017/2018

Zadání bakalářské práce

Student: **Lenka Řezníková**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Zraková ostrost na blízko po implantaci monofokální nitrooční čočky**
Téma anglicky: The uncorrected near visual acuity after monofocal intraocular lens implantation

Zásady pro vypracování:

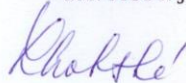
Cílem práce je u pacientů po operaci katarakty, kterým byla implantována monofokální nitrooční čočka, zjistit zrakovou ostrost do blízka v horizontálním a vertikálním postavení oka. Výsledky pak porovnat s již naměřenými hodnotami keratometrie, hloubky přední komory a délky bulbu.

Seznam odborné literatury:

- [1] KUCHYŇKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8
- [2] NANAVATY, M.A., VASAVADA, A.R., PATEL, A.S., RAJ, S.M., DESAI, T.H., Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation, Journal of Cataract & Refractive Surgery, ročník 32, číslo 7, 2006, 1091-1097 s.
- [3] NIHALANI, B.R., VANDERVEEN, D.K., Uncorrected visual acuity in children with monofocal pseudophakia, Journal of Cataract & Refractive Surgery, ročník 39, číslo 3, 2013, 419-424 s.
- [4] LEŠTÁK, J., PITROVÁ, Š., FŮS, M., ŽÁKOVÁ, M., Nekorigovaná zraková ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL, Ces. a slov. Oftal., ročník 73, číslo 1, 2017, 127-133 s.

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: doc. MUDr. Ján Lešták, CSc. MBA



vedoucí katedry / pracoviště



děkan

V Kladně dne 19.02.2018

Název bakalářské práce: Zraková ostrost na blízko po implantaci monofokální nitrooční čočky

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá tématem zrakové ostrosti na blízko po implantaci monofokální nitrooční čočky.

Teoretická část je rozdělena do čtyř kapitol, první z nich se věnuje problematice akomodace. Další část je zaměřena na implantaci nitroočních čoček, možnosti implantace a typy nitroočních čoček a třetí část je věnována samotné teorii pseudoakomodace. Ve čtvrté části je rozvinuto téma zrakové ostrosti, primárně zrakové ostrosti do blízka.

Praktická část se zabývá zrakovou ostroší do blízka v horizontálním a vertikálním postavení očí. Tyto hodnoty jsou porovnány, a je zjištěna jejich statistická významnost. Výsledky jsou dány do souvislosti s předem naměřenými hodnotami keratometrie rohovky, hloubky přední komory a axiální délky oka.

Klíčová slova:

Zraková ostrost na blízko, implantace, monofokální nitrooční čočka, pseudoakomodace

Bachelor's Thesis title: The uncorrected near visual acuity after monofocal intraocular lens implantation

Abstract:

This bachelor's thesis deals with the topic of uncorrected near visual acuity after monofocal intraocular lens implantation.

The theoretical part is divided into four chapters, the first one is about the accommodation. The next part is focused on intraocular lens implantation, as well as on types of intraocular lenses. The third part is devoted to pseudoaccommodation itself. In the fourth part is developed the topic of visual acuity with a special focus on near visual acuity.

The experimental part of this work deals with near visual acuity in the horizontal and vertical position of the eyes. These values are compared and their statistical significance is determined. The results are related to pre-measured values of corneal keratometry, depth of the anterior chamber and axial length of the eye.

Key words:

Near visual acuity, implantation, monofocal intraocular lens, pseudoaccommodation

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce doc. MUDr. Jánů Leštákovi, CSc, MSc, MBA, LLA, DBA, FEBO, FAOG za cenné rady, připomínky a pomoc během vytváření práce, a dále také za významné publikace a údaje, které mi poskytl. Také bych ráda poděkovala paní doc. Ing. Marii Pospíšilové CSc., která mi poskytla pomoc při statistickém zpracování výsledků.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Zraková ostrost do blízka po implantaci monofokální nitrooční čočky“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V Kladně dne

.....

Lenka Řezníková

Obsah

1	Úvod	1
2	Akomodace	3
2.1	Teorie akomodace	3
2.1.1	Helmholtzova teorie	3
2.1.2	Tcherningova a Schacharova teorie.....	4
2.1.3	Colemanova teorie	5
2.2	Akomodace fyzikální a fyziologická	5
2.3	Složky akomodace	5
2.4	Poruchy akomodace	6
2.5	Akomodace a konvergence	9
3	Implantace umělé nitrooční čočky.....	10
3.1	Indikace k implantaci nitrooční čočky.....	11
3.1.1	Myopie.....	11
3.1.2	Hypermetropie	11
3.1.3	Astigmatismus	11
3.1.4	Afakie	12
3.1.5	Presbyopie	12
3.1.6	Katarakta.....	12
3.2	Typy nitroočních čoček	13
3.2.1	Monofokální nitrooční čočka	13
3.2.2	Multifokální nitrooční čočka	13
4	Pseudoakomodace	15
4.1	Pseudoakomodace po implantaci nitrooční čočky.....	15
4.2	Možné faktory ovlivňující zrakovou ostrost do blízka po implantaci monofokální nitrooční čočky	15

4.2.1	Optická mohutnost rohovky	16
4.2.2	Hloubka přední komory	16
4.2.3	Axiální délka bulbu	17
5	Zraková ostrost	18
5.1	Optotypy	18
5.2	Zraková ostrost do blízka	19
5.2.1	Jägerovy tabulky	20
6	Praktická část	21
6.1	Metodika práce	21
6.2	Stanovení hypotéz	21
6.3	Vlastní soubor	22
6.3.1	Zraková ostrost do blízka ve dvou pohledových směrech	23
6.3.2	Hodnocené parametry	25
6.3.3	Statistické zpracování	28
7	Diskuze	32
8	Závěr	34
	Seznam použité literatury	35
	Seznam symbolů a zkratk	39
	Seznam obrázků	40
	Seznam tabulek	41

1 Úvod

Zrak je jeden z nejdůležitějších smyslů člověka, který je zprostředkován párovým orgánem, očima, díky nim lze vnímat zrakový vjem. Oči jsou schopny rozlišit barvy, jas světla, dokáží se adaptovat na různou intenzitu světla apod.

Pro správnou funkci lidské oční čočky jsou důležité dva parametry, a to elasticita a transparentnost.

Díky elasticitě oční čočky je možné zaostřovat na různě vzdálené předměty. Tento mechanismus se nazývá akomodace. Akomodace je tedy dynamický proces, který je způsoben vyklenováním přední plochy oční čočky. Elasticita oční čočky klesá již od narození, kolem 40. roku člověka dochází k částečné ztrátě elasticity, kolem 70. roku života k její úplné ztrátě.

Transparentnost oční čočky je ovlivněna stárnutím, kdy se ve většině případů mění fyziologie očních struktur. Při stárnutí oční čočky dochází k jejímu zakalení, a to částečnému nebo později úplnému. Pokud tedy dojde k jakémukoliv zakalení, mluvíme o šedém zákalu (kataraktě).

Šedý zákal je v dnešní době možno chirurgicky odstranit bez větších problémů. Po extrakci zakalené oční čočky je do oka implantována umělá nitrooční čočka, která má předem vypočítanou dioptrickou hodnotu. Pokud se vyjme fyziologická oční čočka a je nahrazena umělou, ztrácí se schopnost akomodace.

Po operaci šedého zákalu s následnou implantací monofokální nitrooční čočky je hlavním cílem nekorigovaná zraková ostrost do dálky. To znamená, že oko se stává emetropickým, jeho daleký bod se nachází v nekonečnu, ale pro pohled do blízka jsou nutné brýle.

Po implantaci monofokální nitrooční čočky se u některých pacientů vyskytuje k dobré zrakové ostrosti do dálky, také dobrá zraková ostrost do blízka. Tento fenomén se nazývá pseudoakomodace. Je to stav, který akomodaci pomáhá nebo ji imituje.

V teoretické části této práce se zaměříme na popis procesu akomodace. V další části se budeme věnovat implantacím nitroočních čoček, indikacemi k operaci apod. V třetí části se zaměříme na pseudoakomodaci, která je přítomna právě po výměně oční čočky za umělou. V poslední teoretické části popíšeme zrakovou ostrost do blízka.

Praktická část bude zaměřena na pacienty, kterým po operaci katarakty byla implantována monofokální nitrooční čočka.

Cílem práce je zjistit u těchto pacientů zrakovou ostrost do blízka v horizontálním a vertikálním postavení oka. Výsledky poté porovnat s již naměřenými hodnotami keratometrie, hloubky přední komory a délky bulbu oka, a zjistit, zda můžeme mezi některými hodnotami najít určitou významnost.

2 Akomodace

Akomodace oční čočky je dynamický proces iniciovaný rozostřeným obrazem na sítnici. Čočka je schopna zaostřit na různě vzdálené předměty změnou optické mohutnosti refrakčního systému. Pokud se emetropické oko dívá na vzdálený předmět, obraz leží na sítnici. Jeho vzdálený bod, nejvzdálenější bod, který vidí ostře, se nachází v nekonečnu. Pokud má být zobrazen na sítnici blízký předmět, je třeba zvýšit činnost oční čočky. Tohoto zvýšení je dosaženo změnou tvaru oční čočky, díky kontrakci ciliárního svalu. Blízký bod je nejbližším možným bodem, který oko ještě vidí ostře. Rozsah od dalekého k blízkému bodu nazýváme akomodační šíře [1, 2, 3, 4]

Akomodace je automatickým reflexem, může být však i ovladatelný vůlí. Nejvíce ji ovlivňuje schopnost oční čočky měnit svůj tvar a síla ciliárního svalu. [4]

Rozsah akomodace je největší při narození a to cca 30 D, s věkem se tato schopnost snižuje, až dochází po 65 roce věku k téměř nulové akomodaci. [4]

2.1 Teorie akomodace

Proces akomodace není dodnes přesně vysvětlen. Existuje mnoho teorií, nyní se zaměříme na tři nejznámější: [5]

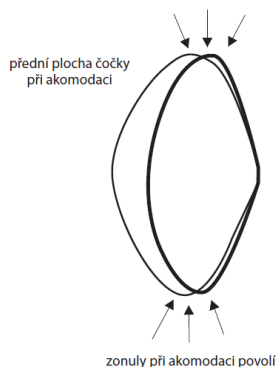
2.1.1 Helmholtzova teorie

Helmholtzova teorie, nazývána také kapsulární, je úplně původní teorií akomodace. Jeho tvrzení je takové, že při akomodaci dochází ke zmenšení ciliárního svalu kontrakcí, a současně k uvolnění napětí zonulárních vláken, které jsou mezi ekvátorem oční čočky a ciliárním svalem. Tímto dojde k vyklenutí a zvýšení dioptrické síly oční čočky. (viz. **Obrázek 2.1**) [1, 5]

Při pohledu do dálky se oko uvolní, přestane akomodovat, a tím se již uvolněný ciliární sval vrátí na své místo, naopak napětí zonulárních vláken je větší, a tím drží čočku v původním plochém tvaru. [1]

Dle Helmholtze se během akomodace rozšiřuje přední i zadní plocha oční čočky, což je umožněno elasticitou jejího pouzdra. Finchem však prokázal teorii, že se vyklenuje pouze přední plocha oční čočky. Způsobeno to bylo rozdílnou tloušťkou pouzdra oční čočky

v různých částech. V zadní části bylo pouzdro velmi tuhé, proto nedocházelo k vyklenutí, naopak v přední části čočky bylo pouzdro velmi tenké, proto elastické a docházelo k vyklenutí. [1]

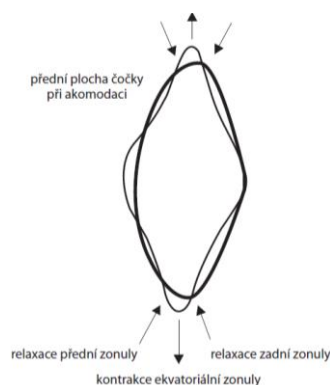


Obrázek 2.1 Princip Helmholtzovy teorie akomodace [1]

2.1.2 Tcherningova a Schacharova teorie

Původní Tcherningova teorie byla opačná k Helmholtzově. Při kontrakci neboli stahu ciliárního svalu a zároveň při zvýšeném napětí závěsného aparátu čočky, dochází ke změně tloušťky a tvaru oční čočky, díky smrštění ciliárního svalu, kdy se posune směrem ke sklěře a kořeni duhovky. Tento rozdílný mechanismus je dán jiným anatomickým postavením úponů ciliárních vláken. Následkem je elongace v části ekvátoru čočky (zonulární vlákna se smrští), a zvětší se předozadní průměr čočky hlavně v centru, na periferii je čočka tenčí. (viz. **Obrázek 2.2**) [1, 5]

Kolem roku 1993 se na Tcherningovu teorii znovu zaměřil Schachar, který však nebral v úvahu činnost sklivce. Rozdílem Schacharovy teorie od Helmholtzovy bylo to, že počítá s aktivní souhrou ciliárního svalu a závěsného aparátu, a také že ekvátor se přibližuje ke sklěře. [1, 5]



Obrázek 2.2 Princip teorie akomodace podle Schachara a Tcherninga [1]

2.1.3 Colemanova teorie

Teorie akomodace dle Colemana je založena na principu posunu oční čočky dopředu za účasti tlaku sklivce. Tvrdí, že teorii akomodace nelze vysvětlit pouze předešlými teoriemi. Podle něj je čočka, závěsný aparát a přední sklivec přepážkou mezi přední komorou a sklivcovým prostorem. Při kontrakci ciliárního svalu dojde k tlaku mezi předním sklivcem a přední komorou. Tento tlak se ve sklivcovém prostoru zvýší, a současně se v přední komoře tlak sníží, a tedy ze zadní strany tlak sklivce posunuje čočku směrem do přední komory. [1, 5]

2.2 Akomodace fyzikální a fyziologická

Akomodaci lze rozlišit na dva typy, a to na fyzikální a fyziologickou. [6]

Fyzikální akomodace je zajišťována pružností oční čočky, je to tedy aktuální změna zakřivení, která je měřená v dioptriích. Při výkonu akomodace 1 dioptrie, se zvýšila lomivá schopnost oka o 1 dioptrii. Tento typ akomodace je narušen při presbyopii, kdy dochází k fyziologické ztrátě elasticity oční čočky, a zároveň ke snížení schopnosti akomodovat. [1, 6]

Druhým typem akomodace je akomodace fyziologická, měřená v myodioptriích, kterou zajišťuje činnost ciliárního svalu. Konkrétně při zvýšení refrakce oční čočky o 1 dioptrii, je třeba kontrakce ciliárního svalu o 1 myodioptrii. Při obrně akomodace nebo při nekorigované myopii bývá postižen právě tento typ. [1, 6]

2.3 Složky akomodace

Dle Heatha lze složky akomodace rozdělit na čtyři, a to reflexní, vergenční, proximální a tonickou. Každá ze složek má vlastní funkci, avšak mechanismus akomodace je možný na základě komplexní reakce systému. [6, 7]

Reflexní složka akomodace

Reflexní složka akomodace je automatický reflex, nemožný ovlivnit vůlí, který zajišťuje udržení zaostřeného obrazu na sítnici v různé vzdálenosti. Tato složka je pravděpodobně nejvíce zastoupena v procesu akomodace. [6, 7]

Vergenční složka akomodace

Druhou nejdůležitější složkou akomodace je akomodace vergenční. Tato složka je navozená konvergencí, která je vyvolaná při pohledu na blízký předmět. Je kontrolována fúzí a dává podnět ke konvergenčně akomodačnímu poměru (CA/A) [6]

Proximální složka akomodace

Proximální složka akomodace je stimulována znalostí vzdálenosti blízkého předmětu. Při měření objektivní refrakce může způsobovat přístrojovou myopii. Tato složka přispívá k celkovému mechanismu akomodace jen přibližně 4 %. [6, 7]

Tonická složka akomodace

Pro tonickou složku akomodace neexistuje žádný podnět, jako to bylo v předchozích třech případech. Akomodace je tedy přítomna vždy, a to bez jakéhokoliv podnětu. Lze ji měřit pouze za vyřazení předešlých složek. U mladých lidí dosahuje hodnoty cca 1 D. Snižuje se s věkem kvůli biomechanickým vlivům fyziologické oční čočky [6, 7]

2.4 Poruchy akomodace

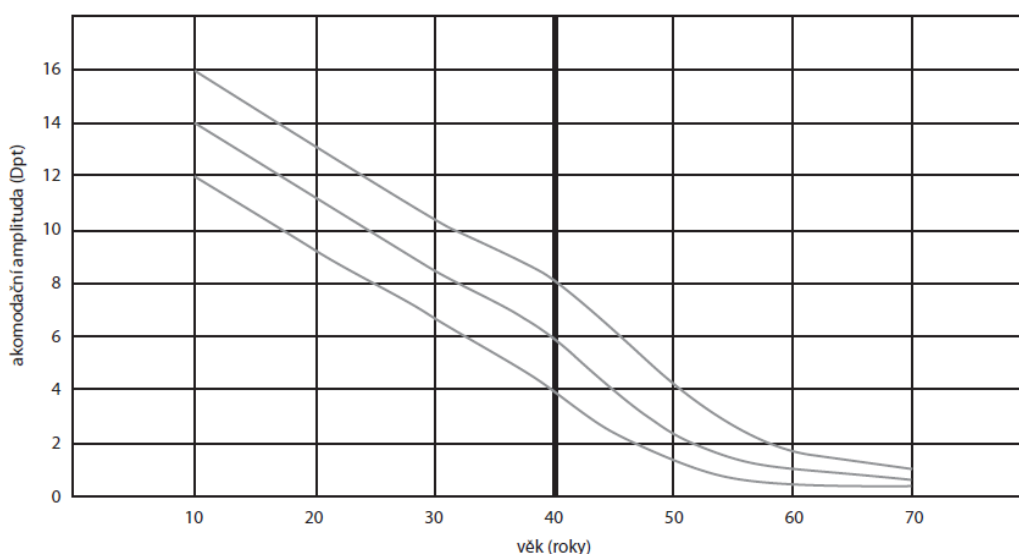
Poruchy akomodace způsobují špatné vidění do blízka. Mezi nejčastější příčinu patří dlouhodobá práce do blízka, kdy je použito nedostatečné nebo intenzivní osvětlení. Poruchy akomodace mohou být fyziologického původu, jejímž příkladem je presbyopie, nebo patologického původu, a to spasmus, exces, insuficience a obrna akomodace. [6, 8]

Presbyopie

Presbyopie neboli vetchozrakost je způsobena především vlivem fyziologického stárnutí oční čočky, což vede k postupné snížení schopnosti akomodace. Snižuje se již po narození, ale první subjektivní příznaky se objevují kolem 40. roku člověka. Věk, kdy se objeví první projevy presbyopie závisí také na refrakční vadě klienta. U emetropa dochází k tomu, že se jeho blízký bod posunuje dále, než 20 centimetrů, a to způsobuje několik příznaků: při obvyklé vzdálenosti na blízko je obraz rozostřený, s tím související zvětšující se pracovní vzdálenost, při dlouhodobě práci na blízko se mohou objevit astenopické potíže. Pro vidění bez obtíží je třeba nevyužívané akomodační rezervy, která je 1/3 akomodační šíře. U hypermetropa se potíže se čtením na blízko objevují dříve než u myopa, jelikož svou

akomodační rezervu již používá k dokorigování obrazu na dálku. Naopak u myopa dochází k prvním projevům déle a v případě myopie -4,0 dioptrie se presbyopie vůbec neobjeví. [1, 4, 7]

Akomodační amplituda (šíře) je rozdílem hodnot vergencí dalekého a blízkého bodu. „Bod, který se při uvolněné akomodaci zobrazí ostře na sítnici, nazýváme daleký bod. Blízkým bodem rozumíme bod, který se na sítnici ostře zobrazí při maximální akomodaci.“ [1] Výsledná hodnota je závislá na věku člověka, jak dokazuje **Obrázek 2.3**. [1]



Obrázek 2.3 Závislost akomodační amplitudy (šíře) na věku [1]

Presbyopickou korekcí, která zlepší zrakovou ostrost do blízka, je kladný přídavek do blízka, tzv. adice, která se přidává ke korekci do dálky. Adice může nabýt hodnoty až 3 dioptrie. Vždy je třeba ke každému klientovi přistupovat individuálně s ohledem na jeho potřeby. [1, 9]

Exces akomodace

Nadměrnou akomodací neboli excesem trpí většinou mladí klienti s hypermetropií, kteří se často dlouho a intenzivně soustředí na blízko při intenzivním či nedostatečným osvětlením. Projevem je nadměrná konvergence, oční myopizace a astenopické potíže. Neinvazivní léčbou excesu akomodace může být předpis správné korekce či edukace vhodné ergonomie při práci do blízka. Invazivnější metodou je aplikace cykloplegik, které akomodaci uvolní. [4, 10]

Spasmus akomodace

Existuje mnoho možných příčin vzniku spasmu akomodace, přestože samotný výskyt není tak obvyklý. Při aplikaci miotik se oční čočka vyklene, díky tomu klient vidí lépe na blízko, ale u myopů se vada zvětší. Další příčinou může být nekorigovaná či podkorigovaná hypermetropie, nebo klient s presbyopií. Příznakem je myopizace oka, kdy hodnota výsledné refrakce, tzv. pseudomyopie, může být až – 10 dioptrií. Dalším projevem je makropsie, kdy se předměty zdají větší než ve skutečnosti. Je to způsobené tím, že na ostré vidění do blízka je vynaloženo velmi malé úsilí. V každém případě je nutná atropinová léčba cykloplegiky, a následně vykorigovat refrakční vadu. [2, 4, 6, 10]

Insuficience akomodace

Insuficience akomodace neboli akomodační nedostatečnost je přítomna u myopů či emetropů před 40. rokem života. Často je označována jako presbyopické obtíže, jelikož jsou způsobeny změnami oční čočky nebo ciliárního svalu, v tomto případě se však jedná o patologické změny. Příčinou může být například nedostatečná kontrakce ciliárního svalu kdy akomodace neprobíhá efektivně a vytváří se exces konvergence. Aktivním cvičením akomodace oka je možné dojít k určitému zlepšení. Léčba je možná předepsáním presbyopické korekce, v případě silného excesu konvergence je třeba korekce prismaticy. [4, 10]

Obrna akomodace

Při obrně akomodace je klientova akomodace vyřazena, nevidí proto do blízka. Takový stav se nazývá hypermetropizace. Uvědomují si ho mladí lidé, kteří mají fyziologicky dobrou schopnost akomodace a do blízka vidí ostře. U hypermetropů tato porucha vede k horšímu vidění jak do blízka, tak i do dálky. Naopak klienti s myopií či presbyopií obrnu akomodace téměř nepostřehnou. Obrnu akomodace je možné vyvolat mydriatiky způsobující rozšíření zornice. Příčinou však může být i úraz oka, při kterém dojde k poškození struktur zajišťující akomodaci, instilace cykloplegik, diabetes apod. Při léčbě obrny je primárně nejdůležitější léčit základní onemocnění, které poruchu způsobuje. Pokud by i následně obtíže trvaly je třeba přejít k předepsání presbyopické korekce. Paralytickou mydriázu je možné odstranit stenopeickou kontaktní čočkou nebo plastikou duhovky. [2, 4, 10, 8]

2.5 Akomodace a konvergence

Proces akomodace úzce souvisí s konvergencí. Konvergence je horizontální vergence, při které dochází u obou očí k addukci, tzn. stočení očí směrem dovnitř, k této rotaci dochází nevědomě, reflexně. Na rozdíl od akomodace je konvergence stálější, není závislá na věku. [3, 6, 11]

Akomodační triáda

Při pohledu do blízka se aktivuje akomodačně-konvergentní reakce. Není to však úplně samostatný reflex, dochází k němu spojením tří složek: akomodace, konvergence a miózy. Tato spolupráce se označuje také jako akomodační triáda nebo oční synkineze. [3]

Pohledem na blízký předmět dochází k horizontálnímu stočení očí blíže k sobě (konvergence), ciliární sval se kontrahuje tak, aby obraz ležel na sítnici (akomodace), a kontrahuje se i sfinkter, čímž se zúží zornice a zlepší se hloubka ostrosti (mióza). [3, 10]

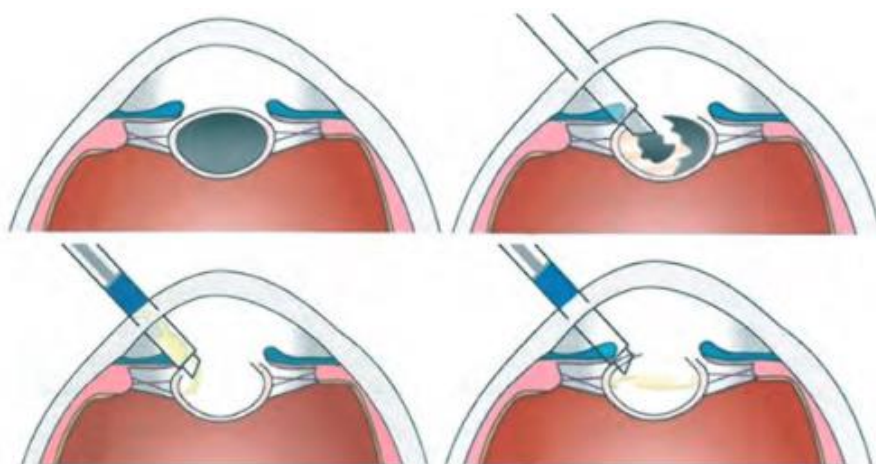
3 Implantace umělé nitrooční čočky

Hlavním cílem nitrooční refrakční chirurgie je odstranit dioptrické vady. K implantaci umělé nitrooční čočky se přistupuje, pokud u pacientů není vhodný laserový zákrok. Implantací tedy dochází ke změně refrakce, v ideálním případě vede k emetropii. V této práci se zaměříme na techniku, kdy lze nahradit fyziologickou oční čočku umělou, nebo výjimečně je možná jejich kombinace. Umělá čočka je vytvořena z biokompatibilního materiálu, aby ji lidské oko přijalo bez obtíží. Nitrooční refrakční chirurgií lze korigovat myopii, hypermetropii, astigmatismus, dále také presbyopii či kataraktu. [1, 12]

Fakická nitrooční čočka je čirá čočka, která je implantována k fyziologické čočce. Výsledkem jsou tedy dvě čočky v oku. Fakická čočka doplní nebo ochudí refrakční stav oka, v ideálním případě nastane emetropie. Výhodou je zachování akomodace fyziologické čočky. [1]

V dnešní době nejčastější refrakční operací je extrakce fyziologické čočky s následnou implantací čočky umělé, tzv. fakoemulzifikace, jejíž schéma je na **Obrázku 3.1**. Stav oka po této operaci se nazývá pseudofakie. Nevýhodou je ztráta akomodace po vyjmutí fyziologické čočky, umělá tuto schopnost primárně nemá. Se ztrátou akomodace souvisí vyšší adice na blízko. U určitých pacientů lze pozorovat pseudoakomodaci. (viz. 3. Pseudoakomodace). [4, 1]

Pro implantaci umělé čočky po extrakci té fyziologické jsou k dispozici různé typy nitroočních čoček. Výběr je u každého pacienta individuální, je však vždy přesně vypočítána její síla a další hodnoty. [7]



Obrázek 3.1 Schéma operace katarakty [13]

3.1 Indikace k implantaci nitrooční čočky

Díky nitrooční čočce můžeme korigovat tyto refrakční vady: myopie, hypermetropie, astigmatismu. Korigovat nitrooční čočkou lze také afakii nebo presbyopii. V dnešní době nejčastější indikací je však katarakta. [1]

3.1.1 Myopie

Myopie neboli krátkozrakost je sférická refrakční vada. Při klidovém stavu oka se daleký bod nachází v konečné vzdálenosti před okem, a rovnoběžné paprsky jdoucí do oka se střetnou před sítnicí, obraz tedy není ostrý. Myopie se projevuje rozostřeným viděním do dálky, do blízka pacient vidí dobře. [1, 6]

Krátkozrakost se koriguje minusovými čočkami, rozptylkami, lze k tomu použít brýle nebo kontaktní čočky. Pro korekci vysoké myopie se může přistoupit k extrakci čiré čočky, která je nahrazena umělou, pro odstranění dioptrií nebo alespoň k jejich snížení. [1, 7]

3.1.2 Hypermetropie

Hypermetropie neboli dalekozrakost je stejně jako myopie sférická vada. V tomto případě se daleký bod, při uvolněné akomodaci, nachází v konečné vzdálenosti za okem. Pokud do oka vstupují rovnoběžné paprsky, ohnisko se vytvoří za sítnicí, obraz je tedy rozostřený. [6]

U hypermetropie můžeme rozlišit dvě základní složky, a to latentní a manifestní. Latentní vykoriguje část vady trvalým akomodačním úsilím oka. Manifestní hypermetropie se projevuje snížením visu, již není okem nijak korigována. Hypermetropa korigujeme plusovými čočkami, spojkami, můžeme k tomu použít opět jak brýlemi, tak kontaktními čočky. [1, 6]

3.1.3 Astigmatismus

Astigmatismus již nelze řadit k sférickým refrakčním vadám, radíme je k asférickým. Při průchodu paprsků okem totiž mají nesejnou optickou mohutnost v různých meridiánech. Astigmatismus může být čočkový či rohovkový, ten se vyskytuje častěji. [1, 4, 6]

Korekce astigmatismu je možná cylindrickými čočkami. Do přibližně jedné dioptrie a při dobré zrakové ostrosti není nutné astigmatismus korigovat, lze ho nahradit sférickým ekvivalentem. U některých pacientů však i nižší dioptrie cylindrů zlepšují visus, proto je třeba přistupovat individuálně ke každému pacientovi. Korigovat lze brýlovou i kontaktní čočkou,

u vyšších astigmatismů v brýlích může dojít k nesnášenlivosti cylindrů, což vede zpravidla k jeho snížení. Pokud pacient není spokojen, můžeme vyzkoušet kontaktní čočky, které téměř nemění velikost a zkreslení obrazu. Invazivním řešením astigmatismu je implantace nitrooční čočky, která je vhodná pro pacienty s již ustálenou vadou. [4, 6]

3.1.4 Afakie

Afakií nazýváme stav, kdy v oku chybí čočka, následkem je silně hypermetropické oko, tzn. že paralelní paprsky, které vstupují do oka se sbíhají za okem. [14]

Při korekci afakie brýlemi, použijeme sklo s přibližně +10 dioptriemi, které způsobí zvětšení sítnicového obrazu přibližně 20–30 %. Současně s tím nastávají problémy s prostorovou orientací, koordinací pohybů, a dochází také k omezení zorného pole. V důsledku toho si pacient na afakické brýle může zvykat týdny až měsíce. V případě korekce kontaktními čočkami je hlavní výhodou zvětšení obrazu na sítnici pod 10 %, dále není omezené zorné pole pacienta. V případě nesnášenlivosti jak brýlí, tak kontaktních čoček, lze přistoupit na implantaci nitrooční čočky. [4, 14]

3.1.5 Presbyopie

Viz. kapitola 1. Akomodace, podkapitola 1.4. Presbyopie

3.1.6 Katarakta

Katarakta neboli šedý zákal může být vrozenou nebo získanou vadou. [15]

U získané jde o postupné zakalení oční čočky, která ztrácí svou transparentnost. K jejím změnám dochází již od narození. V pozdějším věku, kdy se šedý zákal rozvíjí, se objevují první subjektivní příznaky. Dochází hlavně k poklesu zrakové ostrosti. Pokud pacient není schopený fungovat v běžném životě, považujeme to za indikaci k operaci. V případě, že katarakta u pacienta nijak neovlivňuje jeho běžný život, operace není nutná. Musíme však dbát na řidiče vozidel. Pokud binokulární visus s nejlepší korekcí klesne na 0,7 a nižší, pacient již není oprávněn k řízení vozidla. Další negativní vlastností při kataraktě je horší kontrastní citlivost a zvýšený rozptyl světla v oku. [1, 4, 7, 11]

Operace katarakty je velmi efektivní chirurgická metoda. Po extrakci zakalené čočky vzniká refrakční deficit asi 17 dioptrií. Tento stav bez fyziologické oční čočky se nazývá afakie. Pokud je do oka vložena umělá čočka, mluvíme o pseudofakii. Tento typ operace nazýváme fakoemulzifikace. [1, 7]

3.2 Typy nitroočních čoček

Typy nitroočních čoček můžeme dělit dle počtu ohnisek. Do oka mohou být implantovány jak čočky monofokální, tak i multifokální. Monofokální koriguje jednu vzdálenost, nejčastěji dálku či blízko, multifokální korigují obě tyto vzdálenosti spolu se střední vzdáleností. Mimo tyto základní nitrooční čočky existují také akomodující nebo pseudoakomodující čočky. Tyto typy však zatím nemají jasné výsledky. [1, 4]

3.2.1 Monofokální nitrooční čočka

V dnešní době nejčastější implantovanou čočkou je čočka monofokální. Tento typ čočky koriguje jednu vzdálenost, dálku nebo blízko. Častější je korekce dálky s následným nošením brýlí na čtení. [1]

Při korekci dvěma odlišnými monofokálními nitroočními čočkami mluvíme o metodě monovision. Do vedoucího oka je implantována čočka, která koriguje dálku, a do druhého oka čočka korigující blízko. Nevýhodou u této operační techniky je větší dioptrický rozdíl mezi pravým a levým okem, rozdíl nad 3 dioptrie často způsobuje dvojité vidění. Někteří pacienti nesnesou rozdíl ani minimální dioptrie. Výhodou u této metody je možnost vyzkoušení v kontaktních čočkách. [1]

3.2.2 Multifokální nitrooční čočka

Místo obvyklé monofokální nitrooční čočky lze implantovat multifokální nitrooční čočku, která má dvě a více ohnisek. Umožňuje tedy dobré vidění na dálku, blízko i střední vzdálenost, a tím obnovit stav před kataraktou či presbyopií. Oproti monofokální čočce, multifokální částečně kompenzuje akomodaci. Existuje však riziko, že implantát bude decentrovaný, nebo jeho poloha nebude stabilní, a nebude mít tedy požadované refrakční vlastnosti. Před implantací tohoto typu nitrooční čočky je téměř nezbytné pacientovi naaplikovat multifokální kontaktní čočky, aby si dokázal představit fungování umělé nitrooční čočky. V případě nespokojenosti s kontaktními čočkami není pacient vhodným kandidátem pro implantaci. [1, 7, 11]

Refrakční multifokální čočka

Optické vlastnosti refrakčních multifokálních čoček jsou velmi podobné těm v multifokálních kontaktních čočkách, kdy se čočka skládá ze zón, soustředných kruhů s různými refrakčními hodnotami. Nejčastější počet zón je 5, kdy liché jsou určeny pro

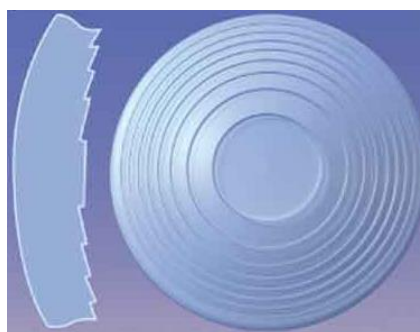
korekci dálky, zóny sudé pro korekci blízka (viz. **Obrázek 3.2**). Přechody mezi těmito vzdálenostmi umožňují vidění na střední vzdálenost. [1, 7, 11]



Obrázek 3.2 Refrakční multifokální nitrooční čočka [16]

Difrakční multifokální čočka

Druhý typ multifokální nitrooční čočky se nazývá difrakční. Na celém jednom z povrchů čočky jsou vytvořeny malé schody v soustředných kruzích o velikosti asi 1 mikronu., jak můžeme vidět na **Obrázku 3.3**. Na těchto rozhraních těchto částí vzniká difrakce. Příchozí světlo tedy odráží do ohnisek blízkých a vzdálených bodů. Reliéf může být tvořen ze stejně velkých schodů, nebo se jejich velikost může měnit od centrální části k periferní, tomuto jevu se říká apodizace. Dle výrobce se tedy difrakční čočka může lišit v rozteči a počtu kruhů, stejně jako v jejich výšce. Difrakční čočky vykazují lepší zrakové funkce než refrakční. [1, 16]



Obrázek 3.3 Difrakční multifokální nitrooční čočka [16]

4 Pseudoakomodace

Na rozdíl od akomodace, která je dynamickým procesem, je pseudoakomodace procesem statickým. Tento stav může akomodaci buď pomáhat, anebo ji napodobovat. „*Může se na ní podílet mírný stupeň myopie, asférická rohovka (ve smyslu astigmatismu podle pravidla) a úzká zornice, která zvětšuje hloubku ostrosti.*“ [1] Činnost ciliárního svalu v tomto případě nehraje žádnou roli. [1]

4.1 Pseudoakomodace po implantaci nitrooční čočky

Při implantaci monofokální nitrooční čočky se může objevit právě pseudoakomodace, přesněji pseudofakická akomodace. Ta je již dynamickým procesem, stejně jako u oka s fyziologickou čočkou. Negativem implantace je absolutní vyřazení fyziologické akomodace. [1, 14, 18]

Přesto se v určitých chvílích některým pacientům s implantovanou monofokální nitrooční čočkou povede zaujmout pozici, ve které mají k dobré zrakové ostrosti na dálku i dobrou zrakovou ostrost do blízka bez nutnosti jakékoliv korekce. Často se jedná o myopy se zbytkovou refrakční vadou přibližně -0,5 dioptrie. [18, 19]

Určitou roli v tomto procesu nese ciliární tělísko spolu se zonulárními vlákny, dále nitrooční čočka, která byla vložena do fyziologického pouzdra čočky, a nejspíše i přítomnost sklivce. K pseudoakomodaci dochází pohybem monofokální čočky dopředu či dozadu, čímž lze vidět dobře na dálku i na blízko. Stává se to při určité šíři zornice, kdy jsou paprsky světla jdoucí do oka více lámány. Pokud obraz vznikne před sítnicí, může být použito pro střední vzdálenost. Podíl na pseudoakomodaci může mít také zbytkový astigmatismus. Při „korigování“ astigmatismu sférickým ekvivalentem se může stát, že jeden hlavní řez nebude ležet přímo na sítnici, ale před ní, to opět umožní využít vidění pro střední vzdálenost. [1, 19, 20]

4.2 Možné faktory ovlivňující zrakovou ostrost do blízka po implantaci monofokální nitrooční čočky

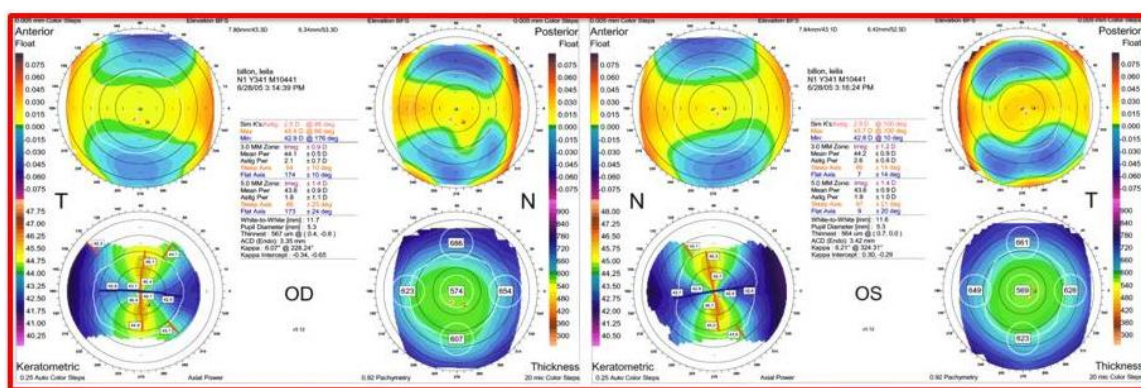
Mezi potenciální faktory, které mohou ovlivňovat vidění do blízka po implantaci monofokální nitrooční čočky korigující dálku, můžeme zařadit věk, pohlaví, typ nitrooční čočky, velikost zornice, stupeň a typ astigmatismu, hloubku přední komory a další. [17, 21]

V praktické části se zaměříme hlavně na optickou mohutnost rohovky, hloubku přední komory a délku bulbu.

4.2.1 Optická mohutnost rohovky

Rohovka spolu s oční čočkou tvoří optický systém o celkové optické mohutnosti 62 dpt. Ve 20 letech je průměrná hodnota optické mohutnosti rohovky přibližně 42 dpt. Tato hodnota je jedním z nejdůležitějších faktorů, které musí být, co nejpřesněji změřeny pro určení individuální dioptrické hodnoty nitrooční čočky pro daného pacienta. [22, 23, 24]

K měření používáme keratometr nebo topograf. V dnešní době převládá spíše druhý typ. Z topografické mapy rohovky zjistíme mnoho údajů (viz. **Obrázek 4.1**), mimo jiné zakřivení rohovky, hodnotu rohovkového astigmatismu nebo právě optickou mohutnost. [23]



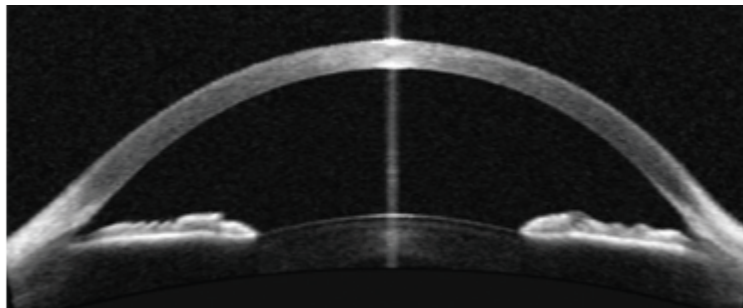
Obrázek 4.1 Ukázka topografické mapy rohovky [25]

4.2.2 Hloubka přední komory

Hloubka přední komory je dána rozmezím mezi zadní plochou rohovky – endotelem a přední plochou čočky, jak ukazuje **Obrázek 4.2**. Hodnota průměrné hloubky je mezi 3-4 mm. Daný prostor je vyplněn očním mokem (komorovou vodou, komorovou tekutinou) o indexu lomu 1,336. [1, 22, 26]

Velikost přední komory se zvětšuje až do konce dospívání, kdy je průměrná hodnota 3,25 mm. Poté se její velikost začne postupně snižovat. U emetropů se zvětšování přední komory zastaví dříve než u myopů. Tento rozdíl je dán tím, že myopické oči mají větší axiální délku oka, s čímž souvisí i hloubka přední komory. Hlubší komoru najdeme spíše u mužů, než u žen. [24]

Měření hloubky přední komory je důležité pro výpočet síly nitrooční čočky, nebo pro zjištění komorového úhlu při diagnostice glaukomu. Měření probíhá ultrazvukovými nebo optickými metodami. [27]



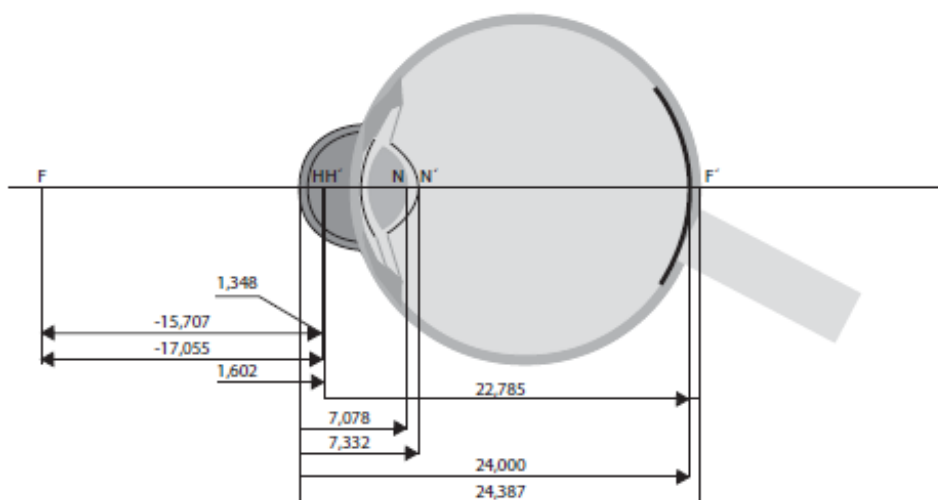
Obrázek 4.2 Biometrie přední komory oka [28]

4.2.3 Axiální délka bulbu

Axiální délka bulbu je hodnota, která je měřena od předního povrchu rohovky k místu nejostřejšího vidění, foveole. Stejně jako u předešlých dvou parametrů, tato hodnota je důležitá pro výpočet síly nitrooční čočky [1]

Oko dospělého člověka má axiální délku v rozmezí od 22 do 24 mm, u novorozeného dítěte je délka menší, a to 17 mm. Oko roste přibližně do šesti let věku dítěte, nejvíce v prvních 18 měsících života. [29, 30]

K změření axiální délky oka se používá ultrazvuková kontaktní biometrie nebo optická nekontaktní biometrie. [1]



Obrázek 4.3 Gullstrandův model oka [1]

5 Zraková ostrost

Vyšetření zrakové ostrosti na dálku i blízko patří k primárním očním vyšetření. Dvěma podmínkami pro dobrou zrakovou ostrost jsou rozlišovací schopnost a velikost refrakční vady. Rozlišovací schopnost oka umožňuje rozlišit od sebe dva body ležící, co nejbližší u sebe, tzv. minimum separabile. Jde o úhlovou velikost detailů, které může být pacientem rozlišeno. U zdravého oka odpovídá tato hodnota 1 úhlové minutě. Na sítnici musí být tyto dva body odděleny alespoň jedním čípkem, na něm se promítne mezera mezi dvěma body. Pro dobrou zrakovou ostrost je také důležité, aby všechna optická prostředí oka byla transparentní. Při vyšším osvětlení je zraková ostrost vyšší. Monokulárně je zraková ostrost nižší než binokulárně. [4, 6, 7, 14, 29, 31]

Kapacita lidského zrakového systému k rozlišení detailů je řízena optickým systémem, sítnicí a centrálním nervovým systémem. Pokud tedy pacient přijde s určitým očním problémem, je důležité zamyslet se nad možnými příčinami jak očními, tak celkovými. Na začátku vyšetření je velmi důležitá anamnéza, při které je třeba zjistit, co nejvíce informací. Pokud předem víme např. o onemocnění, operaci, úrazu oka, můžeme předpokládat určitou zrakovou ostrost. Rodinná anamnéza nás může upozornit na možná onemocnění, která se u daného pacienta mohou později projevit. [6, 11]

Pro určení zrakové ostrosti se používají optotypy. [4]

5.1 Optotypy

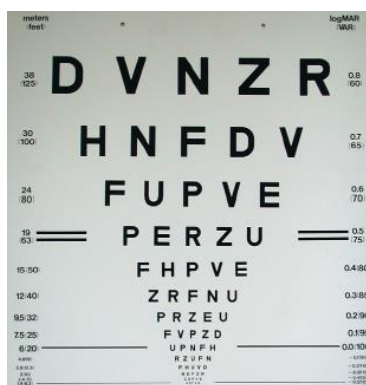
K subjektivnímu vyšetření zrakové ostrosti se užívá optotypů, kterými jsou tabule s písmeny, číslicemi či jinými znaky. Mezi nejznámější z nich patří Snellenův optotyp, který je zobrazen na **Obrázku 5.1** nebo optotypy logMAR typu ETDRS na **Obrázku 5.2**. Visus může být vyjádřen ve zlomku (6/6) nebo desetinnou stupnicí (1,0). [31]

Konstrukce Snellenových optotypů je specifická tím, že znaky jsou zakresleny do tabulky 5x5 jednotek, kdy síla čar a velikost mezery mezi nimi odpovídá jedné jednotce. U těchto optotypů najdeme v každém z řádků různý počet písmen, které jsou navíc nestejně čitelné. Každá určitá vyšetřovací vzdálenost by měla odpovídat dané velikosti Snellenova optotypu. Ukázku tohoto optotypu nalezneme na **Obrázku 5.1**. [1, 9, 31]



Obrázek 5.1 Snellenův optotyp [32]

„LogMAR optotypy“, které fungují na principu minimálního úhlu rozlišení, jsou sestaveny z písmen, které jsou stejně čitelné nebo z Landoltoých kruhů, které mají v jednom ze směrů (nahoru, dolů, doprava, doleva) mezeru. Počet písmen či znaků je stejný v každém řádku. V dnešní době se nejvíce používá optotyp typu ETDRS. [1, 31, 32]



Obrázek 5.2 LogMAR optotyp typu ETDRS [32]

5.2 Zraková ostrost do blízka

Při pohledu do blízka lidské oko akomoduje, zaostřuje na blízko. Tato schopnost s věkem ubývá. Dětská čočka je velmi pružná, ve věku přibližně 7 let dokáže akomodovat 14 dioptrií. Mezi 60-70 rokem života je akomodace téměř nulová. Již kolem 40 roku emetropický pacient přichází pro první korekci do blízka. [2, 33]

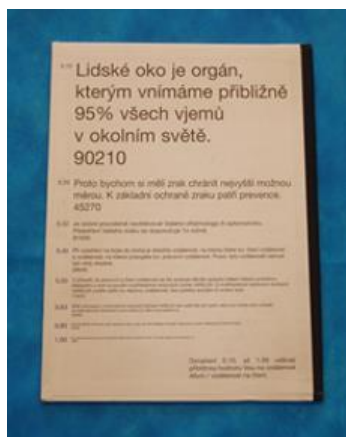
Standardní vyšetřovací vzdálenost je přibližně 30-40 cm. Při této vzdálenosti by zraková ostrost měla být 1,0. Většina testů na blízko používá text podobný tisku v novinách, knihách apod., ale často je tištěný text na optotypu kontrastnější. Vyšetřovací místo by mělo být dostatečně osvětlené, v ideálním případě nad pacientem rozsvítit lampu. Při vyšetření zaznamenáváme čtecí vzdálenost a velikost nejmenšího řádku, který je pacient schopen

přečíst. Vždy je důležité každého pacienta vyšetřovat individuálně dle jeho potřeb. [7, 32, 33, 34]

Vyšetření zrakové ostrosti na blízko provádíme pomocí standardizovaných optotypů, Jägerových tabulek. [33]

5.2.1 Jägerovy tabulky

Jägerovy tabulky jsou tištěné tabulky souvislého textu, který je členěn do odstavců různých velikostí (viz. **Obrázek 5.3**). Každý odstavec je označen pořadovým číslem. U dětí je možné použít čísla nebo písmena, v určitých případech i obrázky. Zápis je provádět písmenem J a číslem daného řádku, například J2 při 40 cm. Normální zrakovou ostrostí je Jägerova tabulka č-1, tedy J1. [34, 24]



Obrázek 5.3 Jägerovy tabulky do blízka [35]

6 Praktická část

Jak je již zmíněno v úvodu práce, v praktické části jsem se soustředila na zrakovou ostrost do blízka po implantaci monofokální nitrooční čočky u pacientů po operaci katarakty. Hodnotila a porovnávala jsem dvě hodnoty, a to zrakovou ostrost v horizontálním a ve vertikálním postavení očí. Poté jsem výsledné hodnoty dala do souvislosti s předem naměřenou keratometrií rohovky, hloubkou přední komory a délkou bulbu.

6.1 Metodika práce

Do této práce byli zařazeni pacienti, kteří podstoupili operaci katarakty, a následně jim byla implantována monofokální nitrooční čočka. Operace všech pacientů proběhla stejnou technikou a to fakoemulzifikací. Tato metoda využívá ultrazvukem rozkmitanou kanylu, která rozdrťí jádro čočky, a to je následně odsáto. V obalu čočky tak vznikne místo pro implantaci čočky umělé.

Měření se zúčastnilo 65 pacientů, 24 mužů ve věku od 53 do 87 let a o 41 žen ve věkovém rozmezí 52-88 let. U 57 osob byly operovány obě oči a u 8 pacientů pouze jedno oko. Celkový počet měřených očí byl 122, z toho 60 očí emetropických a 62 očí hypermetropických.

Pro zhodnocení výsledků bylo třeba získat data všech pacientů. V našem případě bylo důležité změřit zrakovou ostrost do blízka v horizontálním a vertikálním postavení očí. Pro určení visu byla použita vyšetřovací tabulka Zeiss (viz Obrázek 5.3). Naměřeny byly také 4 parametry, které byly předem určeny, a to optická mohutnost rohovky v centru a v ose vidění, které byly získány pomocí přístroje Anterior Segment Analyser OrbScan II firmy Technolas. Z výsledné topografické mapy rohovky byly vybrány tyto dvě hodnoty. Hloubka přední komory byla měřena přístrojem OcuScan firmy Alcon, a v neposlední řadě délka bulbu, měřena přístrojem OA 1000 firmy Tomey.

6.2 Stanovení hypotéz

Cílem této práce bylo zjistit, zda se nekorigovaná zraková ostrost do blízka mění při horizontálním a vertikálním postavení očí, v případě, že byla pacientovi implantována monofokální nitrooční čočka. Dalším cílem bylo ověřit, zda některý z předem určených parametrů ovlivňuje právě nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka.

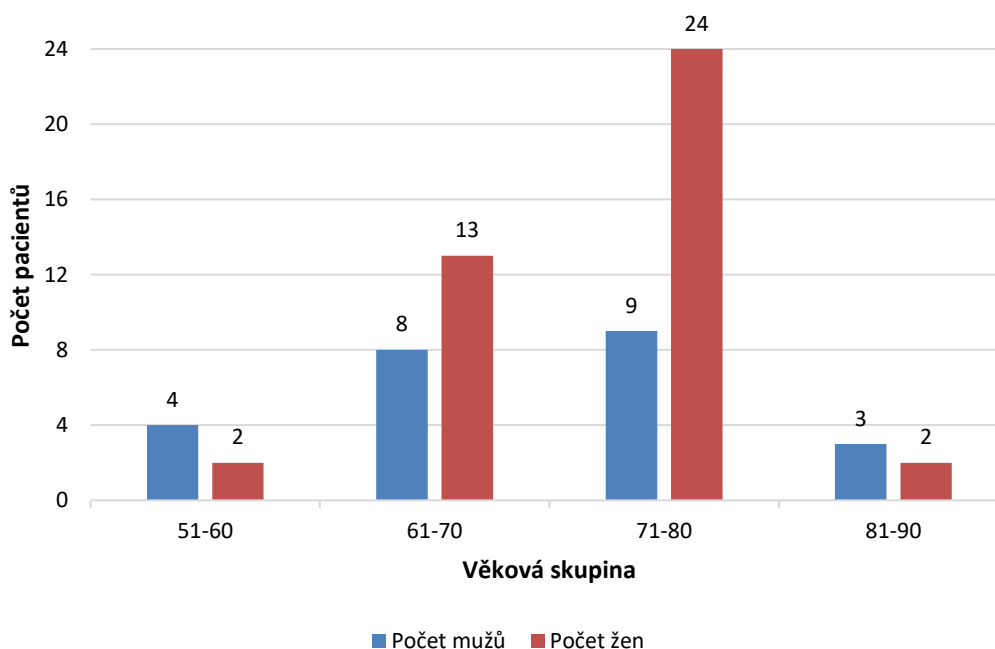
Dle stanovených cílů byly určeny následující hypotézy:

Hypotéza 1: Nekorigovaná zraková ostrost do blízka se v jednom z pohledu zlepší.

Hypotéza 2: Nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka ovlivňuje axiální délka oka, optická mohutnost rohovky v centru, optická mohutnost rohovky v ose vidění nebo axiální délka oka.

6.3 Vlastní soubor

Jak jsme již uvedli výše v podkapitole 6.1. *Metodika práce*, v této práci bylo sledováno 65 pacientů, kterým bylo operováno celkem 122 očí. Z 65 pacientů se jednalo o 24 mužů ve věku od 53 do 87 let, a o 41 žen ve věkovém rozmezí 52-88 let.



Obrázek 6.1 Počet mužů a žen v závislosti na věkových skupinách

Pokud se zaměříme na graf na **Obrázku 6.1**, můžeme říci, že ženy byly nejčastěji operovány pro kataraktu ve věkovém rozmezí 71-80 let, kde bylo ze souboru 41 žen operováno 24, což odpovídá 58,5 %. U mužů není věková hranice tak striktní, jelikož ve věku 61-70 let bylo operováno 8 (33,3%), mužů ve věku 71-80 let 9 mužů (37,5%). Z celkového počtu 24 mužů 70,8 % bylo operováno mezi 61-80 rokem života.

6.3.1 Zraková ostrost do blízka ve dvou pohledových směrech

Soubor 122 očí jsme rozdělili na dvě skupiny, první z nich tvořili oči emetropické, kterých bylo 60, do druhé skupiny byly zařazeny oči hypermetropické, kterých bylo 62.

Nekorigovaná zraková ostrost do blízka byla měřena ve dvou pohledech, v přímém horizontálním pohledu, a při pohledu dolů, ve vertikálním pohledu. Tyto dvě hodnoty jsem porovnávala, zda jsou stejné, nebo se při jednom z pohledu změni, tedy zda jsou výsledky statisticky významné.

V prvním kroku jsem si stanovila průměry se směrodatnou odchylkou všech očí v horizontálním pohledu a ve vertikálním pohledu oka. Z **Tabulky 1** vyplývá, že v horizontálním pohledu je průměrná hodnota nižší než ve vertikálním, tzn. že nekorigovaná zraková ostrost do blízka je při pohledu dolů lepší.

Tabulka 1 Průměrné hodnoty UNVA

		Průměrná hodnota se směrodatnou odchylkou	Rozdíl vertikální a horizontální UNVA
Celková průměrná hodnota UNVA	horizontální	0,507 ± 0,152	0,048
	vertikální	0,555 ± 0,148	

UNVA – nekorigovaná zraková ostrost do blízka

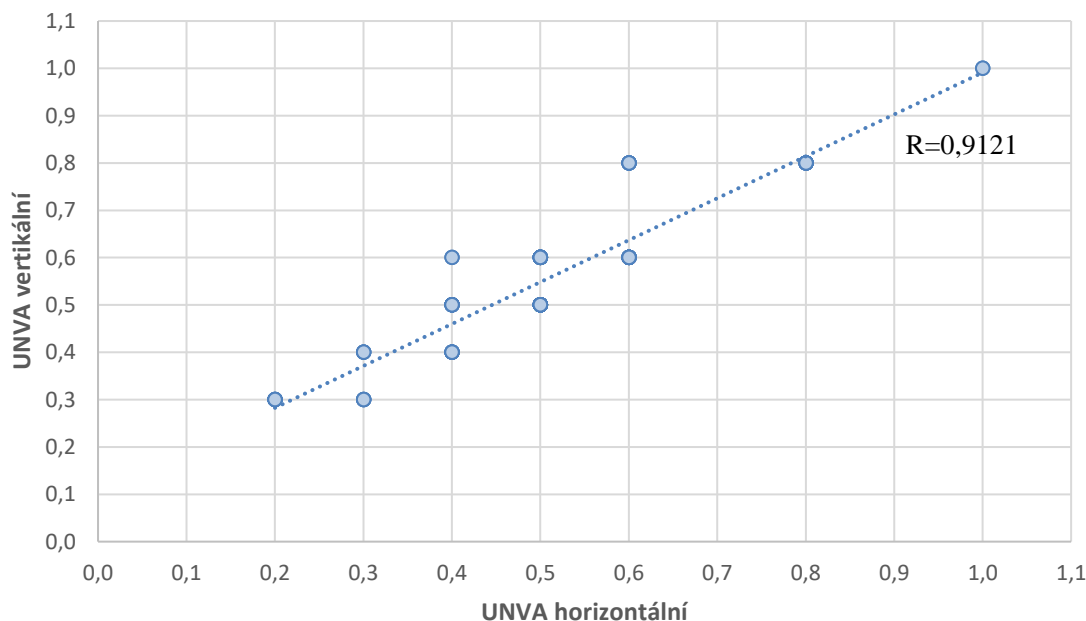
V **Tabulce 2** jsem si průměrné hodnoty celkového počtu očí rozdělila na 3 skupiny dle axiálních délek oka. I v tomto případě je nekorigovaná zraková ostrost do blízka lepší ve vertikálním postavení očí. Rozdíl mezi dvěma pohledovými směry je přibližně 0,049.

Tabulka 2 Průměrné hodnoty UNVA dle skupin axiálních délek oka

			Průměrná hodnota se směrodatnou odchylkou	Rozdíl vertikální a horizontální UNVA
Průměrné hodnoty UNVA dle skupin axiálních délek (mm)	<22,5	horizontální	0,526 ± 0,200	0,048
		vertikální	0,574 ± 0,177	
	22,5-23,5	horizontální	0,517 ± 0,120	0,045
		vertikální	0,562 ± 0,120	
	>23,5	horizontální	0,469 ± 0,124	0,053
		vertikální	0,522 ± 0,145	

UNVA – nekorigovaná zraková ostrost do blízka

Pokud bychom se podívali na graf, který zkoumá závislost nekorigované zrakové ostrosti do blízka ve vertikálním postavení oka na horizontálním postavení oka, zjistíme vysokou závislost, která se blíží k jedné. Přesná hodnota korelačního koeficientu činí 0,9121, jak ukazuje **Obrázek 6.3**.

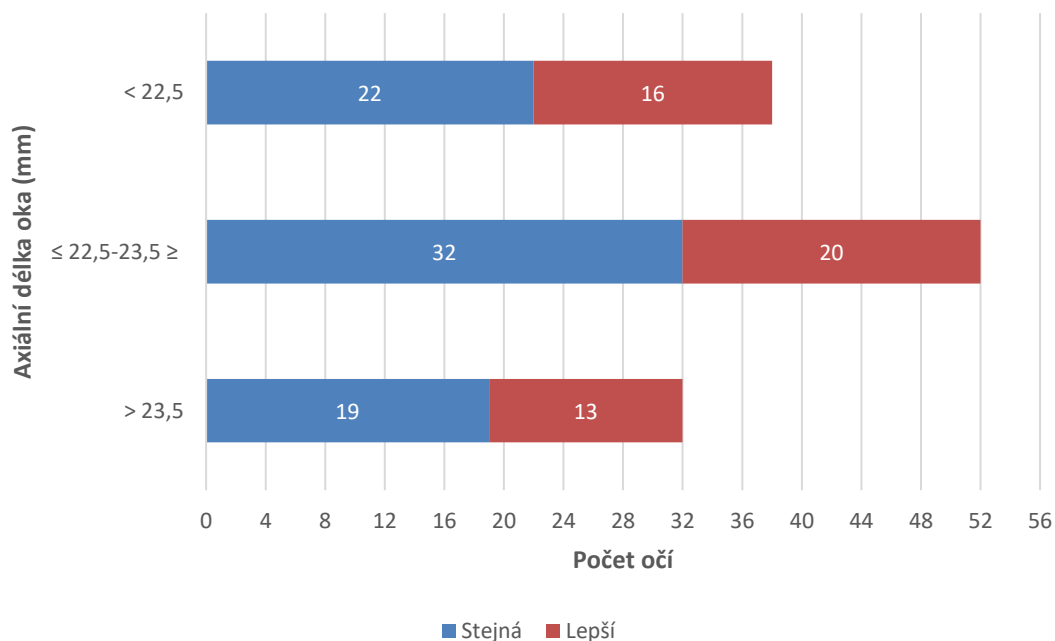


Obrázek 6.2 Závislost UNVA vertikální na UNVA horizontální

Výsledky lze interpretovat také početně. U 60 emetropických očí byla stejná zraková ostrost do blízka naměřena u 38 očí, u 17 očí byla zraková ostrost lepší při vertikálním pohledu směrem dolů, a to o jeden řádek, u 5 očí bylo zlepšení o dva řádky. Jakékoli zlepšení se tedy projevilo u 22 očí. Z celkového souboru se jedná o 63,3 % očí beze změny, a o 36,6 % očí, u kterých se ve vertikálním směru projevilo zlepšení.

Z celkového počtu 62 hypermetropických očí se stejná nekorigovaná zraková ostrost do blízka projevila u 35 očí, tedy u 56,5 %. Při pohledu směrem dolů bylo naměřeno zlepšení o jeden řádek u 23 očí, a o dva řádky u 4 očí, v součtu tedy celkové zlepšení u 27 očí, což představuje 43,5 %.

Pokud výsledky emetropických i hypermetropických očí sečteme, celkem ze 122 očí mělo stejnou zrakovou ostrost do blízka při horizontálním i vertikálním pohledu 73, tedy 59,8 %. Lepší nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka mělo 49 očí, což z celkového souboru činí 40,2 %.



Obrázek 6.3 Nekorigovaná zraková ostrost do blízka v závislosti na axiální délce oka

Na **Obrázku 6.2** máme rozdělenou zrakovou ostrost do blízka dle tří skupin axiálních délek oka. Nejvyšší zastoupení stejné nekorigované zrakové ostrosti v horizontálním a vertikálním směru má skupina v rozmezí 22,5 – 23,5 mm. Stejně tak v případě, kdy se zraková ostrost zlepšila při pohledu dolů.

6.3.2 Hodnocené parametry

Parametry, které budu později dávat do souvislosti s výsledky nekorigované zrakové ostrosti do blízka jsou optická mohutnost rohovky v centru, optická mohutnost rohovky v ose vidění, hloubka přední komory a délka bulbu. Pro tyto hodnoty jsem určila průměrnou hodnotu se směrodatnou odchylkou pro hypermetropické i emetropické oči (**viz. Tabulka 3**). Průměrnou hodnotu jsem určila nejprve u celého souboru očí, poté jsem hodnoty rozdělila dne skupin axiálních délek oka.

Tabulka 3 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů

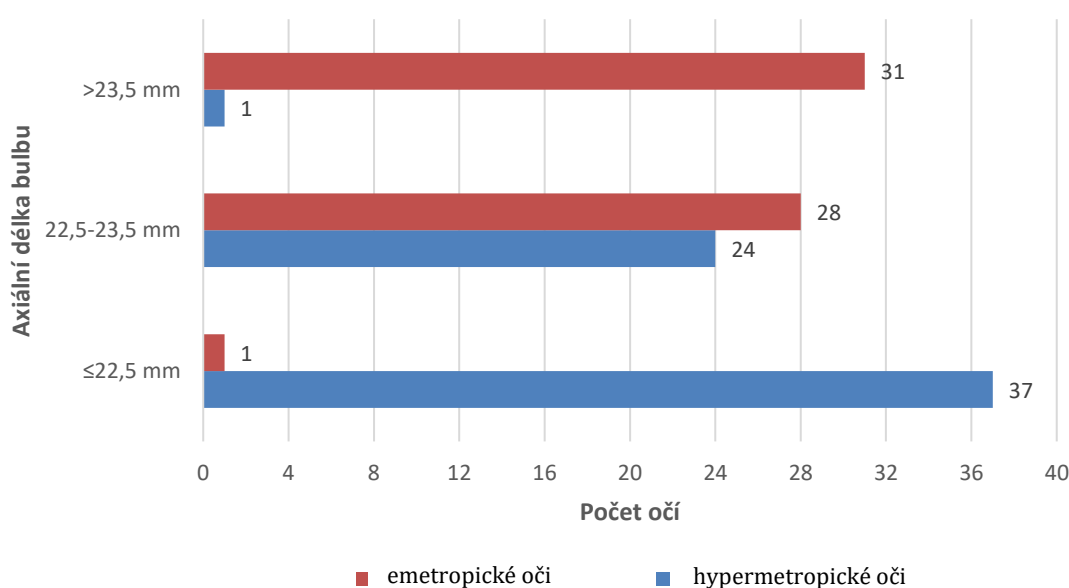
	Průměrné hodnoty celkově	Průměrné hodnoty dle skupin axiálních délek (mm)		
		<22,5	≤ 22,5-23,5 ≥	> 23,5
AL (mm)	22,96 ± 0,85	21,93 ± 0,35	23,09 ± 0,31	23,96 ± 0,42
AC (mm)	3,83 ± 0,37	3,69 ± 0,46	3,84 ± 0,34	4,00 ± 0,17
KC (dpt)	44,19 ± 1,72	45,08 ± 1,21	44,04 ± 1,64	43,36 ± 1,88
KAx (dpt)	44,21 ± 1,57	44,92 ± 1,16	44,10 ± 1,54	43,53 ± 1,70

AL – axiální délka oka, AC – hloubka přední komory, KC – optická mohutnost rohovky v centru, KAx – optická mohutnost rohovky v ose vidění

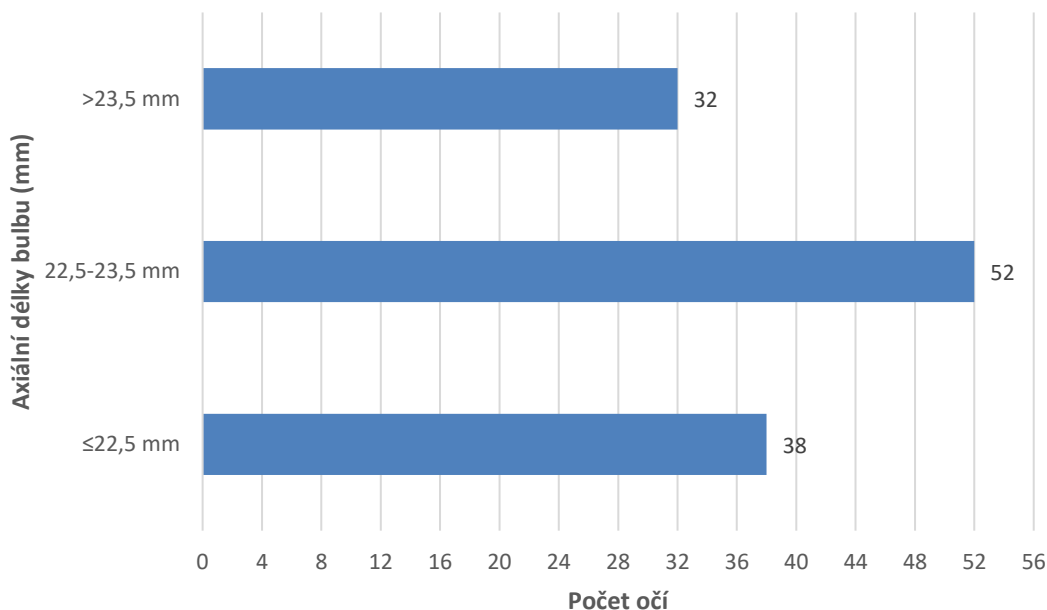
Axiální délka oka

Pro tuto práci byla AL rozdělena do tří skupin dle velikosti. Nejmenší hodnota byla 21,16 mm, naopak nejvyšší hodnota 24,83 mm. První skupinu tvořili oči s délkou menší nebo rovno 22,5 mm, druhá skupina obsahovala oči s délkou bulbu 22,5 – 23,5 mm, a poslední skupina byla tvořena očima, které byly delší než 23,5 mm. Z teoretického hlediska můžeme předpokládat, že pokud bude AL menší než 22,5 mm, bude se jednat o oči hypermetropické, naopak v případě bulbu delšího než 23,5 mm lze předpokládat oko myopické.

Jak shrnuje **Tabulka 3** výše, pro všechny pozorované oči je průměrná hodnota AL 22,6 mm se směrodatnou odchylkou 0,85. Fyziologická hodnota axiální délky bulbu je stanovena na přibližně 24 mm, lze tedy říci, že všechny pozorované oči mají menší AL.

**Obrázek 6.4** Četnost ve skupině axiální délky bulbu u hypermetropických a emetropických očí

Z grafu na **Obrázku 6.3** můžeme určit, že v případě emetropických očí převládá axiální délka větší než 23,5 mm, kterých je z celkového počtu 122 očí 31, a délka bulbu v rozmezí 22,5-23,5 mm, kterých bylo 28. Lze tedy říci, že emetropické oči mají průměrnou až nadprůměrnou axiální délku oka. U hypermetropických očí nejvíce převládá axiální délka menší nebo rovno 22,5 mm, z daného souboru mělo tuto hodnotu 37 očí. Průměrnou hodnotu mělo 24 hypermetropických očí.



Obrázek 6.5 Celková četnost ve skupině axiální délky bulbu

Na **Obrázku 6.4** máme celkovou četnost emetropických i hypermetropických očí ve skupinách axiální délky bulbu. U obou skupin převládá průměrná hodnota axiální délky oka a to 22,5 až 23,5 mm.

Hloubka přední komory

Tabulka 3 zobrazuje průměrné hodnoty hloubky přední komory. Celkem 122 očí mělo průměrnou délku přední komory 3,83 mm se směrodatnou odchylkou 0,37. Pokud jsme soubor rozdělili do skupin dle axiálních délek oka, nejhlubší AC měly oči s AL větší než 23,5 mm, naopak nejmělkčí AC měly oči s AL menší než 22,5 mm. Lze tedy určit, že hloubka přední komory závisí na AL, jelikož její hodnota stoupala se zvyšující se hodnotou AL.

Keratometrie rohovky

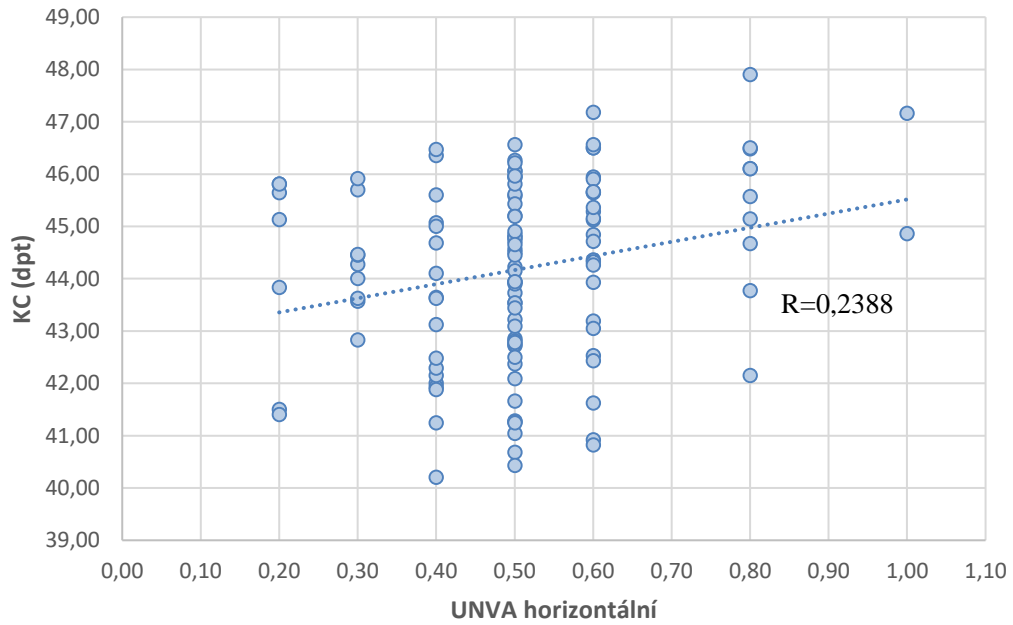
Průměrná optická mohutnost rohovky v centru všech očí byla 44,19 dpt se směrodatnou odchylkou 1,72. V **Tabulce 3** byla data opět rozdělena dle axiálních délek oka. Se zvyšující se AL, klesala optická mohutnost rohovky. V případě, že byla AL menší než 22,5 mm průměrná optická mohutnost rohovky v centru byla 45,08 dpt se směrodatnou odchylkou 1,21. Naopak u bulbů delších než 23,5 mm, průměrná hodnota KC byla 43,36 dpt se směrodatnou odchylkou 1,70. Průměrné hodnoty optické mohutnosti rohovky v ose vidění se od optické mohutnosti v centru lišily maximálně o dvě desetiny.

6.3.3 Statistické zpracování

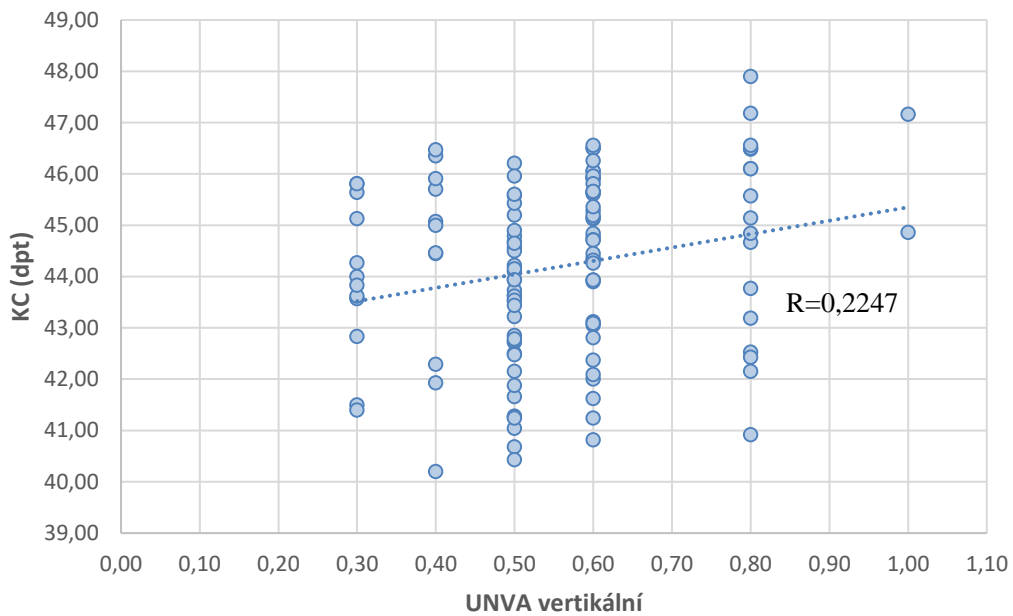
Důležitou částí práce je určit vliv uvedených parametrů na zrakovou ostrost. Nekorigovaná zraková ostrost byla měřena v horizontálním a vertikálním směru, ke zlepšení zrakové ostrosti při pohledu dolů došlo u 40,2 % očí, tedy téměř u poloviny. Hodnota korelačního koeficientu byla 0,912, tento výsledek lze tedy považovat za statisticky významný.

Výsledky byly uvedeny do souvislosti s danými parametry a byl pro ně spočítán korelační koeficient. Nejprve byla hodnota uvedena pro všechny oči, v podrobnějším zkoumání byly oči rozděleny dle skupin axiálních délek oka.

Na **Obrázku 6.6 a 6.7** jsou grafy závislosti optické mohutnosti v centru rohovky (KC) na horizontální a vertikální UNVA. Díky těmto grafům jsem zjistila korelační koeficient, který jsem takto určila u všech ostatních parametrů.



Obrázek 6.6 Závislost optické mohutnosti rohovky v centru na UNVA horizontální



Obrázek 6.7 Závislost optické mohutnosti rohovky v centru na UNVA vertikální

V následující tabulce jsou zapsány všechny korelační koeficienty závislosti optické mohutnosti rohovky v centru, optické mohutnosti v ose vidění, hloubky přední komory a axiální délky bulbu na horizontálním a vertikálním postavení očí.

Tabulka 4 Korelační koeficienty daných parametrů pro všechny oči

	UNVA horizontální	UNVA vertikální	AC	KC	KA _x
UNVA horizontální	X	0,9121	0,0592	<i>0,2387</i>	0,1794
UNVA vertikální	0,9121	X	0,0436	<i>0,2247</i>	0,1709
AC	0,0592	0,0436	X	0,1588	0,1171
KC	<i>0,2387</i>	<i>0,2247</i>	0,1588	X	0,8519
KA _x	0,1794	0,1709	0,1171	0,8519	X

UNVA – nekorigovaná zraková ostrost do blízka

V **Tabulce 4** tedy vidíme hodnoty závislosti parametrů na UNVA horizontální a vertikální. Z korelačních koeficientů můžeme říci, že největší závislost je mezi zrakovou ostroť do blízka a optickou mohutností rohovky v centru, kdy hodnota je 0,2387 pro horizontální a 0,2247 pro vertikální postavení očí. Hodnota do 0,3 ukazuje slabou korelaci.

V případě, že oči rozdělíme dle skupin axiálních délek oka, lze určit závislost zrakové ostrosti na daných parametrech pro 3 skupiny. Toto rozdělení je v **Tabulce 5**, **Tabulce 6** a **Tabulce 7** níže.

Tabulka 5 Korelační koeficienty pro skupinu očí s axiální délkou do 22,5 mm

	UNVA horizontální	UNVA vertikální	AC	KC	KA _x
UNVA horizontální	X	0,9569	0,0436	0,1249	0,0800
UNVA vertikální	0,9569	X	0,0566	0,0700	0,0500
AC	0,0436	0,0566	X	0,0640	0,0469
KC	0,1249	0,0700	0,0640	X	0,8769
KA _x	0,0800	0,0500	0,0469	0,8769	X

Tabulka 6 Korelační koeficienty pro skupinu očí s axiální délkou 22,5-23,5 mm

	UNVA horizontální	UNVA vertikální	AC	KC	KA _x
UNVA horizontální	X	0,8743	0,0866	0,4524	0,3426
UNVA vertikální	0,8743	X	0,0100	0,4215	0,3277
AC	0,0866	0,0100	X	0,0548	0,0790
KC	0,4524	0,4215	0,0548	X	0,8101
KA _x	0,3426	0,3277	0,0790	0,8101	X

Tabulka 7 Korelační koeficienty pro skupinu očí s axiální délkou nad 23,5 mm

	UNVA horizontální	UNVA vertikální	AC	KC	KA _x
UNVA horizontální	X	0,8740	0,1091	0,0332	0,0091
UNVA vertikální	0,8740	X	0,2778	0,0742	0,0173
AC	0,1091	0,2778	X	0,0200	0,0332
KC	0,0332	0,0742	0,0200	X	0,8344
KA _x	0,0091	0,0173	0,0332	0,8344	X

Při rozdělení dat dle skupin axiálních délek oka, byla zjištěna nejvyšší závislost ve skupině axiálních délek 22,5-23,5 mm, a to závislost optické mohutnosti rohovky v centru (KC) na horizontální i vertikální UNVA. Hodnota korelačního koeficientu byla více jak 0,4. V případě axiální délky do 22,5 mm se nejvyšší závislost projevila také u KC. Nejvyšší korelace u skupiny nad 23,5 mm byla zjištěna u zrakové ostrosti a hloubky přední komory, kdy hodnota byla 0,1091 pro UNVA horizontální a 0,2778 pro UNVA vertikální.

7 Diskuze

Problematika této bakalářské práce je v dnešní době velmi významná. Se stárnutím člověka přichází také stárnutí oční čočky. Její odstranění s následnou implantací umělé nitrooční čočky je již běžné, proto je třeba neustále zjišťovat nové poznatky.

Prvním zkoumaným faktorem bylo pohlaví a věk pacientů. V daném souboru bylo celkem 24 mužů ve věkovém rozmezí 53-87 let a 42 žen ve věku od 52 do 88 let. Bylo zjištěno, že věkový průměr všech pacientů je 69,98 let se směrodatnou odchylkou $\pm 7,64$. V případě žen bylo nejvíce z nich operováno ve věkové skupině 71-80 let, u mužů to bylo podobné, nejvíce z nich bylo operováno mezi 71 a 80 rokem života, téměř stejný počet pacientů mužského pohlaví bylo operováno pro kataraktu mezi 61 a 70 rokem. Pokud jsme věk dali do souvislosti z některých parametrů nebyla zjištěna žádná závislost.

Dalším důležitým parametrem pro tuto práci byla nekorigovaná zraková ostrost do blízka, a to ve dvou pohledech. Korelačním koeficientem jsme dokázali, že vzájemná závislost těchto parametrů je 0,912, tedy velmi vysoká korelace. V horizontálním pohledu byla průměrná hodnota zrakové ostrosti 0,507 se směrodatnou odchylkou $\pm 0,152$, a právě v případě vertikálního pohledu docházelo ke zlepšení, průměrná hodnota byla 0,555 se směrodatnou odchylkou $\pm 0,148$. Pokud jsme soubor rozdělili dle axiální délky bulvy, nejlepší nekorigovanou znakovou ostrost do blízka se projevila u skupiny očí s axiální délkou od 22,5 do 23,5 mm. V jednom z pohledů docházelo ke zlepšení o jeden maximálně dva řádky. Lepší nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka ve vertikálním pohledu mělo 49 očí, což z celkového souboru činí 40,2 %.

Při porovnání potenciální závislosti zrakové ostrosti na optické mohutnosti rohovky v centru, ose vidění a hloubky přední komory byla největší korelace zjištěna u hodnoty KC, přesná hodnota pro celý soubor byla 0,2387 pro horizontální postavení očí a 0,2247 pro vertikální. Tento výsledek je hodnocen jako vzájemná slabá závislost. U ostatních parametrů byl korelační koeficient nižší, nejnižší byl zjištěn u hloubky přední komory.

Na téma nekorigované zrakové ostrosti bylo provedeno mnoho studií. Každá se zabývala různými parametry, které by mohly potenciálně ovlivňovat zrakovou ostrost do blízka. Byly vybrány dvě studie, které byly podrobněji rozebrány

První z nich je studie „Faktory ovlivňující zrakovou ostrost do blízka po implantaci monofokální nitrooční čočky“, kterou se zabýval Lim Dong Hui z Jižní Koreje. Do studie bylo zahrnuto 84 očí po operaci katarakty s následnou implantací monofokální nitrooční čočky. Dobré vidění do blízka bylo definováno jako $\geq J4$, a špatné vidění do blízka jako $< J4$. Analyzované faktory zahrnovaly mimo jiné – věk, pohlaví, nitrooční čočku, axiální délku oka, velikost zornice, stupeň a typ astigmatismu.

Výsledkem studie bylo, že velikost zornice a axiální délka byla nepřímo spojena s dobrým viděním na blízko. Velikost zornice menší než 2,6 mm, a axiální délka menší než 23 mm vedly k lepšímu vidění na blízko. Ostatní pozorované faktory se nijak neprojevíly. [36]

Druhou studií je „Nekorigovaná zraková ostrost u dětí s monofokální pseudofakíí“, která probíhala v USA pod dohledem Bharti Nihalaniho. Do studie bylo zahrnuto 41 očí 25 dětí starších 5 let. Dobré vidění bylo definováno jako 0,5 a lepší (20/40). Studie zahrnovala tyto faktory: keratometrie, axiální délka, typ IOL a předoperační a pooperační refrakce.

Dobrou zrakovou ostrost na dálku i blízko mělo 20 očí, dobrou zrakovou ostrost pouze na dálku 11 očí, pouze na blízko 6 očí, a horší zrakovou ostrost na dálku i blízko měly 4 očí. 30 očí (70%) mělo astigmatismus podle pravidla. Implantace monofokální nitrooční čočky měla za následek dobrou nekorigovanou zrakovou ostrost na dálku i blízko téměř u 50 % dětských očí. [36]

Z výše uvedených studií plyne, že dobrá nekorigovaná zraková ostrost může být ovlivněna menší velikostí zornice, a kratší axiální délkou oka. Ovlivňovat by ji mohl také astigmatismus podle pravidla.

8 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala zrakovou ostrostí po implantaci monofokální nitrooční čočky, po odstranění katarakty.

V teoretické části bylo cílem zpracovat několik kapitol blízkých dané problematice. V první z nich bylo podrobně zpracováno téma akomodace. Akomodace je velmi důležitý mechanismus pro vidění do blízka, po implantaci je tento mechanismus zcela ztracený. Další část byla věnována implantaci monofokální nitrooční čočky, se zaměřením na různé indikace k implantaci, nejvíce však na kataraktu. Jak bylo zmíněno výše, umělou nitrooční čočkou lidské oko ztrácí schopnost akomodace, u některých pacientů, je však možné pozorovat dobrou zrakovou ostrost na dálku i na blízko. Hodnota dobré zrakové ostrosti na blízko se může lišit v různých pohledových směrech. Ovlivněno to může být více faktory např. axiální délkou oka, typem nitrooční čočky, velikostí astigmatismu, šířkou zornice, hloubkou přední komory.

Do praktické části bylo zahrnuto celkem 122 očí 65 pacientů. Cílem této části bakalářské práce bylo zjistit, zda se při horizontálním či vertikálním postavení očí nekorigovaná zraková ostrost do blízka zlepší nebo zůstane stejná. Ze statistického hlediska lze říci, že v daném souboru pacientů došlo ke statisticky významnému zlepšení ve vertikálním pohledu, čímž se potvrdila Hypotéza 1. Při rozdělení souboru pacientů dle délky oka byla zraková ostrost v horizontálním pohledu vždy nižší.

Dalším cílem bylo zjistit, zda některý s předem určených parametrů souvisí právě s nekorigovanou zrakovou ostrostí do blízka. Dle zpracovaných výsledků můžeme říci, že zraková ostrost a optická mohutnost rohovky v centru vidění, v ose vidění a hloubka přední komory spolu příliš nekorelují. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u optické mohutnosti rohovky v centru vidění. Hodnota dosáhla korelačního koeficientu 0,3, což znamená nízkou závislost. Hypotéza 2 se tedy potvrdila, jelikož můžeme říci, že daný parametr více či méně souvisí s nekorigovanou zrakovou ostrostí do blízka.

Z celkových výsledků bakalářské práce můžeme říci, že při vertikálním postavení oka při pohledu do blízka dochází ke zlepšení zrakové ostrosti. Ze zkoumaných parametrů byla optická mohutnost rohovky v centru nejvíce závislá na zrakové ostrosti. Pro další zkoumání dané problematiky by mohly být zkoumány jiné parametry, např. stupeň astigmatismu, velikost zornice a další.

Seznam použité literatury

- [1] KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [2] HORNOVÁ, Jara. *Oční propedeutika*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4087-4.
- [3] LEE ANN REMINGTON a WITH A CONTRIBUTION BY EILEEN C. MCGILL. *Clinical anatomy of the visual system*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Elsevier-Health Services Division, 2004. ISBN 07-5067-490-3.
- [4] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [5] *Mechanismus akomodace a presbyopie – 4oci*, 2016 [online]. [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <http://www.4oci.cz/mechanismus-akomodace-a-presbyopie_4c179>
- [6] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-X.
- [7] BENJAMIN, William J., *Borish's Clinical Refraction*, ed. 2., Butterworth-Heinemann-Elsevier, 2006, ISBN: 978-0-7506-7524-6.
- [8] HAVELKOVÁ, Barbara. *Refrakční stav oka ve vztahu k očním a celkovým chorobám*. Česká oční optika. 2016, 2016(1), 80. ISSN 1211.
- [9] BAŠTECKÝ, Richard. *Praktická brýlová optika*. Praha: R + H Optik, 1997.
- [10] AUTRATA, R., VANCUROVÁ, J. *Nauka o zraku*. 1. vydání. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [11] BASS, Michael, editor-in-chief, Jay M. Enoch, associate editor JAY M. ENOCH, ASSOCIATE EDITOR a associate editor. *Handbook of optics*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-0-07-162928-7.
- [12] *Implantace nitroočních čoček*. [online]. [cit. 2018-01-07]. Dostupné z: <http://ocniklinikahp.cz/laserove-operace-oci/implantace-nitroocnich-cocek/>
- [13] Katarakta a nitrooční čočky. 1. část – *Katarakta a operační techniky*. Česká oční optika. 2017, 57(4). ISSN 1211-233X.

- [14] KRAUS, Hanuš. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [15] NOVÁKOVÁ, Iva. *Ošetřovatelství ve vybraných oborech: dermatovenerologie, oftalmologie, ORL, stomatologie*. Praha: Grada, 2011. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3422-4
- [16] ROACH, Linda a Jean SHAW. *Eyes on Europe: New Options in Multifocal IOLs*. *EyeNet Magazine* [online]. 2012 [cit. 2018-01-09]. Dostupné z: <https://www.aao.org/eyenet/article/eyes-on-europe-new-options-in-multifocal-iols>
- [17] NIHALANI BR, VanderVeen DK. *Uncorrected visual acuity in children with monofocal pseudophakia* J Cataract Refract Surg. 2013 Mar;39(3):419-24. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.09.021.
- [18] *Pseudofakie*. MedicaBaze.cz [online]. [cit. 2018-01-08]. Dostupné z: http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term_detail&termId=1088
- [19] *Péče optometristy o klienta po operaci katarakty*. *Česká oční optika*. 2013, 54(03), 4. ISSN 1211–233X.
- [20] *Šedý zákal a jeho moderní léčba*. Vital [online]. 2009, 18.12.2009, 2009(4), 1 [cit. 2018-01-08]. Dostupné z: <https://vitalplus.org/sedy-zakal-a-jeho-moderni-lecba/>
- [21] NANAVATY MA, Vasavada AR, Patel AS, Raj SM, Desai TH. *Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 32(7); 2006: 1091-1097.
- [22] BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.
- [23] HOLLADAY, Jack T. *Quality of vision: essential optics for the cataract and refractive surgeon*. Thorofare, NJ: SLACK, c2007. ISBN 978-1-55642-801-2.
- [24] NELSON LEONARD B. a SCOTT E. OLITSKY, ed. *Harley's pediatric ophthalmology*. 5th ed. Philadelphia, Pa, 2005. ISBN 07-817-5083-0.
- [25] Topographic maps. In: *Dr. Damien Gatinel – Ophthalmology. Cataract Surgery. Refractive Surgery. Clinical Optics* [online]. 2016 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z:

- <https://www.gatinel.com/wp-content/uploads/2010/01/cartes-topographie-corn%C3%A9enne.jpg>
- [26] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [27] *BMC Ophthalmology* [online]. 2014, 14(1) [cit. 2018-05-05]. ISSN 1471-2415. Dostupné z: <http://bmcophthalmol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2415-14-20>
- [28] SMITH, Scott D. *Anterior Segment OCT and Angle Closure*. In: Review of Ophthalmology [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.reviewofophthalmology.com/article/anterior-segment-oct-and-angle-closure>
- [29] SYNEK, Svatopluk a SKORKOVSKÁ Šárka. *Fyziologie oka a vidění*. 2., doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [30] HUSSAIN, Rumana N., Fatema SHAHID a Geoffrey WOODRUFF. *Axial Length in Apparently Normal Pediatric Eyes*. *European Journal of Ophthalmology* [online]. 2018, 24(1), 120-123 [cit. 2018-05-05]. DOI: 10.5301/ejo.5000328. ISSN 1120-6721. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.5301/ejo.5000328>
- [31] MARK W. LEITMAN. *Manual for eye examination and diagnosis*. 7th ed. Malden, Mass: Blackwell Pub, 2007. ISBN 978-140-5168-229.
- [32] DOSHI, Sandip a Bill HARVEY. *Eye essentials: Assessment and investigative techniques*. Elsevier Limited, 2005. ISBN 0-7506-8853-X.
- [33] SLEZÁKOVÁ, Lenka. *Ošetřovatelství pro zdravotnické asistenty: Dermatovenerologie, oftalmologie, ORL stomatologie*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2506-2.
- [34] KOLARČÍK, Lukáš, Václav DEDEK a Michal PTÁČEK. *Příručka pro sestry v oftalmologii*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5458-1.
- [35] LEŠTÁK, Ján, *Výukový materiál předmětu „Vyšetřování zrakových funkcí“*
- [36] LIM Dong Hui. *Factors affecting near vision after monofocal intraocular lens implantation*. *Journal of refractive surgery*. [online]. 2013, 29 (3), 200-204 [cit.

2018-01-02]. DOI: 10.3928/1081597X-20130129-06 Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23446017>

- [37] Bharti R. Nihalani. *Uncorrected visual acuity in children with monofocal pseudophakia*. Journal of refractive surgery. [online]. 2013, 2013 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: [http://www.jcrsjournal.org/article/S0886-3350\(12\)01521-0/fulltext](http://www.jcrsjournal.org/article/S0886-3350(12)01521-0/fulltext)

Seznam symbolů a zkratek

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
AL	Axiální délka bulbu
AC	Hloubka přední komory
KC	Optická mohutnost rohovky v centru
KAx	Optická mohutnost rohovky v ose vidění
Dpt	Dioptrie
UNVA	Nekorigovaná zraková ostrost do blízka

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Princip Helmholtzovy teorie akomodace [1]	4
Obrázek 2.2 Princip teorie akomodace podle Schachara a Tcherninga [1].....	4
Obrázek 2.3 Závislost akomodační amplitudy (šíře) na věku [1].....	7
Obrázek 3.1 Schéma operace katarakty [13]	10
Obrázek 3.2 Refrakční multifokální nitrooční čočka [16].....	14
Obrázek 3.3 Difrakční multifokální nitrooční čočka [16]	14
Obrázek 4.1 Ukázka topografické mapy rohovky [25]	16
Obrázek 4.2 Biometrie přední komory oka [28].....	17
Obrázek 4.3 Gullstrandův model oka [1]	17
Obrázek 5.1 Snellenův optotyp [32].....	19
Obrázek 5.2 LogMAR optotyp typu ETDRS [32]	19
Obrázek 5.3 Jägerovy tabulky do blízka [35].....	20
Obrázek 6.1 Počet mužů a žen v závislosti na věkových skupinách.....	22
Obrázek 6.2 Závislost UNVA vertikální na UNVA horizontální	24
Obrázek 6.3 Nekorigovaná zraková ostrost do blízka v závislosti na axiální délce oka.....	25
Obrázek 6.4 Četnost ve skupině axiální délky bulbu u hypermetropických a emetropických očí	26
Obrázek 6.5 Celková četnost ve skupině axiální délky bulbu.....	27
Obrázek 6.6 Závislost optické mohutnosti rohovky v centru na UNVA horizontální	29
Obrázek 6.7 Závislost optické mohutnosti rohovky v centru na UNVA vertikální	29

Seznam tabulek

Tabulka 1 Průměrné hodnoty UNVA.....	23
Tabulka 2 Průměrné hodnoty UNVA dle skupin axiálních délek oka	23
Tabulka 3 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů	26
Tabulka 4 Korelační koeficienty daných parametrů pro všechny oči	30
Tabulka 5 Korelační koeficienty pro skupinu očí s axiální délkou do 22,5 mm.....	30
Tabulka 6 Korelační koeficienty pro skupinu očí s axiální délkou 22,5-23,5 mm	31
Tabulka 7 Korelační koeficienty pro skupinu očí s axiální délkou nad 23,5 mm.....	31