

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

Vidění po implantaci multifokálních nitroočních čoček

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Petra Očadlíková

Obor R13533 OPTOMETRIE

Studijní rok: 2016/2017

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. Mgr. František Pluháček, Ph.D.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Mgr. Františka Pluháčka, Ph.D. a za použití literatury uvedené v závěru.

V Olomouci dne 21. 4. 2017

.....

Petra Očadlíková

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi během psaní bakalářské práce pomáhali, především RNDr. Mgr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D. za odborné rady a pomoc.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem “Optometrie a její aplikace“, č. IGA_PrF_2017_003.

Obsah

1. ÚVOD.....	3
2. NITROOČNÍ ČOČKY	4
2.1. Historie nitroočních čoček	4
2.2. Klasifikace umělých nitroočních čoček	4
2.3. Výpočet optické mohutnosti čočky	7
2.4. Předoperační vyšetření	8
2.5. Průběh operace	8
2.6. Pooperační péče	10
3. MULTIFOKÁLNÍ NITROOČNÍ ČOČKY (MIOL)	11
3.1. Dělení MIOL.....	11
3.2. Užití MIOL.....	13
3.3. Výběr pacienta	13
3.4. Neuroadaptace.....	16
3.5. Kontraindikace	16
4. KOMPLIKACE PO IMPLANTACI MIOL	17
4.1. Peroperační komplikace	17
4.2. Časné pooperační komplikace.....	18
4.3. Pozdější komplikace.....	19
4.3.1. Zdravotní pozdější komplikace	19
4.3.2. Optické pozdější komplikace	20
5. REFRAKCE A VIDĚNÍ PO IMPLANTACI MIOL	21
5.1. Vliv zornice	21
5.2. Refrakční stav oka.....	22
5.3. Aberace vyšších řádů	22
5.4. Zrková ostrost a její hodnocení	23
5.4.1. Defokusační křivka.....	24
5.4.2. Zrková ostrost na základní pracovní vzdálenosti.....	25
5.5. Kontrastní citlivost	26
5.6. Fotické fenomény.....	27
6. SPECIÁLNÍ PŘÍPADY V IMPLANTOLOGII MIOL:	29
6.1. Astigmatismus u MIOL.....	29

6.2. Mix Match.....	29
6.3. Děti.....	30
6.4. Akomodační čočky.....	30
7. ZÁVĚR	32
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	34
SEZNAM ZKRATEK	42

1. ÚVOD

Zrak je smysl, který umožňuje vnímat světlo, různé barvy, tvary. Pro člověka je to smysl nejdůležitější, asi 80 % všech informací vnímáme zrakem. Zrak se také velmi významně podílí na orientaci v prostoru.

Pro člověka v dnešní společnosti rostou nároky na kvalitu vidění do všech vzdáleností. Potřeba dobrého vidění do dálky je nutná především při řízení motorových vozidel, ve škole atp. Komfortní vidění do blízka je samozřejmé při čtení, ruční práci atd. Při stále častějším používání výpočetní techniky přibyl i zvýšený nárok na dobré vidění na střední vzdálenost.

Mnozí lidé se zároveň nechtějí nechat omezovat používáním brýlové korekce. Tato situace má v současné době více řešení. Každá z možných metod má ovšem svá omezení a není vhodná pro všechny pacienty. Jednou z možností je implantace multifokálních nitroočních čoček. Využití multifokálních nitroočních čoček je široké, vhodné jsou pro dospělé i děti s kataraktou, ale také pro ty, kteří chtějí odstranit pouze svou dioptrickou vadu.

Tohle téma jsem si pro svou bakalářskou práci vybrala, neboť je všeobecně velmi zajímavé a v praxi se s ním často setkávám. Také si myslím, že pro optometristu je to důležité téma, především proto, aby byl při diskusi s pacientem schopen podat informace o principech, výhodách a nevýhodách různých nitroočních čoček. Cílem bakalářské práce je objasnit téma korekce refrakční vady multifokální nitrooční čočkou a pomoci čtenáři zorientovat se v dané problematice. V práci bude realizována rešerše literatury a aktuálních studií, které se danému tématu věnují.

Úvod práce se věnuje obecně nitroočním čočkám. Těžištěm práce je nejen popis přínosů a slabin multifokálních nitroočních čoček, ale především určení neoptimálnějšího typu pro pacienta, v závislosti na jeho konkrétních požadavcích na vidění. V závěru jsou podány informace týkající se speciálních případů v implantologii těchto nitroočních čoček.

2. NITROOČNÍ ČOČKY

Nitrooční čočky (intraocular lens – IOL) jsou umělé čočky, které jsou nastálo uloženy v oku. Pokud IOL nahrazují vlastní čočku z důvodu zákalu, traumatu, nebo vzhledem k refrakci, nazývají se artefakické. V případě, že jsou IOL přidány k vlastní čočce, označují se jako čočky fakické [1]. Tato kapitola je zaměřena na uvedení do problematiky IOL a zbývající část práce shrnuje specifika multifokálních IOL (MIOL). Nejprve jsou tedy podány informace o vzniku IOL, jejich dělení podle konstrukce, místa umístění, počtu ohnisek, struktury a materiálu. V této kapitole je taktéž obsažen výpočet optické mohutnosti, na což navazuje problematika operace a následné péče.

2.1. Historie nitroočních čoček

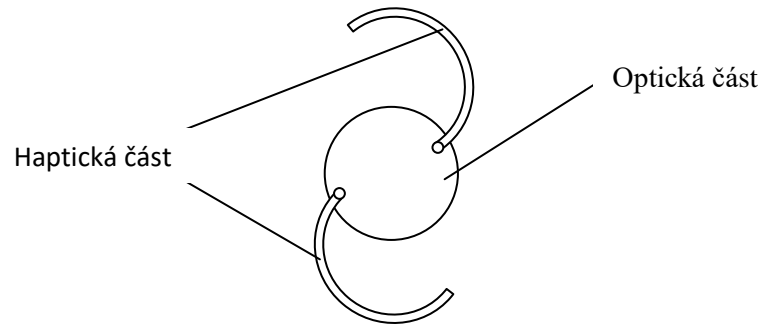
Prvenství v této oblasti má chirurg Harold Ridley z roku 1950. Tyto nitrooční čočky kvalitou zdaleka neodpovídaly těm dnešním. V následujících letech byla čočka umístěna do přední komory, což ovšem vyvolávalo rohovkové dekompenzace. Problematický byl také výpočet optické mohutnosti implantované čočky, po zavedení ultrazvukové biometrie se výsledky výrazně zlepšily. V 90. letech se díky přístrojovým technikám přešlo k fakoemulzifikaci a byly vyráběny měkké nitrooční čočky, které lze implantovat malým řezem. [2, 3]

2.2. Klasifikace umělých nitroočních čoček

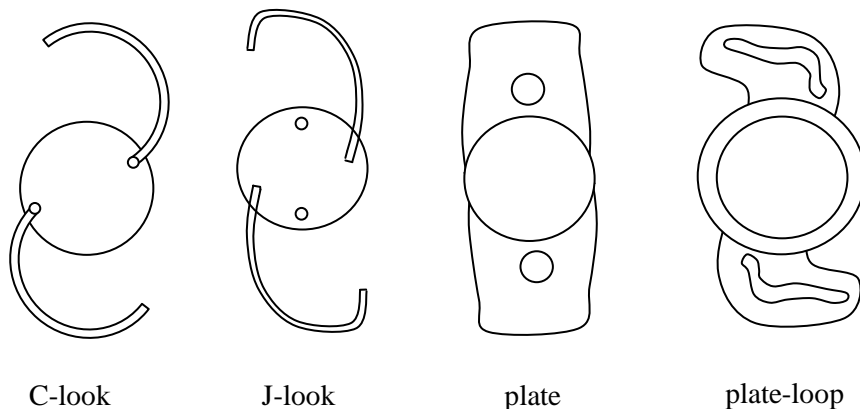
IOL můžeme klasifikovat dle tvaru jejich optické a haptické části, polohy čočky v oku a počtu ohnisek. Dělení je také možné na základě přítomnosti či nepřítomnosti filtrů v IOL. Při volbě materiálu IOL přichází v úvahu více možností.

Nitrooční čočka je tvořena ze dvou částí – optické a haptické. Funkcí haptické části je fixace čočky a optická část nahrazuje optické vlastnosti odstraněné vlastní čočky. Podle designu haptické části jsou IOL označovány jako C-loop, J-loop, plate a plate-loop (viz obr. 2). Cílem výběru vhodného designu haptické části čočky je nejen dosažení co největší stability, ale také snížení rizika vzniku sekundární katarakty. Okraj optické části bývá zaoblený nebo ostrý. Ostrá linie je prevencí pro opacifikaci pouzdra čočky, ovšem nevýhodou jsou oproti zaoblené linii světelné fenomény.

Podle spojení haptické a optické části dělíme čočky na jednokusové a vícekusové. Vícekusové IOL, které jsou většinou používány jako akomodační (blíže jsou popsány v 6. kap.), jsou náchylnější k decentraci v porovnání s jednokusovými IOL. Akomodační čočky mají speciální spojení mezi optickou a haptickou částí, které je vyrobeno z nejflexibilnějšího a nejtenčího materiálu. Díky posunu optické části vpřed je umožněna pseudofakická akomodace. [1, 4, 5]



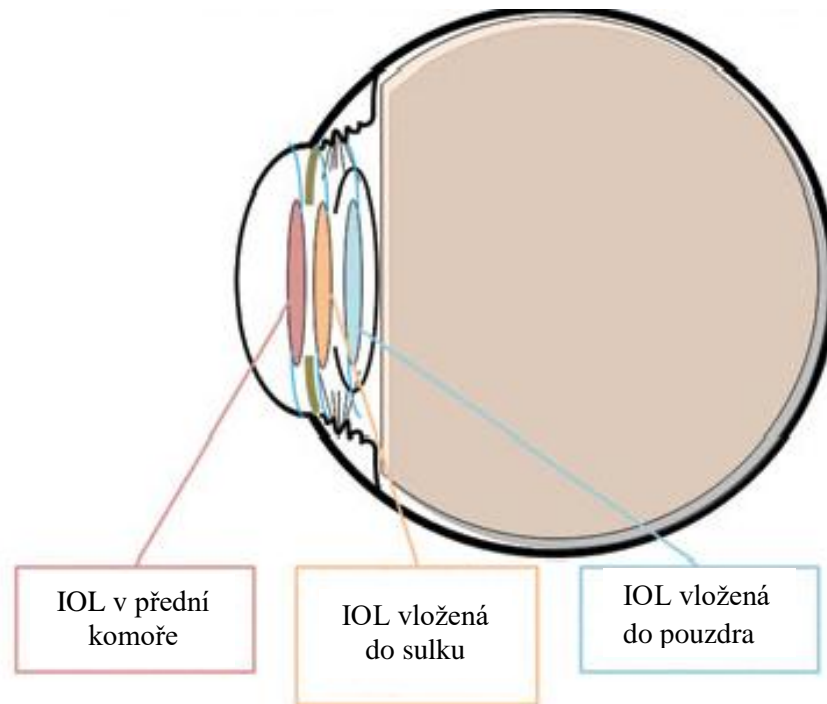
Obr. 1: Schéma IOL



Obr. 2: Možnosti designu haptické části IOL

Čočky charakterizuje místo implantace, možností je přední a zadní komora. Čočky se podle daného umístění liší tvarem haptické části a konstantou A. Tato konstanta souhrnně specifikující tvarové parametry a umístění čočky je dána výrobcem, liší se podle designu čočky a je podstatná pro výpočet optické mohutnosti IOL (viz kap. 2.3.). Implantace do přední komory jsou méně časté, typicky při porušení zadního pouzdra, nebo při sekundární implantaci. Většina předněkomorových čoček má

esovitou haptickou část upínající se v komorovém úhlu. Zadněkomorové čočky se implantují do čočkového pouzdra. Optická mohutnost roste s krokem 0,50D od - 10,00 D do + 35,00 D. [5, 6]



Obr. 3: Možnosti umístění IOL v oku – upraveno podle [7]

Podle počtu ohnisek dělíme nitrooční čočky na monofokální a multifokální. Monofokální čočky lámou světlo do jednoho ohniska. Pacient po operaci potřebuje brýle buďto na blízko, nebo do dálky. Většina pacientů upřednostňuje vidění do dálky bez brýlové korekce. Nicméně myopové zvyklí číst bez brýlí většinou dávají přednost druhé variantě. Další skupinou jsou multifokální čočky se dvěma nebo více ohnisky, které umožňují vidění na více vzdáleností. [5, 8] Těmto čočkám se podrobněji věnují další kapitoly.

Některé IOL zahrnují UV filtr, který eliminuje vlnové délky v ultrafialovém spektru pod 400 nm. Schopností čočky je toto záření absorbovat, což přispívá k ochraně sítnice. Vlastní čočka člověka má totiž také strukturu, která chrání před UV zářením. UV záření je nebezpečné a neúčinné pro zrakové funkce, a proto je dobré tuto složku pomocí IOL odfiltrovat. Existují také čočky blokující modré světlo, které chrání sítnici v souvislosti s degenerací makuly. Dřívější studie [11] prokazují u pacientů s IOL

s filtrem pro modré světlo snížení skotopického vidění, jenž působí obtíže zejména při řízení v noci. Naopak novější klinické studie [12] neuvádí u IOL s modrým filtrem žádné obtíže s barevným vnímáním, ani nočním viděním. [1, 8 – 10]

Podle materiálu můžeme nitrooční čočky dělit na tvrdé (PMMA) a měkké (foldovatelné). PMMA (polymethylmethakrylát) byl první materiál používaný pro výrobu čoček, jeho výhodou je vysoká snášenlivost s tkání. Nevýhodou těchto čoček je ovšem tvrdost, vzhledem k nemožné implantaci malým řezem. Hydrofobní akrylátové čočky jsou tenčí a pomaleji se rozvíjejí, díky čemuž jsou lépe zaváděny do oka. Jejich nevýhodami je menší elasticita a větší náchylnost k poškrábání. V dnešní době jsou všechny nitrooční čočky, které se používají pro implantaci mikroincizí, jsou vyrobené z hydrofilního akrylátu. Silikonové čočky jsou vyrobeny z polymerů silikonu a kyslíku. Obsah vody je nízký a jejich elasticita je v porovnání s akrylátovými čočkami lepší. Silikonové čočky novější generace silikonu jsou tenčí, díky čemuž je umožněna implantace menším řezem. Collamer je speciální materiál, který je složen z kolagenu, UV absorbujících chromoforů a polyHEMA kopolymerů. Jedná se o čočky hydrofilní, zaručující dobré optické vlastnosti a lepší kontrastní citlivost, ale cena je vyšší. [3, 9, 13, 14]

Ideální čočka by měla mít tyto vlastnosti [3]:

- vysoká biokompatibilita,
- implantace minimální incizí, což nezpůsobí chirurgický astigmatismus,
- transparentnost, která propustí maximum světelných paprsků,
- minimální nebo žádné zadní kapsulární zkalení,
- stabilita,
- zaručení požadované zrakové ostrosti, případně snadná dokorekce,
- minimalizace aberací vyšších řádů.

2.3. Výpočet optické mohutnosti čočky

K určení síly IOL je třeba provést keratometrii, čímž je zjištěna optická mohutnost rohovky, a změřit axiální délku oka. Tyto tzv. biometrické hodnoty jsou dosazeny do matematických vzorců. Biometrie může být ultrazvuková a optická.

Ultrazvuková biometrie je kontaktní metoda, kdy jsou díky amplitudám odražených vln zobrazeny vzdálenosti očních tkání. Optická biometrie je nekontaktní metoda, kde se délka oka měří podél zrakové osy. U optické biometrie je předvídatelnější refrakční výsledek, ve srovnání s ultrazvukovou technikou. V případě pokročilého zákalu čočky lze použít pouze ultrazvukovou metodu měření. Důvodem je, že při optické biometrii je světlo pohlceno neprůhledným prostředím oka. Špatně provedená biometrie může u pacienta vyvolat nežádoucí pooperační refrakci. [1, 5, 15 – 17]

Naměřené hodnoty (biometrické hodnoty v mm, zakřivení rohovky v D, A konstanta IOL (viz kap. 2.2.)) jsou vloženy do speciálních matematických vzorců. Cílem je obvykle takový výpočet, po němž by pacient byl po implantaci IOL emetropem. Složitější vzorce zahrnují i další nebiometrické faktory, které ovlivňují cílovou mohutnost IOL. Patří zde stav výchozí refrakce, věk pacienta, refrakce druhého oka, pracovní a také životní podmínky pacienta [18, 19].

2.4. Předoperační vyšetření

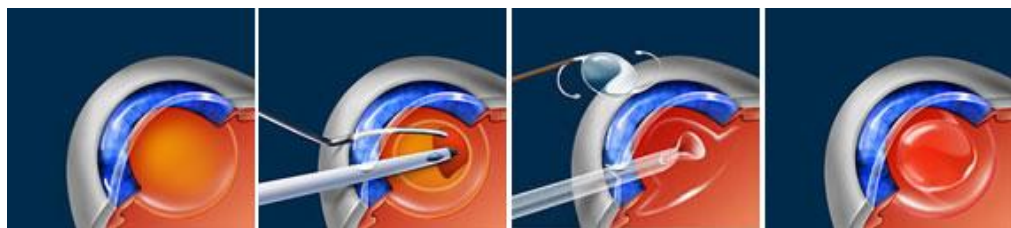
Nejprve je provedena celková anamnéza, podstatná jsou veškerá systémová onemocnění a léky, které pacient užívá. Nezbytné jsou informace týkající se dřívějšího onemocnění oka a špatného vizu v dětství. Po vyšetření vizu do dálky a do blízka je provedena refrakce a také zkontrolována pupilární odezva. Vyšetření na šterbinové lampě se doporučuje v mydriáze. Posouzením očního pozadí, především makuly, se vyloučí jiné příčiny sníženého vidění. U nadměrných opacit v čočce nelze vyšetřit oční pozadí, proto je provedeno ultrazvukové vyšetření (B-scan). Důvodem je vyloučení patologického nálezu na fundu. Nutností je také kontrola počtu endotelových buněk. [15]

2.5. Průběh operace

Operační zákrok probíhá stejně jako u operace katarakty, kdy je odstraněna zkalená čočka, tak u refrakční operace, kdy je odstraněna čočka čirá. Jedná se ve velké většině o ambulantní operační zákrok, který trvá 10 – 15 minut. Vše probíhá pouze v místním znecitlivění, kterého je docíleno aplikací očních kapek po dobu 30 minut před zákrokem. Oční chirurg na operačním sále vytvoří mikroskalpelem jeden nářez

rohovky a pomocné incize. Tímto otvorem se odsaje vnitřek čočky a do pouzdra, které po ní zůstane, se vloží umělá nitrooční čočka o vypočítané dioptrické hodnotě.

Dříve se prováděla operace metodou intrakapsulární, kdy je odstraněna čočka i s pouzdrém. Tato metoda se dnes již prakticky neprovádí, její hlavní nevýhodou byl velký řez a výrazný indukovaný pooperační astigmatismus. Dnes je metodou volby technika extrakapsulární, při které je pouzdro ponecháno. Extrakapsulární technika probíhá nejprve otevřením pouzdra (kapsulotomie či kapsulorexe) a následně je odstraněno jádro (nukleus) a čočková kůra (kortex). Současnou nejpoužívanější technikou je manuálně prováděná kapsulorexe a fakoemulzifikace ultrazvukem. Ultrazvuk rozdrťí čočkové jádro, které je následně i s kortexem odsáto za použití malé incize. Velikost řezu může být od 6 mm (dáno velikostí optické části), po aktuálně nejvíce rozšířenou mikroincizi menší než 2 mm. Technika malého řezu má dvě možnosti provedení, buďto rohovkovým řezem, nebo sklerálním tunelem. Implantace IOL probíhá většinou injektorem. Mezi výhody implantace injektorem patří malá incize a zachování sterility. [5, 20]



Obr. 4: Postup při implantaci IOL [21]

Do moderní chirurgie začalo v posledních letech pronikat i používání femtosekundového laseru. Femtosekundový laser při operaci provádí řezy rohovky a předního obalu čočky – tzv. přední kapsulotomii, která se stává díky této metodě přesnou co do jejího rozměru a centrace. Výsledkem je výborná stabilizace implantované nitrooční čočky v pouzdře původní čočky. Díky laseru je pozorován i nižší počet druhotných šedých zákalů (tzv. sekundární katarakta). Pokud je zvolena laserová operace, bude čočka nejprve ošetřena laserem a následně celá operace dokončena na operačním sále odsátím laserem rozmělněné čočky a vložením čočky umělé. Předností této metody je větší bezpečnost, šetrnost a efektivita zákroku s minimálním počtem komplikací. Výhodou této metody proti častěji používané dosavadní technice, kdy se čočka rozmělní ultrazvukem, je snížení negativního vlivu

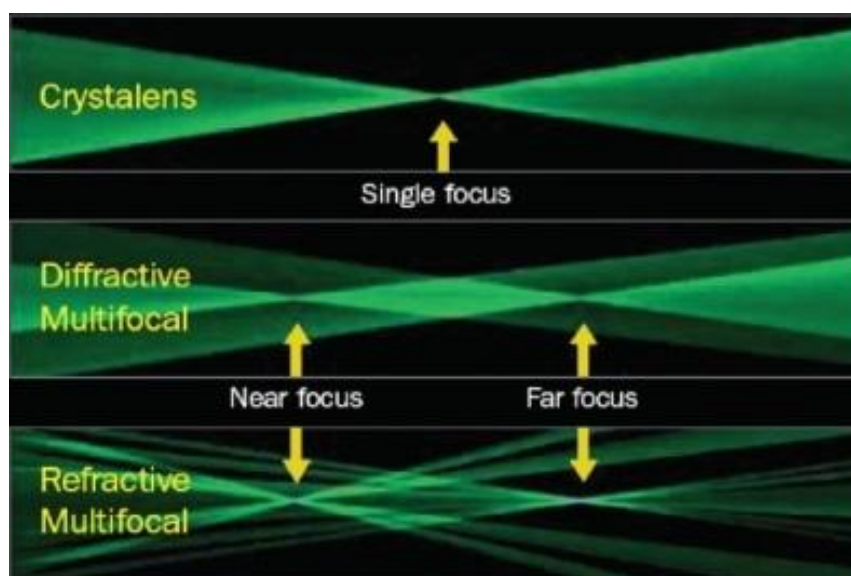
na okolní struktury, zejména rohovku, která se může přechodně zkalit. Během ultrazvukového odstranění čočky může dojít i k poškození duhovky, roztržení zadního pouzdra čočky a dalším komplikacím. Laserovou asistencí se operace stává výrazně bezpečnějším výkonem, efektivnějším a šetrnějším, což může mít pozitivní vliv na pooperační hojení. U pacientů operovaných femtosekundovým laserem bylo rychleji ustáleno vidění, objevily se menší odchylky od požadované refrakce a dříve nastalo pooperační zotavení [22, 23].

2.6. Pooperační péče

Typické je lokální podávání antibiotik a kortikosteroidů v období 2 týdnů s následnou indikací nesteroidních antiflogistik [8]. Studie [24] porovnávala nesteroidní protizánětlivé léky a steroidy po operaci katarakty. Lepších výsledků bylo dosaženo při bolestivosti oka a hyperémii s nesteroidními protizánětlivými léky.

3. MULTIFOKÁLNÍ NITROOČNÍ ČOČKY (MIOL)

Podstatou těchto čoček je, že umožňují zaostřit na sítnici světelné paprsky, které přicházejí z blízka i z dálky. Díky tomu je oko po operaci schopno bez brýlí sledovat televizi, číst knížku či počítačový text. Na principu simultánního vidění je docíleno toho, že při dioptrickém rozdílu minimálně 3 D mezi optickými systémy mozek vnímá obrazy separátně. V praxi to znamená přítomnost minimálně dvou odlišných optických mohutností. Tyto rozdílné dioptrické síly vytváří současně dva obrazy pozorovaného předmětu. Na sítnici je za normálních světelných podmínek jeden obraz ostrý a druhý rozmazaný. Kapitola se již výhradně věnuje MIOL, jejich dělení a užití. Především je zde klíčový výběr vhodného pacienta a zhodnocení možných kontraindikací. [1, 8]



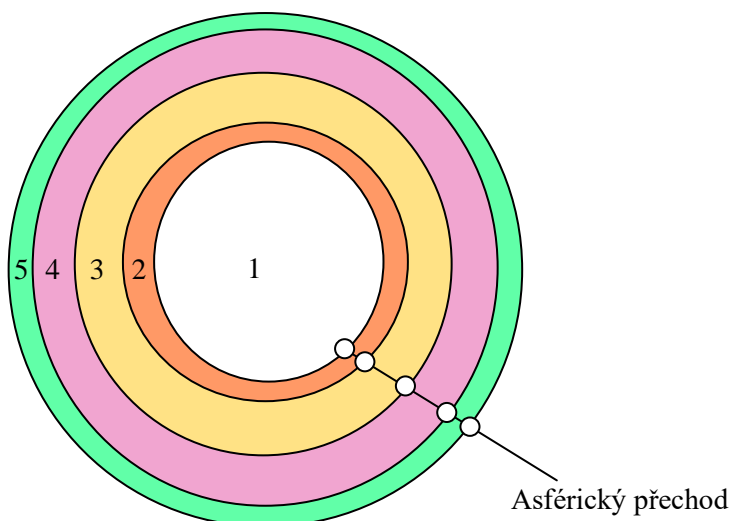
Obr. 5: Schéma dvou ohnisek vytvořených pomocí MIOL – princip jejich vzniku se s refrakční a difrakční MIOL liší (viz kap. 3.1.) [25]

3.1. Dělení MIOL

Multifokální čočky dělíme na refrakční a difrakční. Dále mohou být též v kombinované formě refrakčně – difrakční čočky.

Multifokální refrakční IOL jsou složeny z koncentrických zón (obr. 6), v nichž se střídají prostředí s jinou optickou mohutností. Tím je zajištěna existence obvykle dvou ohnisek. Při pohledu do dálky se tedy na sítnici vytvoří jeden ostrý obraz (zobrazený zónami 1, 3, 5) a jeden neostrý (zóny 2, 4). Při pohledu do blízka je to obdobné (ostrý obraz od zón 2, 4 a neostrý od zón 1, 3, 5). Neostrý obraz se musí

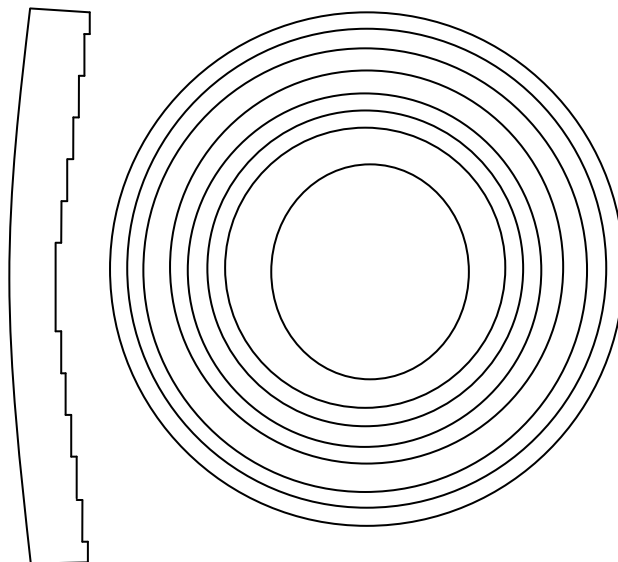
mozek naučit nevnímat – dochází k tzv. neuroadaptaci (viz kap. 3.4.). Uspokojivé vidění obrazu ze střední vzdálenosti zajišťují asférické přechody mezi zónami. [5]



Obr. 6 : Schéma refrakční MIOL

U difrakčních čoček dochází k vytvoření dvou ohnisek pomocí difrakce – ohybu světla. Povrch difrakční čočky obsahuje schodkovitou strukturu (obr. 7), která podobně jako optická difrakční mřížka vytváří ohybová maxima a minima. Design struktury je navržen tak, aby se téměř veškerá světelná energie soustředila pouze do dvou maxim, která vlastně zastupují ohniska. Při pohledu do dálky, resp. blízka, je na sítnici zobrazeno jedno, resp. druhé maximum. Pacient tak opět vnímá dva obrazy – jeden ostrý a jeden rozmazaný. Rozmazaný musí pomocí neuroadaptace potlačit (viz kap. 3.4). [5]

Existují 2 typy difrakčních MIOL - bifokální a trifokální. S bifokální difrakční MIOL je dosaženo dobrého vidění do dálky a na blízko. Omezení představuje vidění na střední vzdálenost, např. na PC, což je v moderní době podstatným omezením. V případě použití trifokální difrakční MIOL (obsahují 3 difrakční maxima) je umožněno dobré vidění i na střední vzdálenost, díky tomu PC ani přístrojová deska v autě nejsou limitní [26]. Studie [27] dokazuje, že trifokální čočky dosahují lepšího výsledku za jakýchkoli podmínek osvětlení na všechny pozorovací vzdálenosti v porovnání s bifokální čočkou.



Obr. 7 : Schéma difrakční MIOL

3.2. Užití MIOL

Důvodem k implantaci MIOL je operace refrakční a operace šedého zákalu. U refrakční operace se jedná čistě jen o korekci dioptrických vad, kdy je z oka odstraněna čirá čočka (CLE – clear lens exchange). Uplatnění této metody je u mladých pacientů s vysokou refrakční vadou, kterou nelze řešit laserovými operacemi. Nejčastěji je implantace MIOL doporučována a využívána u presbyopických pacientů, se zhoršeným viděním jak na dálku, tak i na blízkou vzdálenost. Vhodní jsou také pacienti, kterým byl v jejich mladém věku proveden refrakční laserový zákrok kvůli zhoršenému vidění na dálku. A nyní, když nastávají presbyopické potíže je implantace MIOL metodou volby.

Druhým důvodem implantace MIOL je operace katarakty. V důsledku zkalení vlastní čočky dochází k postupnému zhoršení vidění. Obvykle je katarakta způsobena věkem, ale jsou také katarakty traumatické, metabolické (diabetes), nebo mohou být vyvolané léky. Jednou z možností volby nitrooční čočky se tedy stává i čočka multifokální. [3, 28]

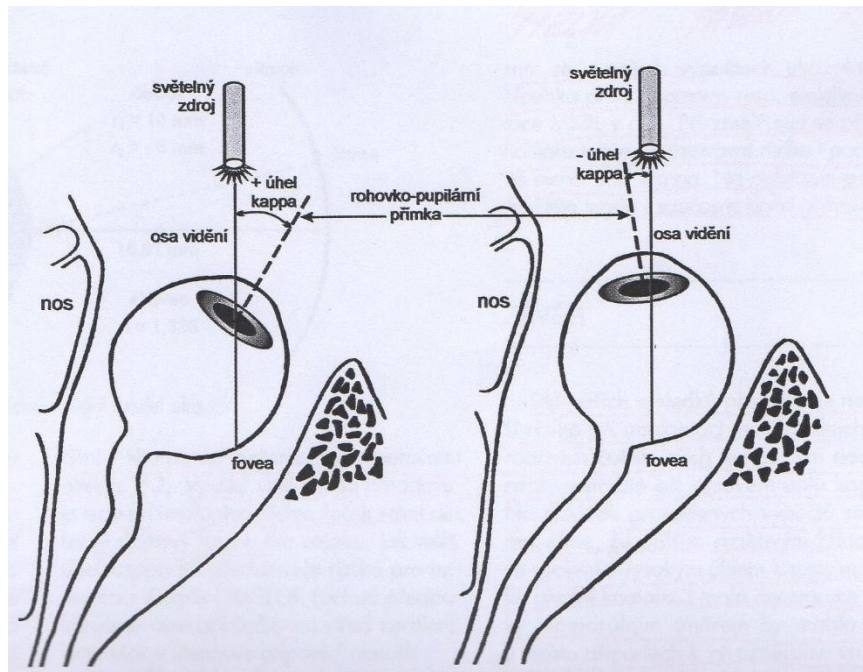
3.3. Výběr pacienta

Typ ani velikost refrakční vady nejsou striktně dány, avšak tyto parametry ovlivňují zrakové vnímání pacientů. Věk pacienta také není určen, odvíjí se hlavně od psychické kondice pacienta, nicméně pacienti ve vyšším věku jsou méně

adaptivnější. Mladší pacienti, jak s presenilní kataraktou, tak s vysokou hypermetropií, hodnotí výsledný vize po implantaci MIOL velmi kladně. [8, 29]

Většina pacientů k implantaci MIOL má však věk nad 40 let. Za nejlepší kandidáty jsou považováni pacienti s presbyopií a jistým stupněm hypermetropie [30]. Pokles akomodace je již od dřívějšího věku, což má vliv na zhoršenou zrakovou ostrost i na dálku. Operace presbyopických pacientů s vysokou hypermetropií je komplikovanější z důvodu obtížnějšího měření biometrie a vysokému riziku v nepřesnosti optické mohutnosti implantované čočky. Díky lepším technologiím a designu MIOL je možné dnes operovat i presbyopy s emetropickým viděním do dálky. Nevhodní pacienti jsou myopové s lehkou vadou, schopní číst bez brýlí, jelikož nebudou spokojeni s viděním na čtení. Výjimkou mohou být lehčí myopové s kataraktou, která způsobuje pokles vidění do dálky i do blízka. V tomto případě implantace MIOL nabízí zlepšení zrakové ostrosti. U vysoké myopické vady byli pacienti výsledkem operace potěšeni, ovšem je nutné zde zvážit rizika pooperačních komplikací ve smyslu odchlípení sítnice. Někteří pacienti také neumí plně zpracovat multifokální obraz z důvodu strukturálních změn sítnice. V případě jednostranné katarakty pacienti v nepresbyopickém věku zaznamenají s MIOL pokles vidění na blízko a střední vzdálenost. U presbyopických pacientů je tento stav lepší. [8, 31, 32]

Při výběru pacienta by měla být brána zřetel na úhel kappa. Jedná se o úhel mezi osou vidění a pupilární přímkou. Osa vidění spojuje fixovaný bod s foveou a pupilární přímkou jde středem zornice kolmo na rohovku. Úhel kappa je pozitivní, pokud osa vidění leží nazálně od pupilární přímky a negativní, jestliže leží osa vidění temporálně od pupilární přímky. Většina pacientů má fyziologicky pozitivní úhel kappa (+ 4° až + 5°). U pacientů s vysokým úhlem kappa je pravděpodobnější větší vnímání fotopických fenoménů po implantaci MIOL. Proto by vyšetření úhlu kappa mělo být součástí před implantací MIOL. [33]



Obr. 8 : Pozitivní a negativní úhel kappa [33]

Prakash na základě své studie [34], kdy implantoval difrakční MIOL, uvedl souvislost fotických fenoménů a velikosti úhlu kappa. Jako pravděpodobnou příčinu uvádí, že paprsek dopadající do fovey neprochází při vysokém úhlu kappa přímo středem MIOL, ale je v blízkosti hrany prvního koncentrického prstence, přičemž může docházet k nežádoucím optickým jevům.

Pro refrakční MIOL se více hodí pacient, který chce dobré vidění na všechny vzdálenosti (dálku, střed i blízko) a akceptuje fotické fenomény. Mezi tyto pacienty patří především hypermetropové nad 60 let a myopové bez schopnosti akomodace. Difrakční MIOL jsou více žádoucí u pacientů, kteří si přejí mít dobré vidění na blízko a do dálky s minimem fotických fenoménů. Zraková ostrost na střední vzdálenost je slabší, avšak dá se nacvičit. Hypermetropové to většinou dokážou, ale u myopů nebývá tento nácvik úspěšný. Pro noční řidiče je vhodnější difrakční MIOL, avšak i s touto čočkou 25 % pacientů vnímá halo a 17 % glare. Potíže s nočním viděním setrvaly u 22 % případů. [3, 35 – 37]

3.4. Neuroadaptace

Proces neuroadaptace představuje postupné zlepšování vidění, kdy je po několika týdnech až měsících dosaženo požadovaného optima. Pacient se během této doby učí potlačit nežádoucí rozmazaný obraz, který u těchto čoček vždy vzniká (viz kap. 3.1.). Neuroadaptační proces s torickou MIOL trvá 4 – 6 měsíců [38].

Pro neuroadaptaci na MIOL se doporučuje operace obou očí v co nejkratším čase za sebou. Je prokázáno, že je díky tomu zaručena lepší kontrastní citlivost a vidění do blízka. Tohle doporučení platí také u mladých pacientů s jednostrannou kataraktou, nebo jednostrannou implantací MIOL. Tito pacienti mají sice dobré vidění do dálky i do blízka, ale pozorují snížení kontrastní citlivosti v porovnání s druhým fakickým okem [8]. Po oboustranné implantaci MIOL je výrazně menší výskyt anizeikonie [39]. Ve studii [40] je upřednostňována oboustranná implantace z důvodu lepší stereopse, nekorigovaného vidění do blízka a nejlépe korigovaného vidění do blízka a na střední vzdálenost.

3.5. Kontraindikace

Absolutní kontraindikací jsou onemocnění sítnice a těžká amblyopie. Relativní kontraindikací jsou zákaly na rohovce a některé nitrooční patologie (sítnicové dystrofie, proliferativní diabetická retinopatie aj.). U myopických pacientů musí být zvýšená pozornost periferních sítnicových degenerací. Pacient bez reálných očekávání také není vhodný. [3]

4. KOMPLIKACE PO IMPLANTACI MIOL

Každá operace jako taková představuje jistá rizika. Při operaci katarakty s implantací MIOL, nebo při operaci refrakční, kdy je odstraněna čirá biologická čočka a nahrazena implantovanou MIOL, mohou nastat komplikace dvojího typu. Do jedné skupiny komplikací spadají ty, které vznikají peroperačně či pooperačním průběhem jako takovým bez ohledu na typ implantované čočky. Do skupiny druhé patří komplikace způsobené implantací MIOL. Avšak implantace MIOL se jeví jako úspěšné a vznik komplikací je ojedinělý. Některé studie dokonce se uvádí, že žádný z pacientů po implantaci MIOL neměl jakékoli pooperační komplikace. [41, 42]

4.1. Peroperační komplikace

Tyto komplikace vznikají během samotné operace. Jejich vznik může být zapříčiněn nesprávně vedenou incizí, déletrvajícím fakoemulzifikací či odtržením descemetské membrány. Peroperačními komplikacemi jsou mělká přední komora, ruptura pouzdra čočky a hemoragie. [5]

Hloubka přední komory je dána především polohou čočky a také věkem pacienta. Mělká přední komora může výrazně ztížit průběh implantace čočky. Na základě experimentálního měření byla zjištěna hloubka přední komory jako možný rizikový faktor spojeným s úhlem kappa. Při mělčí přední komoře je totiž i menší úhel kappa rizikový. [1, 33, 43]

Ruptura pouzdra čočky komplikuje následné vložení IOL. Pokud se jedná o aplikaci MIOL u presbyopa, měla být pečlivěji provedena kapsulorexe. Nutné je, aby byla kontinuální a měla dostatečnou velikost. Zbytek předního pouzdra nesmí překrývat centrálně refrakční nebo difrakční optickou část MIOL. Zároveň kapsulorexe nesmí být větší, než průměr optické části. Důraz je kladen na neporušenost zadního pouzdra. Všechny tyto skutečnosti ovlivňují vznik decentrace čočky a sekundární katarakty. Dodržení těchto parametrů je nezbytné u akomodačních čoček, kde je podmínkou funkce pohyb implantátu. MIOL nejsou implantovány do sulcu, důvodem je možná decentrace. Požadavkem také je, aby operační řez byl astigmaticky neutrální. Doprovodným jevem této komplikace je velmi často ztráta sklivce. Řešením je vitrektomie, pokud není řádně provedena, hrozí rizika vzniku sekundárního glaukomu, makulárního edému či odchlípení sítnice. [6, 8, 19]

Obávanou komplikací je expulzivní hemoragie. Pro tuto komplikaci je typické zvýšení nitroočního tlaku a následně nastává prolaps duhovky, čočky a sklivce. Prognóza v tomto případě není příznivá. [5, 19]

4.2. Časné pooperační komplikace

Studie [44] sledovala vznik časných komplikací u pacientů po operaci katarakty s následnou implantací IOL. Komplikace nastaly pouze u 1,6 % pacientů, z čehož vyplývá, že se jedná o velmi bezpečný zákrok. Mezi nejběžnější brzké komplikace patří odchlípení sítnice, zvýšení nitroočního tlaku, zánětlivé reakce a edém rohovky i makuly.

Odchlípení sítnice bylo dříve při používání extrakapsulární extrakce poměrně častou komplikací. Dnes při chirurgii malého řezu je odhadovaná na 0,1 %. Předpokládat jej můžeme při porušení zadního pouzdra, ztrátě sklivce u myopických pacientů či degenerativních změnách sítnice. [5, 19]

Zvýšení nitroočního tlaku bývá obvykle mírné a krátkodobé. Obvykle je vyvoláno zbytky viskoelastického materiálu. Zavádění antiglaukomové léčby zpravidla není nutné. [5, 6]

Zánětlivá reakce je charakteristická překrváním, otokem spojivky a hypopyem (nahromaděním hnisu v přední komoře). Doprovodnými jevy jsou pokles vidění a bolestivost. Léčba je prováděna pomocí patřičných antibiotik. Akutní bakteriální endoftalmitida je nejobavnější komplikací. Projevuje se bolestivostí, poklesem vízu, otokem a zduřením spojivky a ztrátou červeného reflexu. Léčba se indikuje co nejdříve, podávají se širokospektrá antibiotika proti grampozitivním i gramnegativním mikroorganismům. V některých případech se indikuje pars plana vitrektomie. [1, 20]

Edém rohovky vzniká v důsledku poškození buněk endotelu rohovky IOL, nebo chirurgickými nástroji. Vytvořit se může kromě toho také na základě déletrvajících fakoemulzifikací. Většinou nastane ústup do několika dnů po operaci, avšak v některých případech končí až transplantací rohovky. [43, 45]

Cystoidní makulární edém je přítomen především u komplikovaných operací. U těžkých forem nastává nápadný pokles vízu. Náprava nastává obvykle samovolně a zraková ostrost je dostatečná. [1]

4.3. Pozdější komplikace

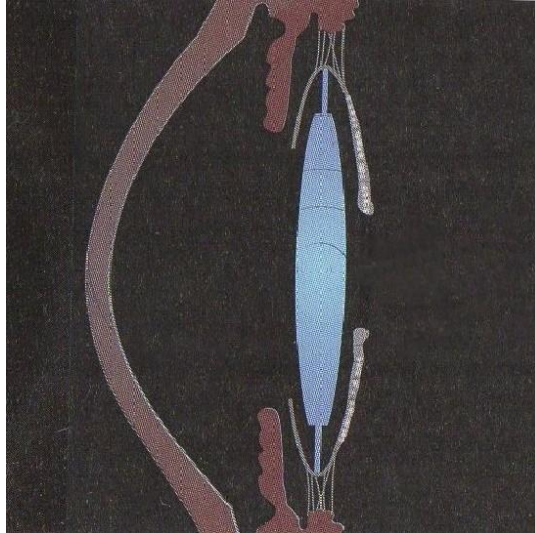
Existují různé typy úskalí, které znesnadňují požadovaný výsledek implantace. Tento stav následně ovlivňuje subjektivní spokojenost pacienta. Pozdější komplikace můžeme rozdělit na zdravotní a optické. Mezi zdravotní potíže řadíme decentraci čočky, sekundární kataraktu a syndrom suchého oka.

4.3.1. Zdravotní pozdější komplikace

K decentraci může dojít vlivem subluxe nebo dislokace [15, 19]. Subluxace je vyvolána roztržením vláken závěsného aparátu čočky. Čočka, přestože je decentrovaná, zůstává částečně v zornici. Dislokace představuje úplné přetrhání vláken, kdy se čočka nenachází v zornici. Mezi obecné symptomy patří pokles vidění a dvojité vidění, které zůstává i při zakrytí jednoho oka. Decentrace čočky může být časná, nebo pozdní. Obecně je v klinických studiích udávána možná hodnota decentrace $0,30 \pm 0,16$ mm. V případě posunu MIOL z centra může nastat snížení optimálních optických vlastností. Hlavními symptomy u decentrovaných MIOL je výskyt fotických fenoménů. Neoptimální vidění v tomto případě nebylo prokázáno [46]. Při decentraci čočky temporálně, kdy se jedná o decentraci proti úhlu kappa, je prokázána větší vnímavost fotických fenoménů. U decentrace čočky nazálně, jestliže je posun ve směru pozitivního úhlu kappa, nebyla prokázána větší citlivost na fotické fenomény. V současnosti se doporučuje umístění difrakčních MIOL mírně ve směru pozitivního úhlu kappa [33]. V centraci MIOL může hrát roli materiál a biokompatibilita haptické části. Hydrofilní MIOL mají několik výhod, avšak tvárný materiál může být hlavním nedostatkem při centraci. Kombinace hydrofilního materiálu a měkké C-smyčkové haptiky může usnadnit centraci a náklon IOL. Rotačně asymetrické refrakční IOL jsou z důvodu jejich vlastního designu citlivější na decentraci a náklon [46].

Přibližně u 30 % pacientů s kataraktou po extrakapsulární extrakci se rozvine sekundární katarakta [47]. Opacifikace zadního pouzdra se rozvíjí rychleji u očí s traumatickou kataraktou [48]. Extrakapsulární technika odstraní pouze přední část

pouzdra. Sekundární katarakta produkuje vláknitou tkáň v zadním pouzdru, čímž se sníží zraková ostrost. YAG laser odstraní překážku v zadním pouzdru v ose vidění a vidění je okamžitě zlepšeno [47].



Obr. 9: Oko po odstranění zadního zkaleného pouzdra [47]

Syndrom suchého oka je onemocnění povrchu oka, kdy je omezeno svlažování povrchu oka slzami. Může být snížen celkový objem slz, nebo určitá složka slzného filmu. Syndrom suchého oka charakterizuje pálení, řezání a zarudnutí očí. Typické je omezení zaostřování, kdy je časté nucené mrkání [1]. Po operaci katarakty se jedná se o jednu z nejčastějších příčin stížností, speciálně v případech, kdy byly použity MIOL [49]. Tyto obtíže vznikají v důsledku operace katarakty, kdy dochází ke strukturálním změnám Meibomských žlázek, čímž je ovlivněna jejich funkce [50].

4.3.2. Optické pozdější komplikace

Optické komplikace zahrnují zbytkovou ametropii a astigmatismus, šířku zornice nad 3 mm a sníženou kontrastní citlivost. Příčinou netolerance MIOL je vnímání fotických fenoménů (halo, glare). Fotické fenomény souvisí s decentrací nitrooční čočky, opacitami zadního pouzdra, suchým okem, pooperační ametropií a astigmatismem či s vysokým indexem lomu některých nitroočních čoček [33]. Optické komplikace se projevují nežádoucími změnami ve vidění. Této stěžejní problematice je věnována pátá kapitola.

5. REFRAKCE A VIDĚNÍ PO IMPLANTACI MIOL

Značný vliv na vidění má vlastní struktura MIOL, která přímo určuje zrakovou ostrost na jednotlivé vzdálenosti. Vhodně ji lze studovat pomocí tzv. defokusační křivky. Podstatné je, aby pacient vždy využíval správnou zónu. Například při decentraci dochází, jak již bylo uvedeno, k pohledu přes přechody jednotlivých zón a k nežádoucím efektům. Současná prezentace dvou či více obrazů (jeden ostrý, ostatní rozmazané) může i při správné centraci vést k navození aberací vyšších řádů a zhoršení kontrastní citlivosti. Vidění též může být ovlivněno refrakčním ústřelem (zbytkovou refrakcí). Míra projevů uvedených jevů úzce souvisí s velikostí zornice.

5.1. Vliv zornice

Šíři zornice řídí parasympatikem inervovaný musculus sfincter pupillae a sympatikem inervovaný musculus dilatator pupillae. Normální velikost zornice je mezi 2 a 5 mm. Tato hodnota kolísá v závislosti na osvětlení, vegetativním tonu, věku (v mládí širší), barvě duhovky a refrakci oka (při myopii obvykle širší). Při pohledu do blízka se zornice zúží, čímž je nižší sférická a chromatická vada a dochází ke zvýšení hloubky ostrosti oka. [1, 19]

Pooperační velikost zornice je velmi podstatným parametrem, který ovlivňuje výkonost IOL. Velmi obtížné je předpovědět pooperační velikost zornice, jelikož se obvykle mění v porovnání s předoperačním měřením [51]. Velmi malá zornice po operaci bude u většiny MIOL představovat jakýsi limit vidění do blízka. Na druhé straně pooperačně velká zornice je spojena s nárůstem fotických fenoménů. Pacienti s předoperační velikostí zornic do 3 mm udávají méně fotických fenoménů [52]. Šíře zornice má vliv na velikost aberací vyšších řádů (viz kapitola 5.3.) [53]. S velikostí zornice souvisí i zraková ostrost, větší zornice dovoluje větší využití multifokální optické zóny a zlepšuje vnímání kontrastu u difrakčních modelů. Kvůli lepšímu vidění do blízka s MIOL je žádoucí, aby velikost zornice byla 3,4 mm, nebo větší [54].

U pacientů, kteří mají horší vidění do blízka způsobené velmi malou zornicí je řešením cyklopentolát, který zornice zvětší. Do druhé skupiny patří pacienti, kteří mají velké zornice a stěžují si na fotické fenomény. V těchto případech se doporučují kapky Brimonidin – tartarat 0,2 % snižující mydriázu v noci.

5.2. Refrakční stav oka

Nejpodstatnějšími aspekty spokojenosti pacientů s MIOL je dosažení co nejlepší nekorigované zrakové ostrosti. Bez závislosti na brýlích je 82 % pacientů s refrakční MIOL a 94 % pacientů s difrakční MIOL. U MIOL je prokázáno, že se vidění a nežádoucí efekty časem zlepšují, ovšem zlepšení nekorigované refrakční vady není možné očekávat. [8, 37, 55]

Míra ametropie po implantaci difrakčních MIOL se pohybuje od $\pm 0,50$ D do $\pm 1,00$ D [56]. V těchto případech můžeme pooperační dokorekci provést chirurgickým zásahem na rohovce excimerovým laserem. Tato technika se nazývá Bioptics a probíhá ve 2 krocích. Po implantaci IOL je metodou LASIK nebo PRK provedeno dokorigování zbytkové refrakční vady. Prostřednictvím toho jsme schopni upravit refrakční výsledek na nejlepší možný stav. Její využití se jeví vhodné u vyšších refrakčních vad. V některých případech je možné zaměnit multifokální nitrooční implantát za stejný typ s odlišnou dioptrickou mohutností. Pouze ve výjimečných případech se MIOL mění za monofokální nebo akomodační IOL. [20, 47]

5.3. Aberace vyšších řádů

Zraková ostrost je limitována optickými aberacemi. Aberace dělíme na vady monochromatické, polychromatické a vlnové. Monochromatické vady se projeví i u světla jedné vlnové délky a je to z důvodu neplatnosti zobrazovací rovnice pro paprsky neparaxiálního prostoru. Patří zde: [8, 57, 58]

- a) Sférická vada (neboli vada otvorová), kdy obrazové ohnisko neparaxiálních paprsků leží v jiné vzdálenosti než ohnisko paprsků paraxiálních. Významnou složkou je sférická aberace, označujeme ji jako pozitivní, negativní a nulovou. Závisí na optické mohutnosti čočky, indexu asféricity a efektivní ploše čočky, která je dána velikostí zornice.
- b) Zkreslení, jehož příčinou je nestejně zvětšení ve všech místech zorného pole.
- c) Astigmatismus šikmých paprsků vzniká u zobrazení mimoosového bodu. Výsledkem zobrazení bodu je dvojice kolmých úseček ležících v různých rovinách.
- d) Koma, zvláštní případ astigmatismu, kdy bod se zobrazí jako útvar připomínající kometu.

Aberace vyšších řádů dosahují výrazně vyšších hodnot u hypermetropů. S věkem dochází k nárůstu aberací, souvisí to s poklesem kontrastní citlivosti a přítomností fotických fenoménů. Také různé typy katarakt vyvolávají nárůst odlišných aberací. Kortikální zkalení vyvolává nárůst komy, zatímco nukleární katarakta nárůst sférických aberací. U obou typů zkalení jsou zvýšené hodnoty tetrafoilu. [59 – 62]

Hlavním zdrojem aberací je rohovka a čočka. Po implantaci IOL může být aberace vyvolána designem IOL, jejím špatným umístěním či abnormalitami čočkového pouzdra. Největší vliv má velikost zornic, aberace se projeví zejména při široké zornici, proto ovlivňuje hlavně noční vidění. Následuje decentrace, poté model IOL a na závěr její náklon. [63, 64]

Sférické IOL mají vysoké sférické aberace, a to hlavně ty s menším průměrem optické části a vyšší optickou mohutností. Aby byly sníženy sférické aberace pro různě široké zornice, začala výroba nitroočních čoček asférických. U těchto čoček je změna v síle z centra čočky směrem do periferie, což zlepšuje kontrast a zrakovou ostrost. Velikost optické části se ustálila na 5,5 až 6 mm, jelikož menší optická část způsobuje glare z okrajů, a to především v situacích, kdy dojde k rozšíření zornice. V oblasti refrakce není výrazný rozdíl u sférické a asférické IOL, avšak poukazuje na odlišnost v kvalitě mezopického a fotopického vidění. Pacienti s širšími zornicemi a noční řidiči budou více spokojeni s asférickou IOL. Po implantaci asférické IOL byla koma a sférická aberace minimální, výsledek byl porovnatelný s aberacemi normálních lidských očí. Speciálně hodnota sférické aberace se velmi blížila nule. S asférickou IOL je výrazně lepší kontrastní citlivost, než se sférickou čočkou. [3, 8, 9, 65 – 67]

Cílem konstrukce MIOL je snížení aberací vyšších řádů, zejména sférické aberace, např. pomocí asférického designu. Nicméně celkové aberace jsou vyšší s asférickou MIOL, než s asférickou IOL. Nebylo ale pozorováno, že by u MIOL narostly specificky některé aberace, poměrný nárůst základních aberací (sférická vada, zkreslení, astigmatismus šikmých paprsků, koma) byl stejný jako u IOL. [68 – 69]

5.4. Zraková ostrost a její hodnocení

Vízus s implantovanou MIOL může vyhodnotit přímo měřením zrakové ostrosti na různé vzdálenosti, nebo pomocí defokusační křivky.

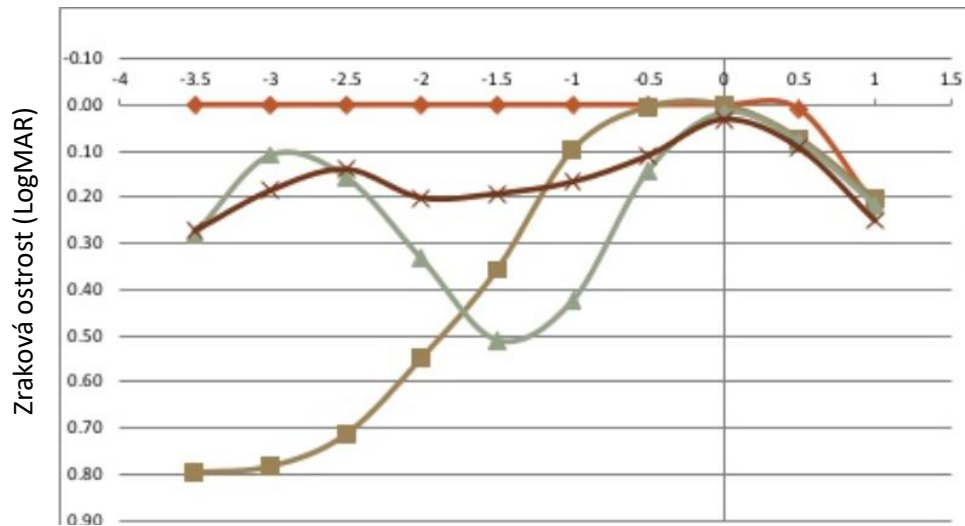
5.4.1. Defokusační křivka

Vyhodnocuje subjektivní rozsah ostrého vidění u akomodačních a multifokálních nitroočních čoček. Požadovaný akomodační výkon je stimulován předložením odpovídající sférické čočky, přičemž za výchozí stav je uvažován vÍzus s korekcí do dÁlky. K této korekci se předkládají (obvykle v náhodném pořadí) sférické čočky s krokem 0,5 D v rozsahu nejčastěji - 4,00 D až + 2,00 D. Přitom záporné hodnoty lze chápat jako simulaci vidění na vzdálenost odpovídající jejich převrácené hodnotě. Kladné hodnoty představují pouze rozostření vidění. Defokusační křivka je pak závislostí zrakové ostrosti na dioptrické hodnotě předložené čočky. Zrakovou ostrost lze měřit pomocí standardních optotypů a zaznamenávat ve formě vÍzu nebo jako log MAR (tento zápis je uvažován v dalším textu). Příklady křivek uvádí obr. 11.

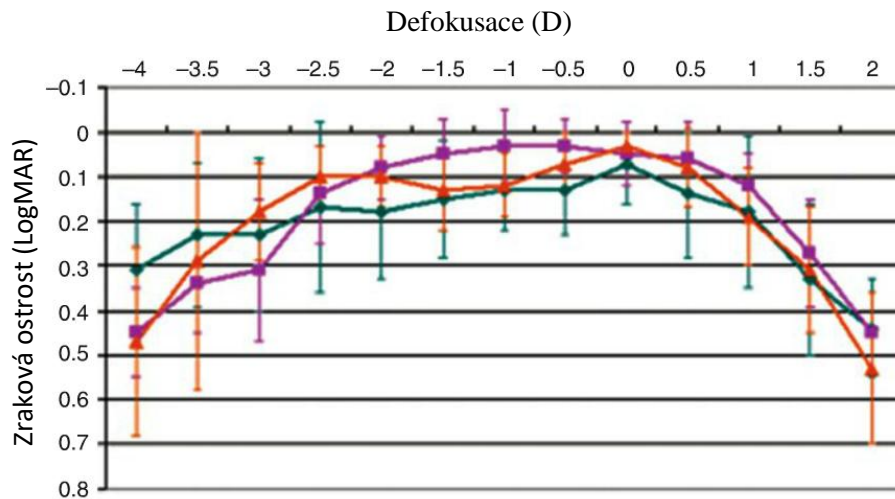
Obvykle jsou nejpodstatnější hodnoty ve 3 bodech: vidění do nekonečna (0 D), na střední vzdálenost (80 cm, tj. - 1,25 D) a vidění do blízka (40 cm, tj. - 2,50 D). Tyto body reprezentují vidění s IOL. Pokud je (v souladu se značením os dle obr. 10) vrchol křivky v 0,00 D, znamená to, že IOL poskytuje dobré vidění do dÁlky. Jestliže druhý vrchol je v blízkosti hodnoty - 2,50 D, tak čočka poskytuje dobré vidění do blízka. Hodnocení křivky je stručné, je dáno pozicí vrcholů, kterých je dosaženo v určité dioptrické hodnotě. Vrchol očekáváme u dobrého vidění do dÁlky v 0,00 D, na střední vzdálenost v - 1,25 D a do blízka v - 2,50 D. Při hodnocení křivky bereme v úvahu také její plochost. Plochost křivky značí, že výkon čočky je podobný pro odpovídající rozsah vzdáleností.

Defokusační křivka je užitečnou metodou hodnotící efektivnost a zrakový výkon IOL. Problémem defokusační křivky je, že nejsou vytvořeny standardizované metody jejího měření a tudíž je obtížné výsledky srovnávat. Aktuálně všechny čočky, které jsou na trhu, mají svou defokusační křivku, jelikož je to dobrý nástroj porovnávající odlišné MIOL. [46, 70]

Defokusace (D)



Obr. 10: Defokusační křivka pro 3 různé IOL (□ – monofokální IOL, Δ – bifokální IOL, x – trifokální IOL) [71]



Obr. 11: Defokusační křivka pro 3 různé MIOL (zelená – refrakční MIOL s C-loop haptickým designem bez kapsulárního prstence, fialová – refrakční MIOL s C-loop haptickým designem užívající kapsulární prsteneček, oranžová – refrakční MIOL s plate-loop designem haptické části) [46]

5.4.2. Zraková ostrost na základní pracovní vzdálenosti

Vízus vyšetřujeme pomocí optotypů, při vyšetření do dálky pacient rozeznává jednotlivé znaky na vzdálenost zpravidla 6 m. Při vyšetření do blízka a střední vzdálenost hodnotíme u pacienta nejen schopnost rozpoznat znaky, ale také číst text

a pochopit obsah. Do blízka se jedná o vzdálenost asi 30 cm, střední vzdálenost je brána přibližně na 60 cm.

Vidění do dálky bylo podobné ve srovnání s monofokální IOL. I mezi výsledky nekorigovaného a korigovaného vidění do dálky s difrakční a refrakční MIOL nejsou významné rozdíly. [72, 73]

Práce na střední vzdálenost (PC) je lepší s refrakčními MIOL. U difrakčních čoček to závisí na hodnotě adice. Pro kvalitní vidění na střední vzdálenost jsou doporučovány MIOL s nižší hodnotou adice. Nejčastěji se hodnoty adice pohybují v rozmezí od 2,50 do 3,50 D. [34, 46, 74]

Pro lepší schopnost čtení a stereoskopickou ostrost je vhodná kombinovaná implantace refrakční a difrakční MIOL [75]. Studie [76] uvádí, že až 70 % pacientů s kombinovanou MIOL nemusí po operaci používat brýle na čtení. Pro pacienty, kteří chtějí lepší nekorigované vidění do blízka, je vhodnější difrakční, než refrakční MIOL [77]. Čtení novin trvalo delší dobu pacientům s MIOL, než pacientům s monofokální IOL. Avšak používání mobilního telefonu bylo pro pacienty s MIOL pohodlnější a byli schopni číst text rychleji [78].

5.5. Kontrastní citlivost

Kontrastní citlivost hodnotí rozlišovací schopnost oka v závislosti na kontrastu. MIOL jsou spojeny s nižší kontrastní citlivostí, než monofokální IOL. Příčina je uváděna v souvislosti s aberacemi vyšších řádů. Kontrastní citlivost je ovšem u každé MIOL individuální a obvykle je v rámci normálního rozsahu, který odpovídá věku. Difrakční MIOL se jeví s ohledem na kontrastní citlivost rovna, nebo nadřazena refrakčním MIOL. Pokles kontrastní citlivosti u MIOL vede ke snížení stereopse. [5, 46, 79, 80, 81]



Obr. 12: Zrakový vjem změněný z důvodu snížení kontrastní citlivosti [46]

5.6. Fotické fenomény

Halo je velmi problematický nechtěný oční efekt vyskytující se u MIOL. Je znám jako záře, nebo barevný světelný vzor, který je nejvíce vidět při sledování zdroje světla na tmavém pozadí. Příkladem je široká skvrna světla, která je viděna okolo lamp pouličního osvětlení v noci. [82]



Obr.13: Simulace zrakového vjemu s halo efektem [46]

Glare se jeví jako prudké světlo, osvit nebo záře. Základní dělení je na oslňující glare a zrak zhoršující glare. Oslňující glare se projevuje při silném osvětlení, příkladem je zasněžená krajina za slunečného dne. Glare zhoršující zrak se projeví v důsledku silného zdroje světla, který leží v periferii zrakového pole. Typickým příkladem je oslnění od protijedoucího automobilu v noci. [5]



Obr. 14: Ukázka vjemu s glare [46]

Příčinou fotických fenoménů je lom paprsků na okraji IOL. Na vznik fotických fenoménů má vliv také decentrace IOL, úhel kappa, velikost zornice i aberace vyšších řádů. Halo a glare jsou častější u pacientů s MIOL, než u pacientů s monofokální IOL. Refrakční MIOL je více spojena s fotickými fenomény, než difrakční MIOL. Použitím asférických multifokálních čoček se efekt značně sníží. Tyto fotické fenomény jsou nejčastějšími subjektivními důvody nespokojenosti po implantaci MIOL, proto je velmi důležité předoperační poučení pacienta. Měl by brát v úvahu přítomnost halo a glare po operaci, jelikož tyto jevy jsou vlastní pro tento design IOL. V mnoha případech jsou fotické fenomény mírné až střední a většina pacientů si na ně časem zvykne (neuroadaptační proces). [38, 46]

6. SPECIÁLNÍ PŘÍPADY V IMPLANTOLOGII MIOL

MIOL můžeme použít také v případech, kdy pacienti mají nejen sférickou vadu. Existuje více možností, jak astigmatickou vadu korigovat, což souvisí především s velikostí vady. Jsou případy, kdy je vhodné užití modifikovaných metod implantace. MIOL mají svou roli také při řešení afakie u dětí. Uplatnění mají i akomodační čočky, které jsou u určitých pacientů vhodnou alternativou MIOL.

6.1. Astigmatismus u MIOL

Astigmatismus snižuje kvalitu vidění s MIOL. Pacienti s nepravidelným astigmatismem nejsou vhodnými kandidáty pro MIOL. V případě pravidelného astigmatismu je s MIOL dosaženo předpokládaného a uspokojivého výsledku. Hodnota astigmatismu je u MIOL předoperačně přípustná do 1,00 D. Výskyt předoperačního astigmatismu nad 1,00 D je odhadován u 20 až 40 % pacientů podstupujících operaci katarakty. [8, 46, 83, 84]

Korekce astigmatismu nad 1,00 D může být prováděna pomocí incize na rohovce, excimer laserem na rohovce, nebo pomocí torické MIOL. Při laserové incizi se používají techniky PRK, LASIK, LASEK a epi-LASIK. Implantace torické IOL je udávána jako efektivnější, nejenže koriguje astigmatismus jednou operací, ale spokojenost pacientů byla větší. [85, 86, 87]

Multifokální torické IOL jsou vhodné i pro děti s traumatickou kataraktou a rohovkovým astigmatismem nad 2,00 D. Poskytují dobré vidění na obě vzdálenosti bez použití brýlí, což děti ocení hlavně při sportu. [88]

6.2. Mix Match

Tato metoda má 2 modifikace. V první modifikaci je na jednom oku použita refrakční a na druhém oku difrakční MIOL. Při druhé modifikaci je použita difrakční MIOL, avšak hodnota adice se liší.

- a) Metoda modifikované multifokální monovision. Refrakční i difrakční typ MIOL má jednak své výhody, ale také nevýhody. Díky této kombinaci MIOL nastalo zlepšení čtecí schopnosti. Kvalita vidění sice nebyla ovlivněna šíří zornice, ale závisela na výběru typu MIOL pro dominantní

a nedominantní oko. Spokojení s touto metodou byli především hypermetropové a presbyopové. Řada pacientů ovšem s tímto řešením spokojena nebyla, typicky upozorňovala na odlišný obraz. Proces neuroadaptace je u pacientů poměrně prodloužen. [3, 75]

- b) Implantace difrakční MIOL s odlišnou hodnotou adice na každém oku. Na dominantní oko byla implantována MIOL s hodnotou adice + 3,00 D a na nedominantní oko hodnota adice + 4,00 D. Mezi výhody patří lepší binokulární vidění a nezávislost na brýlích, v porovnání s implantací stejné MIOL na obou očích. Kontrastní citlivost, ani stereopse při této metodě nebyla nijak ohrožena. [89]

6.3. Děti

Implantace IOL je vhodná alternativa korekce dětské afakie. Indikací k implantaci je jednostranná katarakta u dětí nad 1 rok a katarakta u obou očí postihující děti starší 4 let. Mezi nejvhodnější implantáty používané u dětí patří akrylátové IOL, hydrogelové IOL a multifokální IOL. Hlavními výhodami je odstranění anizeikonie a snížení rizika amblyopie. Praktickým problémem je výběr správné dioptrické hodnoty implantované IOL. Z tohoto důvodu není možné u dětí do 1 roku implantovat IOL. Dalšími komplikacemi je vznik sekundárního glaukomu, sekundární katarakty, amblyopie a strabismu. [90, 91]

Při použití IOL bylo dosaženo lepších binokulárních funkcí, ve srovnání s jinými typy korekce afakie [92]. Nejlepších binokulárních funkcí bylo dosaženo při použití MIOL [93]. Výsledky užití multifokálních čoček u dětí prokazují lepší stereopsi a nekorigované i korigované vidění [94]. Většina pacientů (71 %) po implantaci MIOL byla nezávislá na brýlích do blízka [95].

6.4. Akomodační čočky

Čočky jsou vhodnou alternativou MIOL, jak při řešení obnovy ztracené akomodace po operaci katarakty, tak u mladých presbyopů z hlediska refrakce. Nejvhodnějšími pacienty jsou hypermetropové v presbopickém věku. Obvykle umožňují dobré vidění do dálky a na střední vzdálenost, ale pouze dostačujícího rozsahu vidění na čtení. Ideálně by měly čočky plně navrátit akomodaci. Optická část čočky má proměnnou optickou mohutnost, která umožňuje posun v předozadním směru.

Od MIOL se liší optickými i funkčními vlastnostmi. Na rozdíl od MIOL tyto čočky nezpůsobují nevhodné optické fenomény (halo, glare). Jejich kontrastní citlivost je ovšem v porovnání s difrakční MIOL snížena. Pro správnou funkci akomodačních čoček je nutné zachování činnosti nitroočních struktur, což u MIOL není podmínkou. [3, 8, 20, 96, 97]

Navrácením akomodace je dosaženo větší spokojenosti při vidění do blízka. V případě, kdy konstrukce zcela nefunguje, pacient má v oku kvalitní monofokální IOL. Základními nevýhodami těchto čoček je nízká předvídatelnost požadovaného výsledku a dočasnost zlepšení. Průměrně lze dosáhnout axiálním posunem změny optické mohutnosti asi 0,75 D. [3, 98]

7. ZÁVĚR

Bakalářská práce je věnována multifokálním nitroočním čočkám, jejich charakteristice a srovnání s ostatními typy IOL. Důraz je kladen na možnosti vidění s MIOL. MIOL se od ostatních IOL liší nejen v dosažení lepších výsledků vidění na různé vzdálenosti, ale také v dalších charakteristických aspektech. Komplikace se u MIOL vyskytují v minimální míře a pokud pacient neakceptuje nošení brýlové korekce, kdy se většinou jedná o kombinaci více brýlí nebo multifokální brýle, pak je implantace MIOL v současné době ideálním a prakticky jediným možným řešením.

Tato bakalářská práce je složena ze 2 částí. Pro představu se první část práce zabývá obecnými informacemi o nitroočních čočkách (IOL). Umožňuje jednoduše se zorientovat v typech IOL, používaných materiálech či možnostech umístění, na což navazují kapitoly výpočtu optické mohutnosti IOL a samotné operace.

Druhá část shrnuje 3 stěžejní kapitoly týkající se MIOL. V nich se čtenář může seznámit s možnostmi užití MIOL, výběrem vhodného pacienta a kontraindikací. Tato kapitola taktéž vystihuje komplikace, které mohou být zdravotní či optické. Nejrozsáhlejší z nich je kapitola popisující refrakci a vidění po implantaci MIOL, jež představuje také důležité aspekty, jako jsou aberace vyšších řádů, kontrastní citlivost a fotické fenomény. Poslední kapitola obsahuje informace zaměřující se na torické MIOL, využití MIOL u dětí a také akomodační čočky, které do této oblasti také spadají.

Za nejlepší kandidáty k implantaci MIOL jsou považováni pacienti s presbyopií a jistým stupněm hypermetropie. Pro refrakční MIOL se více hodí pacient, který chce dobré vidění na všechny vzdálenosti (dálku, střed, blízko) a akceptuje fotické fenomény. Difrakční MIOL jsou více žádoucí u pacientů, kteří si přejí mít dobré vidění na dálku i blízko s minimem fotických fenoménů, z tohoto důvodu jsou doporučovány nočním řidičům. Bez závislosti na brýlích je 82 % pacientů s refrakční MIOL a 94 % pacientů s difrakční MIOL. V případě ametropie po implantaci MIOL lze provést dokorekci excimerovým laserem na rohovce, což umožňuje upravit vidění na nejlepší možný stav.

Pro širší veřejnost má bakalářská práce význam v podání dostatečně korektních informací o MIOL. Případnému zájemci o MIOL jsou představeny nejen výhody,

ale také limity tohoto řešení, aby byl schopen se správně rozhodnout. Stejně tak může být bakalářská práce přínosná i pro odborníky, kteří ji mohou využít jako ucelený přehled dané problematiky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VLKOVÁ E. a kol. *Lexikon očního lékařství*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2008. ISBN 978-80-239-8906-9.
- [2] APPLE D., SIMS J. *Harold Ridley and the Invention of the Intraocular Lens*. *Survey of Ophthalmology*, Vol. 40, 1996, No. 4, page 279-292
- [3] MAŠEK P., PAŠTA J. *60 let nitrooční čočky*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2010. ISBN 978-80-87009-73-4.
- [4] CRNEJ A. et al. *Impact of intraocular lens haptic design and orientation on decentration and tilt*. *Journal of cataract and refractive surgery*, Vol. 37, 2011, No. 10, page 1768-1774
- [5] KUCHYNKA P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [6] KOLÍN J. a kol. *Oftalmologie praktického lékaře*. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-861-X.
- [7] DEVGAN U. Healio [online]. © 2012 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://www.healio.com/ophthalmology/cataract-surgery/news/print/ocular-surgery-news/%7Be7d4e5c3-56ff-4223-ba1e-dff8602f152b%7D/refining-the-a-constant-yields-more-accurate-refractive-results-after-cataract-surgery>
- [8] ROZSÍVAL P. a kol. *Trendy soudobé oftalmologie 5*. Praha: Galén, 2008. ISBN 978-80-7262-534-5.
- [9] STEIN H.A. et al. *Ophthalmic dictionary and vocabulary builder for eye care professionals*. London: Jaypee Brothers Medical publishers, 2012. ISBN 978-93-5025-365-6.
- [10] REICHL J., VŠETIČKA M. *Encyklopedie fyziky*. [online]. © 2016 [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/530-svetlo>
- [11] SCILLEY K. et al. *Early age- related maculopathy and self- reported visual difficulty in daily life*, *Ophthalmology*, Vol. 109, 2002, No. 7, page 1235-1242
- [12] KRIEGLSTEIN G.K., WEINREB R.N. *Cataract and refractive surgery*. Berlín: Springer, 2006. ISBN 978-3-540-30795-2.
- [13] SEWARD H.C. *Folding intraocular lenses: materials and methods*. *British Journal of Ophthalmology*, Vol. 81, 1997, No. 5, page 340-341

- [14] SANDERS D.R. et al. *United States Food and Drug Administration Clinical Trial of the Implantable Collamer Lens (ICL) for Moderate to High Myopia, Three- year Follow-up*, *Ophthalmology*, Vol. 111, 2004, No. 9, page 1683 – 1692
- [15] RHEE D.J. et al. *Diagnostika a léčba očních chorob v praxi: The Wills Eye Manual*. Praha: Triton, 2004. ISBN 80-7254-536-1.
- [16] LANDERS J., GOGGIN M. *Comparison of refractive outcomes using immersion ultrasound biometry and IOL Master biometry*. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, Vol. 37, 2009, No. 6, page 566-569
- [17] SKORKOVSKÁ S. a kol. *Comparison of ultrasound and optic biometry with respect to ocular refraction after cataract surgery*. *Česká a Slovenská oftalmologie*, Vol. 60, 2004, No. 1, page 24-29,
- [18] Falhar M. *Vzorce pro výpočet optické mohutnosti intraokulárních čoček*. *Jemná mechanika a optika*, Vol. 53, 2008, No. 2, page 35-40
- [19] KRAUS H. a kol. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [20] ROZSÍVAL P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [21] http://www.danburyeye.com/images/ataract_surgery_procedure.jpg
- [22] FEIZI S. *Femtosecond laser cataract surgery*. *Journal of ophthalmic & vision research*, Vol. 6, 2011, No. 2, page 151
- [23] HENGERER C. et al. *Comparison of visual recovery and refractive stability between femtosecond laser - assisted cataract surgery and standard phacoemulsification: six- month follow - up*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, Vol. 41, 2015, No. 7, page 1356-1364
- [24] MALIK A. et al. *A comparative study of various topical nonsteroidal anti-inflammatory drugs to steroid drops for control of post cataract surgery inflammation*. *Oman journal of ophthalmology*, Vol. 9, 2016, No. 3, page 150-156
- [25] <http://www.opthalmologymanagement.com/supplements/2010/august2010/premium-product-for-the-premium-practice/crystalens-ao>
- [26] FIDEL V. et al. *Halo and through- focus performance of four diffractive multifocal intraocular lenses*. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, Vol. 56, 2015, No. 6, 3967-3975
- [27] BREZNA W. et al. *Psychophysical vision simulation of diffractive bifocal and trifocal intraocular lenses*. *Translational Vision Science & Technology*, Vol.5, 2016, No.5, page 13

- [28] KITCHEN C.K. *Fact and fiction of healthy vision*. London: Praeger, 2007. ISBN-10: 0-275-99345-0.
- [29] FRINGS A. et al. *Multifocal intraocular lens (MIOL) surgery in young non-presbyopic ametropes: Reasonable and safe?* *Ophthalmologie*, 2016,
- [30] GREENSTEIN S., PINEDA, R. *The quest for spectacle independence: A comparison of multifocal intraocular lens implants and pseudophakic monovision for patients with presbyopia*. *Seminars in ophthalmology*, Vol. 32, 2016, No. 1, page 111-115
- [31] WANG Q. et al. *Visual quality after AcrySof IQ ReSTOR intraocular lens implantation in eyes with high myopia*. *European journal of ophthalmology*, Vol. 22, 2012, No. 2, page 168-174
- [32] LI J.H. et al. *Comparison of visual acuity in pseudophakic eyes with multifocal intraocular lens versus fellow eyes with clear lens*. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, Vol. 46, 2010, No. 8, page 691-696
- [33] KARHANOVÁ M. a kol. *Význam úhlu kappa pro centraci multifokálních nitroočních čoček*. *Česká a slovenská oftalmologie*, Vol. 69, 2013, No. 2, p. 64-68
- [34] Prakash G. et al. *Predictive factor and angle kappa analysis for visual satisfactions in patients with multifocal IOL implantation*. *Eye*, Vol. 25, 2011, No. 9, page 1187-1193
- [35] BARISIĆ A. et al. *Comparison of diffractive and refractive MFIOL in Presbyopia Treatment*, *Coll. Antropol.* Vol. 32, 2008, No. 2, page 27-31
- [36] SHAO D., He, S., *Meta-analysis of clinical randomized controlled trials comparing refractive with diffractive multifocal intraocular lenses in cataract surgery*. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, Vol. 50, 2014, No. 2, page 109-120
- [37] VOSKRESENSKAYA, A., POZDEYEVA, N., PASHTAEV, N., BATKOV, Y., TREUSHNICOV, V., CHEREDNIK, V. *Initial results of trifocal diffractive IOL implantation*. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*, Vol. 248, 2010, No. 9, page 1299-1306
- [38] VESELÁ M. a kol. *The effect of multifocal toric lens rotation on visual quality*. *Česká a slovenská oftalmologie*, Vol. 72, 2016, No. 2, page 3-11
- [39] HÄRING G. et al. *Stereoacuity and aniseikonia after unilateral and bilateral implantation of the Array refractive multifocal intraocular lens*. *Journal of cataract and refractive surgery*, Vol. 25, 1999, No. 8, page 1151-1156

- [40] CIONNI R.J. et al. *Visual outcome comparison of unilateral versus bilateral implantation of apodized diffractive multifocal intraocular lenses after cataract extraction: prospective 6- month study*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 35,2009, No.6, page 1033-1039
- [41] ABOUZEID H. et al. *New- generation multifocal intraocular lens for pediatric cataract*. Ophthalmologica, Vol. 230, 2013, No. 2, page 100 – 107
- [42] BOSTANCI C.B. et al. *Clinical outcomes and optical performance of four different multifocal intraocular lenses*. Turkish journal of medical sciences, Vol. 46, 2016, No. 3, page 597-603
- [43] KANSKI J.J. *Clinical Ophthalmology: A Systematic Approach*. Oxford: Butterworth- Heinemann, 2007. ISBN: 978-0-08-044969-2.
- [44] CLARK A. et al. *Whole population trends in complications of cataract surgery over 22 years in Western Australia*. Ophthalmology, Vol. 118, 2011, No. 6, page 1055 – 1061
- [45] KOLÍN J. *Oční lékařství*. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1325-3.
- [46] ALIÓ J.L., PIKKEL J. *Multifocal Intraocular lenses, The Art and the practice*. New York: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-09218-8.
- [47] LANG G. *Ophthalmology A pocket textbook atlas*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2007. 10-ISBN 3-13-126162-5., 5
- [48] TRIVEDI R., WILSON M.E. *Posterior capsule opacification in pediatric eyes with and without traumatic cataract*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, Vol. 41, 2015, No. 7, page 1461-1464
- [49] GONZÁLEZ- MESA A. et al. *Role of tear osmolarity in dry eye symptoms after cataract surgery*. American Journal of Ophthalmology, Vol. 170, 2016, No. , page 128 – 132
- [50] PARK Y. et al. *Observation of Influence of Cataract Surgery on the Ocular Surface*. PloS One, Vol. 11, 2016, No. 10, page
- [51] KANELLOPOULOS A.J. et al. *Digital pupillometry and centroid shift changes after cataract surgery*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 41, 2015, No. 2, page 408 – 414
- [52] SALATI C. et al. *Pupil size influence on the intraocular performance of the multifocal AMO- Array intraocular lens in elderly patients*. European journal of ophthalmology, Vol. 17, 2007, No. 4, page 571-578

- [53] CHEN X. et al. *Visual outcomes and optical quality after implantation of a diffractive multifocal toric intraocular lens*. Indian journal of ophthalmology, Vol. 64, 2016, No. 4, page 285 – 291
- [54] KAWAMORITA T., UOZATO, H. *Modulation transfer function and pupil size in multifocal and monofocal intraocular lenses in vitro*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 31, 2005, No. 12, page 2379 – 2385
- [55] Walkow L., Klemen U.M. *Patient satisfaction after implantation of diffractive designed multifocal intraocular lenses in dependence on objective parameters*. Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology, Vol. 239, 2001, No. 9, page 683-687
- [56] KRETZ F.T. et al. *Clinical evaluation of a new pupil independent diffractive multifocal intraocular lens with a +2,75 D near addition: a European multicentre study*. The British journal of ophthalmology, Vol. 99, 2015, No. 12, page 1655-1659
- [57] PLUHÁČEK F. *Optické vady - výukové materiály k předmětu Fyziologická optika*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2014.
- [58] DURŠPEK J. *Optika v přírodě* [online].2016[cit. 2016-12-19].Dostupné z: <https://www.jandur.cz/optics/aberrace/aberrace1.htm>,
- [59] KHAN M.S. et al. *Comparison of higher order aberrations in patients with various refractive errors*. Pakistan journal of medical sciences, Vol. 31, 2015, No. 4, page 812-815
- [60] MCLELLAN J. et al. *Age- Related changes in monochromatic wave aberrations of the human eye*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol.42, 2001, No. 6, page 1390 – 1395
- [61] SCHWIEGERLING J. *Theoretical limits to visual performance*. Survey of Ophthalmology, Vol 45, 2000, No. 2, page 139-146
- [62] SACHDEV, N. et al. *Higher – order aberrations of lenticular opacities*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 30, 2004, No. 8, page 1642 – 1648
- [63] AGARWAL, A., SOOSAN, J., AGARWAL, A.: „Aberropia“ identifies new refractive error based on higher-order aberrations. Ocular Surgery News Europe/Asia – Pacific Edition 2007[online]
- [64] MCKELVIE J. et al. *The influence of tilt, decentration, and pupil size on the higher- order aberration profile of aspheric intraocular lenses*. Ophthalmology, Vol. 118, 2011, No. 9, page 1724- 1731

- [65] HABIBOLLAHI A. et al. *Contralateral comparison of visual outcome of AcrySof IQ and SA60AT intraocular lenses*. Canadian journal of ophthalmology, Vol. 45, 2010, No. 3, page 259 – 263
- [66] KRETZ F.T. et al. *High order aberration and straylight evaluation after cataract surgery with implantation of an aspheric, aberration correcting monofocal intraocular lens*. International journal of Ophthalmology, Vol. 8, 2015, No. 4, page 736-741
- [67] YAGCI R. et al. *Comparison of visual quality between aspheric and spherical IOLs*. European journal of ophthalmology, Vol. 24, 2014, No. 5, page 688-692
- [68] WANG W.Y. et al. *Clinical observation on visual quality in patients implanted with monofocal and multifocal aspheric intraocular lenses*. Zhonghua Yan Ke Za Zhi, Vol. 46, 2010, No. 8, page 686-690
- [69] HE Y.Q. et al. DE VRIES N., NUIJTS R. *Multifocal intraocular lenses in cataract surgery: literature review of benefits and side effects*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 39, 2013, No. 2, page 268 – 278
- [70] BUCKHURST P.J. et al. *Multifocal intraocular lens differentiation using defocus curves*. Investigative ophthalmology & visual science, Vol. 53, 2012, No. 7, page 3920-3926
- [71] RATÓN A.R. *Update in intraocular lenses*. Lecture at European meeting of young ophthalmologists, Oviedo, 2016.
- [72] BUCKHURST P.J. et al. *Multifocal intraocular lens differentiation using defocus curves*. Investigative ophthalmology & visual science, Vol. 53, 2012, No. 7, page 3920-3926
- [73] LEYLAND M., PRINGLE E. *Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction*. The Cochrane database of systematic reviews, 2006, No. 4
- [74] SCHRECKER J. et al. *Silicone - diffractive versus acrylic - refractive supplementary iols: visual performance and manual handling*. Journal of refractive surgery, Vol. 30, 2014, No. 1, page 41 – 48
- [75] SANTHIAGO M.R. et al. *Visual performance of an apodized diffractive multifocal intraocular lens with +3,00- d addition: 1- year follow-up*. Journal of refractive surgery, Vol. 27, 2011, No. 12, page 899 – 906
- [76] CHEN W. et al. *Reading ability and stereoacuity with combined implantation of refractive and diffractive multifocal intraocular lenses*. Acta Ophthalmologica, Vol. 89, 2011, No. 4, page 376 – 381

- [77] CHEN W.R. et al. *Comparative assessment of individualized multifocal intraocular lens implantation*. Zhonghua Yan Ke Za Zhi, Vol. 45, 2009, No. 11, page 1004 – 1009
- [78] SHAO D., HE, S. *Meta- analysis of clinical randomized controlled trials comparing refractive with diffractive multifocal intraocular lenses in cataract surgery*. Zhonghua Yan Ke Za Zhi, Vol. 50, 2014, No. 2, page 109-120
- [79] GUO X. et al. *Medium- term visual outcomes of apodized diffractive multifocal intraocular lens with +3,00 D addition power*. Journal of Ophthalmology, 2014,
- [80] MESTER U. et al. *Functional results with two multifocal intraocular lenses (MIOL). Array SA40 versus Acri. Twin*. Ophthalmologie, Vol. 102, 2005, No. 11, page 1051-1056
- [81] CALLADINE D. et al. *Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction*. Sao Paulo medical journal, Vol. 133, 2015, No.1, page 68
- [82] VARÓN C. et al. *Stereo-acuity in patients implanted with multifocal intraocular lenses: is the choice of stereotest relevant?* Current eye research, Vol. 39, 2014, No.7, page 711 – 719
- [83] LIMON O., ZALEVSKY Z. *Ophthalmic halo reduced lenses design*, Optics Communications, Vol. 342, 2015, page 253-258
- [84] KHAN, M.I., MUHTASEB, M. *Prevalence of corneal astigmatism in patients having routine cataract at a teaching hospital in the United Kingdom*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 37, 2011, No. 10, page 1751 – 1755
- [85] FERRER - BLASCO, T. et al. *Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 35, 2009, No. 1, page 70-75
- [86] SANTHIAGO, M.R. et al. *Predictability and vector analysis of laser in situ keratomileusis for residual errors in eyes implanted with different multifocal intraocular lenses*. Cornea, Vol. 35, 2016, No.11, page 1404 – 1409, 8
- [87] RIORDAN-EVA, P., CUNNINGHAM, E.T. *Vaughan&Asbury's General Ophthalmology*. New York: Mc Graw Hill, 2011. ISBN 978-0-07-176729-3.
- [88] MINGO - BOTÍN, D. et al. *Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery*. Journal of cataract and refractive surgery, Vol. 36, 2010, No. 10, page 1700 - 1708
- [89] YANFENG, Z. et al. *Multifocal toric intraocular lens for traumatic cataract in a child*. Case Reports in Ophthalmology, Vol. 7, 2016, No. 3, page 203 – 207

- [90] HAYASHI, K. et al. *Short - term outcomes of combined implantation of diffractive multifocal intraocular lenses with different addition power*, Acta Ophthalmologica, Vol. 93, 2015, No. 4, page 287 – 293
- [91] AUTRATA, R., REHŮREK, J. *Intraocular lens implantation in children*. Česká a Slovenská oftalmologie, Vol. 56, 2000, No. 5, page 303-310
- [92] GERINEC, A. *Detská oftalmológia*. Martin: Osveta, 2005. ISBN 80-8063-181-6.
- [93] AUTRATA, R. a kol. *Binocular vision after cataract surgery in children – long - term results*. Česká a Slovenská oftalmologie, Vol. 57, 2001, No. 2, page 92 – 98
- [94] JACOBI, P.C. et al. *Multifocal intraocular lens implantation in pediatric cataract surgery*. Ophthalmology, Vol. 108, 2001, No. 8, page 1375 – 1380
- [95] JACOBI, P.C. et al. *Scleral fixation of secondary foldable multifocal intraocular lens implants in children and young adults*. Ophthalmology, Vol. 109, 2002, No. 12, page 2315 – 2324
- [96] RAM, J. et al. *Bilateral implantation of multifocal versus monofocal intraocular lens in children above 5 years of age*. Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology, Vol. 252, 2014, No. 3, page 441 – 447
- [97] STUDENÝ P. a kol. *Clinical experience with the WIOL-CF accommodative bioanalogic intraocular lens: Czech national observational registry*. European journal of ophthalmology, Vol. 26, 2016, No. 3, page 230-235,
- [98] MESCI, C. et al. *Visual acuity and contrast sensitivity function after accommodative and multifocal intraocular lens implantation*. European journal of ophthalmology, Vol. 20, 2010, No. 1, page 90-100
- [99] JOSHI, R.S. *Diffractive multifocal intraocular lens compared pseudo - accommodative intraocular lens implant for unilateral cataracts in pre - presbyopic patients*. Middle East African Journal of Ophthalmology, Vol. 20, 2013, No.3, page 207 - 211

SEZNAM ZKRATEK

D – dioptrie

Epi – LASIK – epithelial laser in situ keratomileusis (povrchová metoda laserové operace rohovky)

IOL – nitrooční čočka

LASEK – laser – assisted subepithelial keratectomy (povrchová metoda laserové operace rohovky)

LASIK – laser in situ keratomileusis (laserová operace rohovky pod povrchem)

MIOL – multifokální nitrooční čočka

PMMA – polymethylmethakrylát

PRELEX – presbyopic lens exchange (výměna čočky u presbyopických pacientů)

PRK – fotorefraktivní keratektomie (povrchová metoda laserové operace rohovky)