

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLMOUCI
KATEDRA OPTIKY

NITROOČNÍ REFRAKČNÍ OPERACE

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Soňa Škrabalová

obor 5345 R100621 OPTOMETRIE

studijní rok 2012/2013

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Mgr. Lucie Machýčková

KONZULTANT BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MUDr. Pavlína Hrabčíková

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lucie Machýčkové za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci

.....

Soňa Škrabalová

Poděkování

Děkuji za vedení práce, poskytnutí cenných rad a pomoci při vypracování paní Mgr. Lucii Machýčkové a zároveň děkuji za odbornou konzultaci paní MUDr. Pavlíně Hrabčíkové.

OBSAH:

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	6
ÚVOD.....	7
1. INDIKACE REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ.....	8
1.1 Myopie.....	9
1.2 Hypermetropie.....	10
1.3 Astigmatismus.....	10
1.4 Presbyopie.....	11
2. HISTORIE REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ.....	13
2.1 Světová historie.....	13
2.2 Vývoj implantologie v ČR.....	15
3. PŘEDOPERAČNÍ VYŠETŘENÍ, KONTRAINDIKACE.....	16
4. OPERAČNÍ POSTUP REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ	21
4.1 Přípravná fáze.....	21
4.2 Anestezie.....	21
4.3 Incize.....	22
4.4 Viskoelastický materiál.....	24
4.5 Kapsulorexe.....	24
4.6 Hydrodisekce a hydrodelineace.....	24
4.7 Extrakce jádra.....	25
4.8 Irigace a aspirace.....	28
4.9 Implantace IOL.....	29
4.10 Pooperační péče a medikace.....	30
5. KOMPLIKACE REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ...	31
5.1 Peroperační komplikace.....	31
5.2 Pooperační komplikace	32
6. TYPY REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ.....	34
6.1 Implantace fakické nitrooční čočky.....	34
6.1.1 Fakické čočky fixované na duhovku.....	34
6.1.2 Fakické čočky fixované v komorovém úhlu.....	36
6.1.3 Zadněkomorové fakické čočky.....	37
6.2 Refrakční výměna čočky.....	39

7. MODERNÍ TRENDY REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ	40
7.1 Chirurgické řešení presbyopie.....	40
7.2 Bioptika.....	44
7.3 LAL.....	44
ZÁVĚR.....	46
Seznam použité literatury.....	47
Příloha.....	50

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK:

Obr. 1: Emetropické oko.....	8
Obr. 2: Myopické oko.....	9
Obr. 3: Hypermetropické oko.....	10
Obr. 4: Astigmatismus.....	11
Obr. 5: Práce zdravé čočky při akomodaci do dálky a do blízka.....	12
Obr. 6: Bronzové jehly k reklinaci.....	13
Obr. 7: Nástroje a postup J. Daviela při extrakci čočky.....	14
Obr. 8: a) obrazovka ultrazvuku zobrazující echogram b) projekce echogramu na průřez očního bulbu.....	17
Obr. 9: Rohovkový temporální řez podle Mackoola.....	23
Obr. 10: Hydrodisekce a) podle Fineho b) klasická.....	25
Obr. 11: Intrakapsulární extrakce metodou kryogeneze a) operační řez b) přimražená čočka	26
Obr. 12: Počáteční fáze ultrazvukové fakoemulzifikace.....	26
Obr. 13: Fakoemulzifikační technika DC.....	28
Obr. 14: Aspirace čočkového pouzdra.....	29
Obr. 15: Implantace nové čočky pomocí injektoru do čočkového pouzdra	30
Obr. 16: Fakická čočka fixovaná na duhovku.....	35
Obr. 17: Aplikace fakické nitrooční čočky Acrysoft-Cachet.....	36
Obr. 18: PRL : a) design myopického implantátu b) design hypermetropického implantátu.....	38
Obr. 19: Porovnání stavu pseudofakické čočky při relaxaci a akomodaci.....	41
Obr. 20: Čočka Fluid Vision.....	42
Obr. 21: Čočka NuLens.....	43
Obr. 22: Schéma fotopolymerizace implantátu.....	45
Tab. 1: Rychlost šíření ultrazvuku v jednotlivých očních médiích.....	18
Tab. 2: Výběr vhodného vzorce pro výpočet optické mohutnosti IOL.....	18

ÚVOD

Dnešní svět je postaven na příjmu a práci s neuvěřitelným množstvím informací, vidět pro nás znamená proniknout k podstatě věci. Jak říká jedno staré čínské přísloví:

„Jednou sám vidět, je lepší než stokrát slyšet“.

Lidé zrakovému vjemu přiřkládají mnohem větší důležitost než informacím přijímaným jinými smysly. Jakmile dojde i k malému zhoršení zraku, člověk to velmi silně pocítí a najednou stojí před rozhodnutím, jak tento problém řešit. Nekomfort brýlové korekce a často obtížná manipulace s kontaktními čočkami zahání mnohé pacienty do úzkých. Rezolutním řešením je refrakční operace. Notoricky známá laserová úprava povrchu rohovky není indikována pro každého pacienta. V tuto chvíli přichází na řadu možnost refrakční nitrooční operace. Za předpokladu funkčního akomodačního aparátu se u mladých pacientů většinou přistupuje k implantaci fakické čočky při zachování původní lens crystallina. U refrakční vad spojených s presbyopií dochází k odstranění čiré čočky a implantaci umělé.

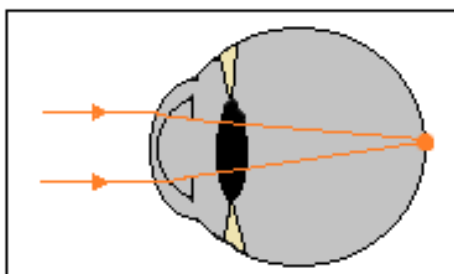
Výměna nitrooční čočky velmi úzce souvisí s chirurgickou léčbou katarakty. Postup operace je stejný, řeší se však odlišná příčina problému s viděním. Nicméně tato práce je zaměřena pouze na otázku chirurgické korekce refrakčních vad. Práce začíná nástinem indikací, pro které se přistupuje k tomuto zákroku. V dalších kapitolách je velmi podrobně popsán celý úkon od chvíle, kdy dojde k rozhodnutí o této formě korekce až k závěrečné rehabilitaci. Motivací pro vznik této práce bylo vytvoření konkrétní představy o tom, jaká vyšetření bude pacient podstupovat, průběh samotného chirurgického výkonu či informace o medikamentózní léčbě. Dílčími cíly je podat co nejdůvěryhodnější a nejkomplexnější obraz metod a typů implantátů nejen odborníkům, ale i laické veřejnosti.

1. INDIKACE REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ

V dnešní době, kdy jsou laserové operace obrovským hitem, často člověk s refrakční vadou primárně přemýšlí o tomto způsobu řešení, avšak ne každý je vhodným kandidátem. Důvodem nevhodnosti pacienta je především tenká rohovka či příliš vysoká refrakční vada. Tito klienti jsou právě nejlepšími kandidáty refrakčních nelaserových operací. Tímto způsobem lze řešit všechny typy ametropií včetně presbyopie. Preferuje se ale především korekce vyšších refrakčních vad.

Nitrooční refrakční operací je myšlen zákrok, kdy díky odstranění čočky, jejím nahrazením či vložením druhé čočky k čočce stávající, změníme refrakci neboli počet dioptrií optického systému tak, aby byla co nejbližší ideálnímu fyziologickému stavu, čili emetropii. V této kapitole budou shrnuty nejdůležitější informace o refrakčních vadách, které lze řešit nitroočním výkonem.

Základní snahou všech korekčních pomůcek a zákroků je dosažení tzv. emetropického oka. **Emetropie** je normální fyziologický stav oka bez vady. Světelné paprsky, paralelně dopadající do oka, se sbíhají přesně na sítnici a daleký bod leží v nekonečnu, jak můžeme vidět na obr. 1.



Obr. 1 Emetropické oko

Refrakční (dioptrická) vada označuje stav oka, kdy lomivost optických prostředí neodpovídá axiální délce oka (fyziologická je předozadní délka asi 24mm a optická mohutnost 59D). Paprsky se nezobrazí na sítnici, a proto se nevytvoří ostrý obraz. Mezi refrakční vady patří myopie, hypermetropie, astigmatismus a do jisté míry i presbyopie. Tyto potíže se řeší buď konzervativně brýlemi či kontaktními čočkami. Dalším řešením je oční operace.[1]

Ametropie je odchylkou od emetropie, oko vykazuje nějakou refrakční vadu. Může být způsobena nesprávnou délkou oka (axiální ametropie), špatným zakřivením lámavých ploch (lomivá) či špatným indexem lomu některého z optických prostředí (indexová).[1,3]

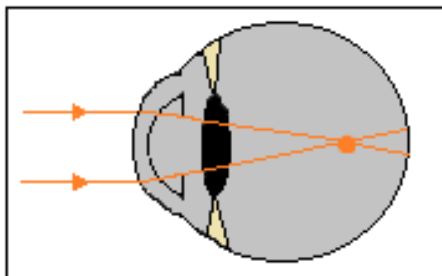
Existují dva typy ametropií. První častější je *ametropie sférická*, kdy bod se zobrazí jako bod mimo sítnici a lomivost oka je ve všech meridiánech stejná.

Druhým typem ametropie je *ametropie asférická (astigmatická)*, kdy bod se nezobrazí jako bod ale jako úsečka a oko nemá lomivé plochy sféricky zakřivené.[1,3]

1.1.Myopie (krátkozrakost)

Pokud je oko v akomodačním klidu, pak rovnoběžné paprsky dopadající do oka se spojují v ohnisku před sítnicí viz obr. 2. Daleký bod (punctum remotum) je v konečné vzdálenosti před okem.

Myop vidí ostře předměty v dalekém bodě a blíž. Většinou je příčinou prodloužení předozadní délky (osová myopie), vzácněji se vyskytuje zvýšená lomivost rohovky nebo přední či zadní plochy čočky. Třetím typem myopie je indexová myopie, vyskytující se při šedém zákalu a cukrovce.[1,3]



Obr. 2 Myopické oko

Podle dioptrické hodnoty lze myopii klasifikovat:

Lehká 0 až -3D

Střední -3,25 až -6D

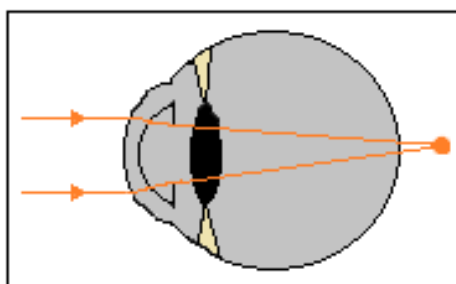
Vysoká -6 až -10D

Těžká -10D a víc

Těžkou myopií provázejí progresivní patologické změny v oku (zkapalnění sklivce, degradace sítnice). Myopické oko lze korigovat nejslabší možnou rozptylnou čočkou. Pro korekci myopie nitrooční operací je nejvhodnější rozsah dioptrií od -3 do -23,5D.

1.2. Hypermetropie (dalekozrakost)

Paprsky dopadající na oko za akomodačního klidu se spojují v obrazovém ohnisku za sítnicí. Daleký bod je v konečné vzdálenosti za okem, což demonstruje obr. 3. Příčinou bývá nejčastěji malá předozadní délka či snížená lomivost. Existuje zde také možná predispozice ke glaukomu s uzavřeným úhlem.[1,3]



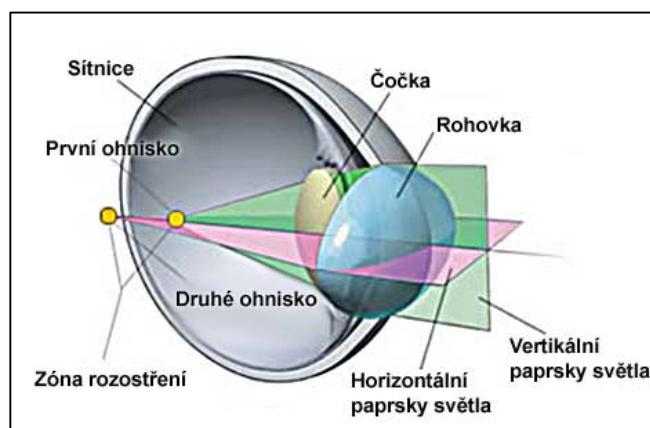
Obr. 3 Hypermetropické oko

Totální hypermetropie se skládá ze složky latentní a manifestní. *Latentní* (skrytá) složka je překonána stálým drobným tonusem ciliárního svalu. *Manifestní* složka je složkou zjevnou, skládá se ze 2 částí. *Fakultativní* část je kompenzována zvýšeným akomodačním úsilím. *Absolutní* část nemůže být okem nijak vykorigována, přináší problémy v podobě neostrého vidění.[2]

Tyto vady lze korigovat nejsilnější spojnou čočkou, při které pacient ještě vidí dobře. Pro korekci hypermetropie nitroočním zákrokem je nejvhodnější rozsah dioptrií od +1 do +12D.[1,3]

1.3 Astigmatismus

Jedná se o refrakční asférickou vadu, při které oko nemá ve všech řezech stejnou optickou mohutnost. Téměř každé oko je zatíženo malým tzv. fyziologickým astigmatismem (okolo 0,5D) díky tlaku víčka na oko. Nejčastějším symptomem bývá rozmazané vidění, které nelze vykorigovat sférickou korekcí.[1,3]



Obr. 4 Astigmatismus [29]

Klasifikací astigmatismu je několik, nejzákladnější je dělení na astigmatismus pravidelný a nepravidelný. Při pravidelném astigmatismu se bod zobrazí na dvě navzájem kolmé úsečky ležící v odlišných rovinách. Existuje jeden řez s maximální a jeden s minimální lomivostí (tzv. hlavní řezy astigmatismu). Lze korigovat sférocylindrickou či cylindrickou brýlovou čočkou.[1]

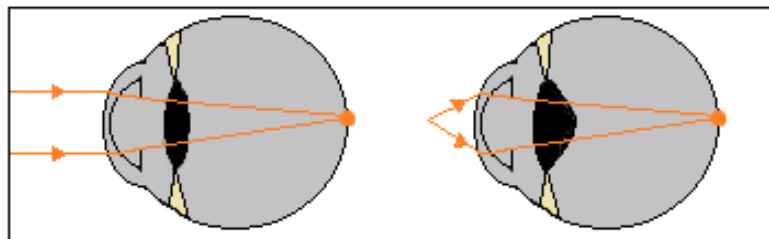
Nepravidelný astigmatismus je většinou způsobený keratokonem či úrazem. Obraz je deformován nepravidelným zakřivením rohovky. Lze korigovat pouze pravidelná složka. Korekce se provádí pomocí tvrdých kontaktních čoček.[1]

Astigmatismus jde dále kategorizovat na přirozený a chirurgicky navozený (občasná komplikace refrakčních nitroočních operací).[1]

1.4 Presbyopie (stařecká vetchozrakost)

Na rozdíl od ostatních refrakčních vad je presbyopie věkem podmíněná. Jde o fyziologický pokles akomodační síře, která nám vyjadřuje momentální akomodační výkon optického systému oka. Aby oko mohlo zaostřit do blízka, musí se čočka vyklenout a zvýšit svou optickou mohutnost.[1]

Změnu tvaru čočky při akomodaci do blízka ilustruje obr. 7. K tomu potřebuje pružnost, elasticitu a správnou funkčnost ciliárního svalu. Tyto schopnosti každé oko věkem fyziologicky ztrácí. Blízký bod se posouvá dále od oka.[3]



Obr. 5 Práce zdravé čočky při akomodaci do dálky a do blízka

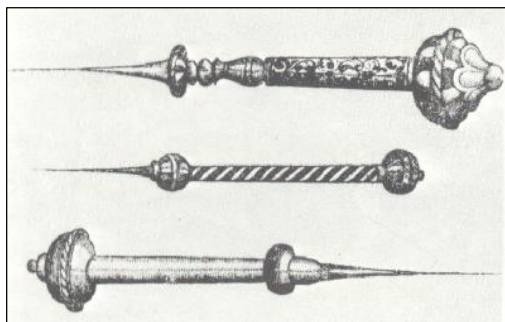
Presbyopie se objevuje kolem 40. roku života a často ji provázejí astenopické potíže. Tuto vadu lze korigovat brýlemi či kontaktními čočkami, ale ne každému pacientovi vyhovuje tento typ korekce, u brýlí bývá častý problém s adaptací na speciální multifokální čočky. Proto chirurgické řešení presbyopie patří mezi velmi moderní a progresivní odvětví oftalmologie.[3]

2. HISTORIE REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ

Přestože se refrakční chirurgie vyvíjela jako mladší sestra ruku v ruce společně s léčbou šedého zákalu, první historické kořeny mluví především právě o řešení zákalu. Historii nitroočních zákroků je nutno rozlišit na světovou a českou, protože probíhala odlišně.

2.1 Světová historie

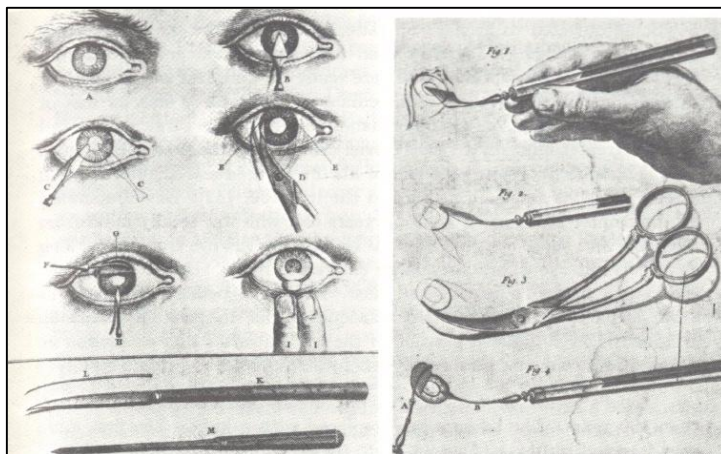
První poznatky léčby zákalu jsou doloženy už ze starověké Babylónie, kdy 800 let př.n.l. prováděli lékaři z Indie první chirurgické zákroky. Následovaly poněkud bizarní středověké metody kočovných chirurgů se sadami jehel. Vzorky takových jehel deklaruje obr. 6.[3]



Obr. 6 Bronzové jehly k reklinaci [30]

Zárok, zvaný deklinace, spočíval v zavedení ostré jehly asi 4mm temporálně od limbu až k čočce a poté se takto vytvořeným tunelem zavedla tupá, většinou bronzová jehla, která oddělila čočku od závěsného aparátu. Výsledky byly velice špatné. Tyto praktiky se dokonce ještě v 21. století používaly v některých oblastech Afriky.[3]

Obrovskou revolucí byla extrakce celé zkalené čočky limbální incizí v 18. století chirurgem Jacquelinem Davielem. Tato metoda se používala dlouhou dobu, dosáhlo se mnoho vylepšení. Velikou nevýhodou byla velká rána, která se musela sešít.[4]



Obr. 7 Nástroje a postup J. Daviela při extrakci čočky[30]

Pokud bychom mluvili konkrétně o prvním „úmyslném“ úspěšném refrakčním chirurgickém zákroku, tak ten se datoval k roku 1890, byl proveden doktorem Vincenzem Fukalou a jednalo se o extrakci čiré čočky u pacienta s velmi vysokou myopií. V letech 1887-1894 provedl 44 úspěšných operací. Bohužel na počátku 20. století počet provedených operací klesl, protože následovníci V. Fukaly měli strach z komplikací.[18]

O implantaci 1. nitrooční skleněné čočky sice najdeme zmínku již z roku 1795, šlo o čočku pojmenovanou podle vynálezce Casaamata, ale operace nebyla úspěšná. Čočka díky své tíze klesla do sklivce. Proto tento pokus není uveden jako 1. refrakční zákrok v historii.[3]

Dalším velikým průlomem v tomto oboru byla roku 1949 implantace 1. nitrooční čočky prováděna metodou extrakapsulární extrakce. Této operaci předcházel koncem 40. let 20. století objev Harolda Ridleyho, který si všiml, že akrylátové kousky odlétávající z kokpitů při leteckých úrazech jsou okem velmi dobře akceptovány. Výsledky operací s materiálem PMMA (polymethylmetakrylát) byly různé, ale někteří pacienti tyto čočky využívají ještě dnes. Za dalších 10 let provedl Ridley stovky operací, za což byl taky odměněn povýšením do šlechtického stavu jako objevitel umělé nitrooční čočky. Tato metoda se s různými obměnami používá dodnes. [3]

Myšlenka korekce myopie pomocí nitrooční čočky, s kterou přišel poměrně neúspěšně už Fukala, je v odborné literatuře nalezena až v letech 1953-1963. Ale až od roku 1986 je považována za jednu z právoplatných chirurgických metod. [3]

Vývoj nitroočních čoček probíhal v několika generacích, ale hlavní jsou 3 směry:

1. předněkomorová fakická čočka fixovaná v komorovém úhlu (Kolman, Baikoff)
2. předněkomorová čočka fixovaná na duhovce (Worst, Fechner)
3. zadněkomorová čočka, umístěná mezi duhovku a čočku (Fjodorov) [5]

Z Fjodorova návrhu byla počátkem 90. let vytvořena jedna z nejoblíbenějších čoček současnosti, ICL (Visian- Implantable contact lens). Původní návrh byl vytvořen profesorem Fjodorovem ze zvířecího kolagenu.[3]

Roku 1967 byla poprvé popsána CH. Kelmanem nová metoda odstranění jádra čočky, tzv. ultrazvuková fakoemulzifikace, rozdrčení jádra i s kortexem a jeho odsátí. Operace probíhala asi 4h (dnešní zákrok trvá v řádu minut). Od fakoemulzifikace se na čas opustilo kvůli nedokonalé technice a materiálu. Od 90. let se ale ultrazvuková fakoemulzifikace korneální incizí používá jako metoda volby.[3]

Po objevu této techniky vývoj probíhal pouze ve velikosti incize, ta byla asi 8mm v 80. letech, dneska při některých postupech je i 2mm. Důvodem zmenšování řezu je především šetrnost, rychlejší rekonvalescence, rychlejší stabilizace vidění a minimalizace indukce astigmatismu.[4]

Zmenšováním řezu bylo nutno také změnit materiály pro výrobu umělých nitroočních čoček, aby bylo možno čočku tak úzkým otvorem implantovat do bulbu. Čočky se poté začaly vyrábět především ze silikonu a měkkého akrylátu. Za vůbec nejvhodnější materiál je dnes považován collamer.[6]

2.2 Vývoj implantologie v ČR

První oftalmolog zabývající se implantologií v Čechách je profesor J. Vanýsek, který prováděl pokusy již v průběhu 40. let 20. století v Brně. Nejdříve to byly neúspěšné pokusy se skleněnými čočkami, později po vzoru Ridleyho pokusy s materiálem subakryl, které byly mnohem vydařenější. V roce 1954 proběhla první operace v Hradci Králové a byla úspěšná. Obdobných zákroků proběhlo asi 16, ale po zhodnocení výsledků a díky situaci v ČSR přišla stagnace. K dalšímu vývoji došlo až po roce 1979 díky primáři Izákovi. Přesto až do 90. let byla implantační čísla velmi malá. Zvýšila se až po roce 1992 díky využití nových chirurgických postupů a lepšího vybavení.[7] V současnosti se po celé republice vyskytuje přibližně 29 refrakčních center.[8]

3. PŘEDOPERAČNÍ VYŠETŘENÍ, KONTRAINDIKACE

Než může být pacient doporučen k operaci, musí absolvovat několik vyšetření. Základem je velice podrobná oční a rodinná anamnéza, která zahrnuje také informace ohledně celkového zdravotního stavu.

Součástí každého vyšetření u oftalmologa, nejenom předoperačního, je kontrola očního tlaku a vyšetření na šterbinové lampě, které probíhá v mydriáze.[3]

Nejdříve je zkontrolován celkový stav oka, očních adnex, sekrece slz. Poté změříme tloušťku rohovky a vyloučíme syndrom suchého oka. Změříme hloubku přední komory, velikost zornice a zornicové reflexy pro pozdější určení potřebné velikosti implantátu. U čočky je nutné zhodnotit stav zadního pouzdra (abychom vyloučili možnou subkapsulární kataraktu), stav závěsného aparátu a případnou exfoliaci (odlučování svrchních částí čočkového pouzdra).[3]

Dále šterbinovou lampou vyšetříme oční pozadí, sledujeme degenerativní sítnicové změny především u myopů a možné glaukomatózní změny na papile především u hypermetropů.[3]

Velmi důležitým vyšetřením je vyšetření na endotelovém mikroskopu, který slouží k zjištění počtu endotelových buněk a je nezbytné zejména u pacientů čekající na implantaci předněkomorové IOL, protože tento typ výkonu snižuje počet těchto buněk. Právě tyto buňky, umístěné na vnitřní straně rohovky, jsou zodpovědné za výživu rohovky a zajišťují její průhlednost. Vyšetření trvá několik minut, je bezkontaktní a zcela bezbolestné. Při hodnocení endotelu rohovky hodnotíme hustotu buněk, tvar (polymorfismus) a tzv. koeficient variace (počet jiných velikostí buněk).[13]

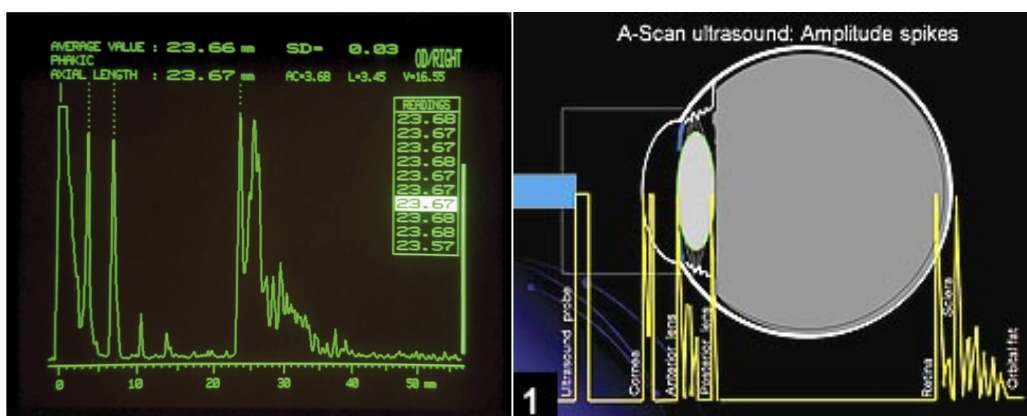
Dalším nezbytným údajem pro lékaře je vízus. Nejdříve měříme *vízus nekorigovaný*, hodnoty se mohou pohybovat od vízu 6/6 až 6/60 a méně. Poté pacient absolvuje měření refrakce, nejdříve probíhá *refrakce manifestní* (bez rozkapání), pak *cykloplegická*. Výsledná hodnota vzejde po dosazení do specifických nomogramů, které si každé pracoviště vytváří samo. Následuje vyšetření hodnoty *vízu s optimální korekcí*, které je potřebné pro srovnání stavu před a po zákroku. Nejlepším výsledkem operatéra je stejná hodnota vízu s optimální korekcí před operací s vízem nekorigovaným po operaci.[14]

Rohovková topografie (keratometrie) slouží u nelaserových operací především k vyloučení astigmatismu. Pokud je nalezen, přístroj určí přesně jeho osu a pravidelnost. Podle hodnot se pak vede základní řez (v kontraose astigmatismu).[3]

BIOMETRIE

Biometrie a následný výpočet nové čočky je stěžejní částí předoperačního vyšetření. Biometrické vyšetření existuje dvojího typu. *Metoda ultrazvuková* je základním vyšetřením u všech typů nitroočních refrakčních operací. Je to kontaktní metoda, kdy pacient leží na lehátku a je mu nanesena vrstva vodivého gelu na oční víčko, po kterém se posléze pohybuje oční sonda využívající odrazu ultrazvukového signálu od echogenních rozhraní. Nejdůležitějšími naměřenými parametry jsou axiální délka bulbu a dioptrická mohutnost rohovky.[3]

V oku člověka je pět tkáňových rozhraní (rohovka-komorová voda, komorová voda-čočka, čočka-sklivec, sklivec-sítnice, skléra-retrobulbární tkáň). Pro měření předozadní délky se používá lineární A-scan. Impulzy od jednotlivých tkáňových rozhraní jsou zachyceny jako vertikální odchylky, což názorně zobrazuje obr. 8. Rychlost zvuku je větší v látkách pevných než v kapalných. Tato různá skupenství se v oku střídají, proto se neustále mění rychlost. Celou situaci zachycuje obrazovka v grafu zvaném echogram.[3]



Obr. 8: a) obrazovka ultrazvuku zobrazující echogram[31]

b) projekce echogramu na průřez očního bulbu[32]

Vzdálenost výchylek v echogramu odpovídá poměrově vzdálenosti jednotlivých struktur oka. Pro změření délky oka je nutná znalost rychlosti ultrazvuku v jednotlivých prostředích, viz tab. 1. Na echogramu zdravého oka je zřejmá výchylka přední a zadní plochy rohovky, přední a zadní plochy čočky, sítnice, skléry a orbitálních struktur, což jasně deklaruje obr. 8b.[3]

Oční struktura	Rychlost šíření Ultrazvuku (m/s)
rohovka	1620
komorová voda, sklivec	1532
čočka	1641

Tab.1 Rychlost šíření ultrazvuku v jednotlivých očních médiích [3]

Druhou metodou je *metoda optická*, která je novější bezkontaktní metoda založená na parciální koherentní interferometrii. Používá se například pro měření bulbu vyplněného silikonovým olejem. Není možné využít tohoto vyšetření u neprůhledných očních medií.[3]

Biometrie nám dává také odpověď, zda je IOL vůbec vyrobitelná a zda není na místě využít možnosti implantace dvou IOL (polypseudofakie).

U obou metod vyšetření je nutnost užití vzorců nové generace, které vypočítají přesné rozměry a optickou mohutnost implantátu.[3]

axiální délka oka	mm	vhodný vzorec
krátká	20,00-21,99	Haigis, Holladay 2, Hoffer Q
průměrná	22,00-25,99	Holladay 1, SRK/T, Hoffer Q
středně dlouhá	26,00-28,00	Holladay 2, SRK/T
dlouhá	28,00-30,00	Holladay 2, Holladay 1

Tab.2 Výběr vhodného vzorce pro výpočet optické mohutnosti IOL [3]

V případě přetrvávajících nejasností ohledně diagnostiky je možno provést další doplňující vyšetření (strabologie, neurooftalmologie, počítačová perimetrie, fluorescenční angiografie,...).[14]

V rámci profylaktické léčby se dva dny před nástupem aplikuje lokálně antibiotikum 5krát denně do spojivkového vaku (např. ciprofloxacin) a nesteroidní antiflogistikum k tlumení zánětu (např. indometacin).[14]

KONTRAINDIKACE

Ke každému pacientovi je nutno přistupovat individuálně a objektivně porovnat míru rizika a efektivitu zákroku. Výkon by měl být rozmluven pacientům s velkými nároky a očekáváními či pacientům nespolupracujícím.

Celkové kontraindikace dělíme na relativní a absolutní. Mezi *relativní* zahrnujeme především cukrovku, atopii, choroby štítné žlázy, těhotenství a laktaci. Na zvážení jsou také případy věku pod 18 let a pacienti s kardiostimulátorem. *Absolutní* kontraindikace nitroočních refrakčních operací jsou různá autoimunitní onemocnění, léčba imunosupresivy, lupus a poruchy hojení.[3,14]

Nutnou podmínkou operace je dobrý zdravotní stav. Refrakční vada pacienta silně omezuje v běžném životě, není ale fatální.

Mezi oční kontraindikace je zahrnuta Fuchsova endoteliální dystrofie (asymetrický progradující edém rohovky) či jiná rohovková patologie. Dále sem patří nízký počet endoteliálních buněk (pod 2500/ mm²), hloubka přední komory menší než 3,2 mm, alergie na kolagen, progresivní sférická vada, uveitidy, operace u monokulárního pacienta, pupilární blok, opacifikace čočky (usazeniny), nemoci sklivce, maligní periferní retinální degenerace, anamnéza amoce, Herpes zoster ophtalmicus.[3]

Glaukom nebo anamnéza glaukomu je komplikací velice spornou. Protože u některých pacientů po implantaci IOL klesne nitrooční tlak díky změně anatomických poměrů, existuje také potvrzená teorie zlepšení odtokových poměrů u pacientů s artemphakii.[3, 14]

Pak jsou zde individuální kontraindikace jednotlivých případů, například u pacientů s opravdu vysokou refrakční vadou. Nevhodným kandidátem pro implantaci IOL je pacient s velmi vysokou myopií kvůli pozdějším pooperačním komplikacím (např. amoce sítnice) či s opravdu vysokým stupněm hypermetropie z důvodu špatně odhadnutelné dioptrické síly IOL (kvůli nepřesnosti biometrického vyšetření).[5]

Závěrem této kapitoly je nutno říct, že indikovat pacienta k této operaci je velmi nesnadný úkol, protože na to neexistuje žádná všeobecná „šablona“. Každý případ je soubor individuálních aspektů a musíme si uvědomit, že operace probíhají většinou na zdravém oku a každý výkon je obrovský zásah do kontinuity tkání.

4. OPERAČNÍ POSTUP REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ

V dnešní době existuje mnoho typů umělých nitroočních čoček, které jsou implantovány do různých míst. Základní postup operace je ale velmi podobný.

4.1. Přípravná fáze

Pacient si lehne zády na speciální operační stůl, který umožňuje stabilní polohu hlavy po celou dobu operace. Operátor i asistent zaujmají místo za hlavou operovaného.

Pacient přichází s rozkapaným či nerozkapaným okem podle typu operace. Pouhá předoperační aplikace antibiotických kapek nestačí, je nutná příprava operačního pole aplikací desinfekčního sterilního roztoku Betadine. Probíhá desinfekce oka, víček, očního okolí a výplach spojivkového vaku. Množství autorů podporuje použití předoperačně osmoticky účinné látky pro snížení nitroočního tlaku. Nejčastějším patogenem, který se v této desinfikované oblasti vyskytuje, je *Staphylococcus epidermis*. Při nedbalosti či u oslabeného jedince může dojít k těžkému nitroočnímu zánětu. Následuje aplikace jednorázové lepící fólie, která neprodyšně překryje kůži v rozsahu oční štěrbin a okolí. Potom se rozstříhne fólie uprostřed oční štěrbin a víčka se zafixují rozvěračem.[14]

Pro perfektní vizualizaci operovaných struktur se používá mikroskop, jehož prostřednictvím si může operátor různě zvětšovat či doostřovat obraz pomocí pedálu. Jde o speciální typ mikroskopu, určený pro chirurgii oka, kde osa pohledu je souběžná s paprsky osvětlující pole. Tímto je zajištěn červený odraz očního pozadí, který je důležitý pro bezpečné provedení zákroku.[15]

4.2 Anestezie

Anestezie, neboli umrtvení, zajišťuje blokaci vnímané bolesti v průběhu operace. V oftalmologii se používá od r. 1991 lokální anestezie, která umožnila z této operace udělat ambulantní zákrok. V praxi se používají dva typy anestezie.

Topická anestezie je umrtvením pomocí instilace kapek na rohovku. Látka prostupuje až do přední komory, kde dochází k zablokování inervace duhovky a ciliárního tělíska. Snad jedinou nevýhodou je možný neočekávaný pohyb bulbu pacienta v průběhu operace. Při peroperačních komplikacích se tato metoda kombinuje s intrakamerální (0,3 ml lidokainu 1% do přední komory, nástup do 10s).[14]

Infiltrační anestezie využívá infiltrace okolí operačního zákroku anestetikem. Metoda *retrobulbární* v podobě injekce způsobuje akinézu. V dnešní době se téměř nepoužívá kvůli možnému retrobulbárnímu hematomu, perforaci bulbu a možnosti poranění zrakového nervu. *Peribulbární anestezie* používá kratší jehlu a více vpichů do stejného místa. Umrtvení dosahuje rozsahu retrobulbární metody, ale není ohrožena retrobulbární oblast ostrou jehlou.[3]

Indikace k celkové anestezii je mentální postižení, neustálé nucení ke kašli, anxiózní porucha, klaustrofobie, nekontrolovatelný třes, nízký věk, nespolupracující pacient a hluchoněmost.[3]

4.3 Incize

Jde o nejdůležitější fázi operace, protože správné otevření přední komory je polovinou úspěchu zákroku. Historie incize je velmi ovlivněna počátkem 90. let, kdy byla zavedena bezstehová technika. Pouze v případě, kdy není zajištěna vodotěsnost rány, musí operatér zvolit suturu. [3]

Velikost řezů se pohybuje od 6mm (tvrdé IOL) do 1,5- 2,7mm (mikroincize). Umístění řezu (v rohovce, sklěře či na limbu) i jeho velikost je ovlivněna typem operace a použité čočky. O velikosti mikroincizí probíhají v poslední době mezi odborníky vášnivé diskuse, ale je to záležitostí spíše akademickou. I když v důsledku délka a typ incize velmi ovlivňuje vznik indukovaného astigmatismu a pokles pravděpodobnosti komplikací (dehiscence-rozestup rány, krvácení do přední komory). Snahou chirurga je, aby řez byl astigmaticky neutrální či ve strmé ose astigmatismu. Peroperační kontrola zakřivení rohovky probíhá ručním keratometrem.

K dosažení bezchybné incize (bez nenadálých komplikací jako natržení korneální tkáně či shrnutí descementovy membrány) se v současnosti dosahuje pomocí speciálně vyvinutých kalibrovaných nožů, zvaných keratomy.[14]

V praxi se vytvoří řezy dva. První je hlavní, místo kudy prochází emulzifikační jehla. Druhý, servisní řez, který určen pro další nástroj, je podstatně menší. Servisní incize, neboli keratotomie, je vedena u č. 2 asi 1mm od okraje rohovky, vodorovně s duhovkou, lokalizována 60° od rohovkového řezu.

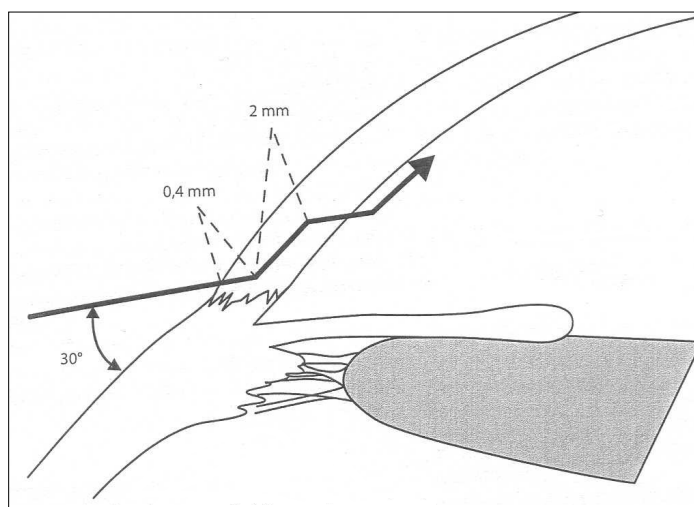
V dnešní době se používají dva typy hlavních řezů. Jde o tunelový sklerální řez a temporální rohovkový řez.[14]

U tunelového sklerálního řezu zákrok začíná uvolněním spojivky. Incize probíhá sklérou souběžně s limbem, asi 2,5-3mm posteriorně od něj, a je nejčastěji tvaru lineárního či obloukovitého (tzv. frown řez).[14]

Řez je veden nejprve kolmo sklérou asi do 1/3 až 1/2 její hloubky, pak se kulatým nožem pokračuje k limbu a 1,0-1,5 do rohovky. Výhodou je zároveň těsnění i dobrá pohyblivost v řezu, ale kvůli možným komplikacím se většina odborníků přiklání k druhé metodě.[14]

Jde o temporální rohovkový řez. Obrovský progres této techniky přichází roku 1992, kdy byl zaveden pojem tzv. „Clear corneal incision“. Tato metoda lze provést dvěma způsoby. Jednvpichový řez, který je průběhem téměř totožný s rohovkovou paracentézou a dvouvpichový řez, kdy se nejprve nařízne rohovka kolmo do 1/3 hloubky. Poté se vytvoří keratomem rohovková lamela. Konkrétní rozměry a další vedení řezu se liší u jednotlivých autorů.[3]

Temporální řez je náročný na techniku a zručnost operátora, ale díky řezu v této oblasti se vyhneme cévám (menší krvácení). Vhodnější je také díky své přístupnosti u pacientů s enofthalmem a většími nadočnicovými oblouky.[3,14]



Obr. 9 Rohovkový temporální řez podle Mackoola [3]

Incize má velký význam i den po operaci. Pokud pooperační kontrola zjistí zvýšený nitrooční tlak, je možné pomocí stlačení incize nechat odtéct pár kapek komorové vody, čímž se nitrooční tlak okamžitě sníží.[14]

4.4 Viskoelastický materiál

Po vytvoření incize se přední komora vyplní viskoelastickým materiálem. Ten minimalizuje poškození tkání, především endotelu rohovky. Vytvořením dostatečně velkého místa pro práci nástrojů v přední komoře zajišťuje bezproblémový průběh operace. Kromě toho dilatuje zornici, slouží jako tamponáda drobných krvácení či zabraňuje vzniku synechií (pozánětlivých srůstů).[15]

Každý operátor si vybírá z široké škály typů materiálu, nejčastěji se používá hyaluronát sodný. Ať už je použit jakýkoliv materiál, musí být po operaci vysát z přední komory a čočkového vaku (u RLE) z důvodu možného nárůstu nitroočního tlaku po operaci. [15]

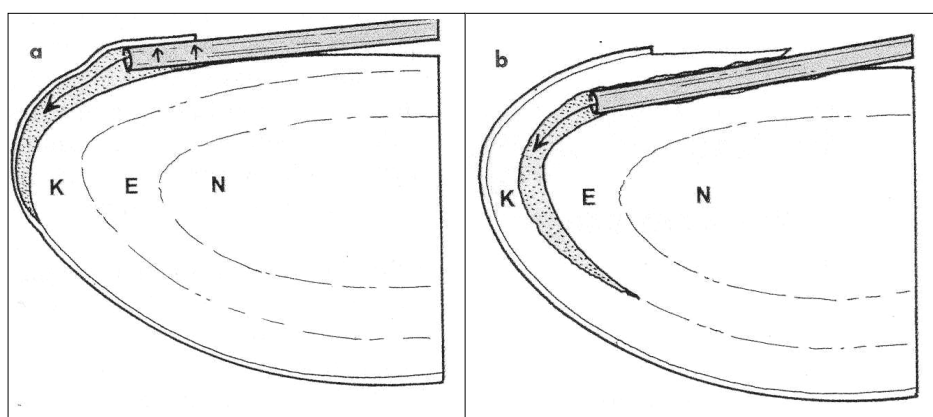
4.5 Kapsulorexe

Kapsulorexe je jeden ze způsobů kapsulotomie (otevření předního pouzdra čočky) a probíhá pouze u implantace metodou RLE. Roku 1985 tuto metodu popsali pánové H. Gimbelem a J. Neuhannen. Do té doby se používala metoda stříhání, kapsulorexe popisuje postup cirkulárním trháním. Tento úkol je možné provést cystotomem nebo ohnutou jehlou, nejčastěji se ale používá kapsulární pinzeta. Odstraní se kruhová část ve středu o průměru okolo 5,0-5,5mm. Přední pouzdro by po implantaci mělo překrývat o 0,5mm optickou část implantované čočky.[14]

Tento způsob otevření předního pouzdra nabízí mnoho výhod. Například usnadnění hydrodisekce (s minimálním rizikem trhliny) a fakoemulzifikace, snížení rizika sekundární katarakty či snadnější implantace IOL.[3,14]

4.6 Hydrodisekce a hydrodelineace

Hydrodisekce, která probíhá pouze u RLE, je metoda oddělení čočkové kapsuly od jádra a kortexu, kdy pomocí kanyly se mezi kortex a epinukleus vpraví tekutina. Nukleus se uvolní a je usnadněno jeho odstranění. Nejenže Fine r. 1992 zavedl techniku rohovkového řezu, ale přišel také s novou metodou hydrodisekce tzv. cortical clearing hydrodissection, kdy se tekutina opakovaně aplikuje širší kanylou mezi pouzdro a kortex, viz obr.10a. Není nutné poté odstraňovat v dalším kroku ještě samotný kortex, což snižuje riziko ruptury zadního pouzdra. Uchování zadního pouzdra je velmi důležité pro uchycení IOL a slouží jako mechanická překážka sklivci.[3,14]



Obr. 10 Hydrodisekce a) podle Fineho [3]
b) klasická

Přední pouzdro se v místě aplikace tekutiny zdvihne, tekutina se dostane podél ekvátoru až do zadního čočkového pouzdra (je možno pozorovat vlnu tekutiny mezi kortexem a kapsulou). V tuto chvíli dojde k přerušení kontaktu kortexu a pouzdra v místě ekvátoru. Úkon je úspěšný v případě možné rotace kortikonukleárního komplexu. Výhodou této metody je kromě mobilizace jádra také zmenšení potřeby irigace a aspirace po fakoemulzifikaci.[14]

Hydrodelineace je aplikace tekutiny přímo do jádra, která vede k separaci epinukleu od nukleu, což se projeví zlatým či tmavým prstencem v místě, kde kanyla dosáhla tvrdého centrálního jádra.[3]

4.7 Extrakce jádra

Extrakce jádra probíhá pouze při následné implantaci nové nitrooční čočky.

Intrakapsulární extrakce

K první úspěšné operaci touto metodou došlo již roku 1753 v Londýně. Čočka byla společně s pouzdem palcem vytlačena neporušená z oka přes limbální incizi. Později se přišlo s vylepšením metodou kryogeneze, kdy pomocí sondy byla celá čočka v oku zmrazena a vytažena, jak je vidět na obr. 11.[16]

Tato technika extrakce vyžaduje velkou ránu, k stabilizaci vidění dochází až po 2-3 měsících a v průběhu může dojít k nežádoucímu přimražení jiných struktur. V dnešní době se intrakapsulární extrakce používá minimálně a to v případech luxace čočky.[16]



Obr. 11 Intrakapsulární extrakce metodou kryogeneze: a) operační řez [33]
b) přimražená čočka

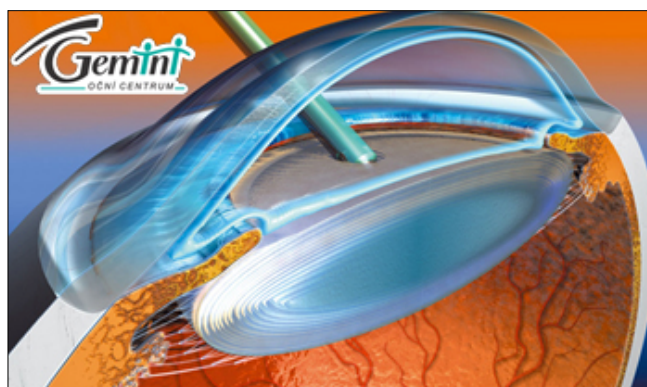
Extrakapsulární extrakce

Tuto metodu, extrakci jádra se zachováním zadního pouzdra čočky, použil jako první Daviel roku 1750 kvůli komplikovanému průběhu operace, poté ji začal používat i přes kritiku u všech svých pacientů. [17]

Vynětí čočky může probíhat dvěma způsoby. Buď expresí jádra (vytlačení) nebo fakoemulzifikací, která je v dnešní době používána asi v 99% případů.[17]

Fakoemulzifikace

Jde o metodu extrakapsulární extrakce čočky, kdy dochází k destrukci jádra a jeho vysátí po částech. Tato technika byla použita poprvé roku 1967 a přinesla sebou několik výhod (malý řez, zrychlení zrakové rehabilitace či zkrácení délky samotného výkonu). V dnešní době se používá několik způsobů destrukce jádra. Je to destrukce pomocí ultrazvuku, laseru, proudu vody a pomocí zvuku.[17]



Obr.12 Počáteční fáze ultrazvukové fakoemulzifikace [34]

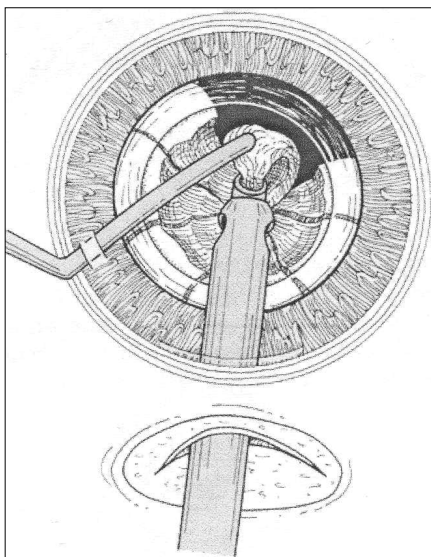
Ultrazvuková fakoemulzifikace je v dnešní době metodou volby ať už při refrakčních nitroočních operacích či při operaci katarakty. Základní fyzikální myšlenkou destrukce je přeměna elektrické energie na energii mechanickou pomocí měniče umístěného v sondě (část el. energie se také přemění ztrátově na energii tepelnou). Tato energie se poté přenáší v podobě chvění s vysokou frekvencí na hrot koncovky (sondy), což způsobí její kmitání. Kmitání probíhá s různou frekvencí (nad 20kHz) a amplitudou (5-100mikrometrů).Podle těchto hodnot se rozlišuje ultrazvuk vysokoenergetický a nízkoenergetický. Druhý jmenovaný se používá spíše k diagnostickým účelům.[14]

Destrukce jádra probíhá díky třem základním jevům. Díky přímému mechanickému vlivu vibrací sonotrody na čočku, kavitačnímu efektu (provázen vznikem proudění) a akustickým vlnám šířícím se tekutinou.[17]

Velmi záleží na výběru fakoemulzifikačních jehel, protože intenzita tzv. šokových vln závisí na oscilační amplitudě, velikosti plochy, která osciluje, tvaru sondy a na prostředí, v němž ultrazvuk působí. Fakoemulzifikační jehly jsou rovné nebo zahnuté, tzv. Kelmanovy (lepší kavitační efekt, lepší fokusace akustických vln).

Intenzita emitovaného ultrazvuku je fixní či ji pedálem ovládá chirurg. Emise je ovládána dvojím způsobem. V pulzním režimu je působení ultrazvuku přerušované v pravidelných pulsech s předvolbou fixní frekvence. V burts režimu ultrazvuk působí v přesně definovaných krátkých okamžicích (výronech energie). Intenzita emise je fixní, frekvenci ovládá chirurg pedálem.[17]

V současnosti existují dvě základní fakoemulzifikační techniky rozdělení jádra pomocí ultrazvuku. Obě se v průběhu let osvědčily jako nejbezpečnější a nejšetrnější. Technika divide and coquer (DC), kterou lze vidět na obr.13, začíná vytvořením centrální rýhy, poté se čočka rozpolcuje od okrajů ke středu. Jádro chirurg rozdělí na několik trojúhelníkovitých fragmentů (způsob lze přirovnat ke krájení dortu). Čím víc se zdá jádro tvrdší, tím více kousků musíme vytvořit. Technika je vhodná pro středně tvrdá až tvrdá jádra.[14]



Obr.13 Fakoemulzifikační technika DC [13]

Technika druhá, tzv. phaco chop, má mnoho variant. Jádru nejprve zestabilizujeme vytvořením vakua fakoemulzifikační jehlou. Druhý nástroj, zvaný chopper, rozštípne jádro od kraje (jako když se kus dřeva rozštípne pomocí klínu). Opět vzniknou trojúhelníkové fragmenty.[14]

Laserová fakoemulzifikace je velice progresivní, díky možnosti použití injikovatelných čoček, ale v dnešní době se zatím příliš nevyužívá.

Výhoda této metody spočívá v tom, že nehrozí riziko popálení operační rány kvůli tepelné energii ultrazvuku.[14]

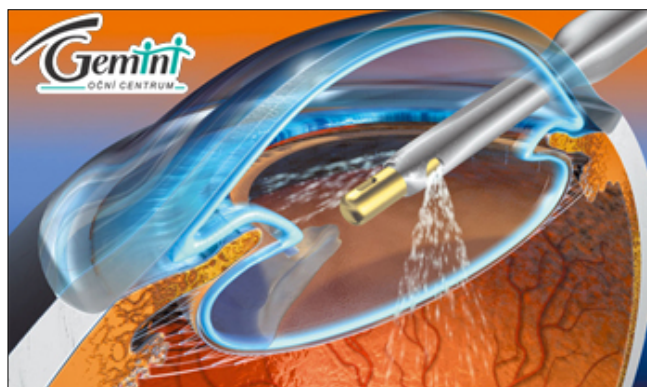
Trysková fakoemulzifikace je metoda zveřejněná teprve roku 2003. Čočka je destruována mikroimpulzy tekutiny, ale tento postup je možno využít pouze u měkkých jader.[17]

4.8 Irigace a aspirace

Oba dva úkony provádíme po sobě tutéž kanylou či kanylami oddělenými. Irigace je pasivní funkcí každého fakoemulzifikátoru, založená na mechanismu gravitace. Fakokoncovkou je vpouštěna irigační tekutina do přední komory, která udržuje její stabilní hloubku v průběhu operace. Využívá se nejenom ve fázi těsně před samotnou implantací IOL, ale v průběhu celé operace.[17]

Irigační tekutinou se nazývá fyziologicky vyvážený roztok (laktát, Ringerův roztok), s přidáním antibiotika a adrenalinu (k udržení mydriázy). Svým složením se přibližuje komorové vodě.[18]

Aspirací se rozumí vyčištění pouzdra čočky od zbytků jádra a kortexu (viz obr.14), protože zbytky čočkových hmot jsou častými spouštěči pooperačních komplikací. Ve fázi irigace a aspirace se přesnost musí vybalancovat s možným rizikem větší ztráty buněk endotelu rohovky a rizikem poškození pouzdra čočky.[18]



Obr. 14 Aspirace čočkového pouzdra [34]

4.9 Implantace IOL

V poslední fázi operace implantujeme pinzetou či injektorem nitrooční čočku. Častěji je používán injektor, protože pro aplikaci je nutný menší řez a tato metoda zajišťuje vysokou sterilitu. Čočka je ještě před operací vložena do speciálního pouzdra (kartridže), které je poté vloženo do injektoru. Díky této bezdotykové metodě je umožněna implantace s minimálním rizikem kontaminace čočky. [17]

Pokud se použije IOL z tvrdého materiálu, tak je potřeba rozšířit vstupní řez, ale v současnosti jsou preferovány měkké IOL, kde tento úkon není potřeba díky jejich obrovské pružnosti. V místě implantace se čočka pěkně sama rozvine a správně usadí díky přítomnosti viskoelastického materiálu. Ten je bezprostředně po vložení IOL odsáván. Rána se díky velmi malé operační incizi šije jen ve vyjimečných případech. Obvykle je aplikován pouze irigační roztok do stromatu rohovky pro krátkodobou fixaci rány.[20]



Obr. 15 Implantace nové čočky pomocí injektoru do čočkového pouzdra [34]

4.10 Pooperační péče a medikace

Nutno říct, že každé refrakční centrum má vlastní zásady pooperační péče, včetně četnosti a druhu použitých farmak. Oko je bezprostředně po zákroku zavázáno až do 1. kontroly lékaře. Péče o pacienty po refrakčním zákroku je obdobná jako u pacientů s kataraktou. Ještě 2-4 dny probíhá profylaktická léčba lokálními antibiotiky a 5krát denně se v průběhu dvou týdnů aplikují lokálně kortikosteroidy. Po těchto dvou týdnech probíhá asi 14 dní aplikace nesteroidních antiflogistik (protizánětlivý účinek) v průměru asi 4krát denně.[14]

Standardní kontroly pooperačního stavu probíhají ve frekvenci 1.dne, 1.týdne, 1. měsíce a 3.měsíc. Po dobu prvních třiceti dní se doporučuje klidový režim bez zvýšené fyzické zátěže. Ještě několik dní po operaci může být obraz jemně zamlžen díky odeznívajícímu otoku. Finální stav přichází po 4-6 týdnech, kdy dochází k stabilizaci hodnoty dioptrií. Při komplikacích je léčba u každého pacienta individuální. [5,14]

5. KOMPLIKACE REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ

Vývoj nitroočních refrakčních operací vždy provázely komplikace, které ale zároveň modelovaly toto odvětví oftalmologie a posouvaly ho kupředu.

V dnešní době jsou komplikace méně časté, nastávají asi v 0,5% případů. Díky obrovskému progresu posledních let jsou také velmi efektivně řešeny moderními postupy. Velikou nevýhodou, která se dá nazvat „komplikací“ jen obrazně (jedná se spíše o nevyhnutelný dopad), je ztráta akomodace, která provází každý zákrok prováděný metodou RLE.

5.1 Peroperační komplikace

Peroperačními komplikacemi jsou myšleny komplikace vzniklé během operace a je jen na šikovnosti a zkušenosti chirurga, do jaké míry na ně vhodně zareaguje.

Nejfatálnější komplikací je *expulzivní hemoragie* (masivní peroperační subchoroideální krvácení), která je lokalizována v prostoru mezi choroideou a sklérou. Jde o náhlé nekontrolované krvácení oka různého rozsahu (může vyplnit klidně i celý sklivcový prostor). Je to v dnešní době velmi vzácná komplikace vznikající při tupém či penetrujícím poraněním při hypotonii. Rizikové faktory celkové jsou nejčastěji vysoký věk, hypertenze a ateroskleróza. Mezi oční rizikové faktory patří glaukom, vyšší axiální myopie či posttraumatický stav. Prvním neklamným signálem je zvyšující se nitrooční tlak, dále dojde ke ztrátě červeného reflexu, změlčí se či úplně vymizí přední komora, dojde k prolapsu nitroočních tkání (nejčastěji duhovky) a pacient pocítí náhle ostrou bolest. Reakce na tyto příznaky musí být okamžitá. Chirurg ukončuje operaci, provede repozici vyhřezlých tkání, vytvoří pevnou suturu. Je v tuto chvíli také výhodou provádět palcem kompresi bulbu, což zvyšuje tamponádu proti krvácení vytvořenou fixním zašitím rány. Po operaci si pacienti často stěžují na bolest, která je způsobená podrážděním ciliárních nervů. Tato vzácná komplikace má velice nejistou prognózu a jedinou možnou prevencí je vhodně vytvořený malý operační řez.[14,17]

Další vážný problém může nastat při *ruptuře zadního pouzdra*, kdy může dojít k posunu nucleu či jeho zbytků do sklivce. Pacient je odeslán na vitrektomii. [3]

Možnou komplikací v průběhu operace je také příliš *mělká přední komora*. Příčin existuje několik, nejčastěji bývá způsobena nedostatkem či únikem irigační tekutiny nebo syndromem misdirekce této tekutiny do sklivce, zvýšeným tlakem sklivce (např. obézní pacienti) či ablací choroidei. Nesmíme opomenout zmínit také možné pochybení operátora či peroperační nárůst nitroočního tlaku vedoucího až k možné prolapsi duhovky do rány.[3]

5.2 Pooperační komplikace

Pooperační komplikace lze rozdělit podle doby vzniku na časné a pozdní. První příznaky časných pooperačních komplikací se objevují do 14 dní od zákroku.

Tím nejméně složitým, ale poměrně častým problémem bývá *zvýšený nitrooční tlak*, který se ale po čase buď spontánně či po aplikaci farmak opět ustálí. U fakických čoček dochází občas k *pupilárnímu bloku* díky přichycení optické části čočky okrajem zornice. Tato situace může vést až k akutnímu glaukomovému záchvatu díky uzavření komorového úhlu.[5,12]

Endoftalmitida je nejobávanější časná komplikace, kdy dochází k poklesu vízu, pacient si stěžuje na bolest. Často ji provází hypopyon (tvorba hnisu v přední komoře způsobující její zakalení). Kritické případy končí až vitrektomií a vynětím IOL.

Toxický syndrom předního segmentu propuká 12-24 hodin po operaci. Jde o zánět přední části, při kterém dochází ke zkalení rohovky a poškození endotelu.

Dalšími komplikacemi může být *cystoidní makulární edém* (který je typický sníženou zrakovou ostrostí, což může být příznak více onemocnění, proto se bezpečně toto prosáknutí makuly pozná jen na fluoroangiografii) a *edém rohovky* často provázený striatou (nakrčení Descementovy membrány).[12]

Nejčastější pozdní pooperační komplikací je *fibróza kapsuly s následnou sekundární kataraktou* (u 19% pacientů). Lze odstranit pomocí laseru či chirurgického zákroku. Až ke vzniku syndromu „kočičího“ oka vede při absolvování implantace FIOIOL *progresivní ovalizace zornice*. Fakická čočka také často přináší problémy jako *pokles počtu endotelových buněk* a *nestabilitu implantátu* z důvodu nevhodně zvolené velikosti (zpravidla příliš malá IOL). Implantací IOL metodou RLE může dojít k *dislokaci čočky* z důvodu poškození závěsného aparátu, problém řešen operativně. [5]

Vážnou komplikací je *odchlípení sítnice*, kdy pacient může přijít i definitivně o zrak. Rizikovou skupinou jsou krátkozrací pacienti díky ztenčení v oblasti zadního pólu oka. Po této diagnóze následuje vitrektomie.[3,5,12]

Nutno také zmínit drobnou komplikaci v podobě negativního vjemu způsobeného rozptylem světla, tzv. „glare“ a „halo“ efekt, které mohou a nemusí být pro pacienta problémem. Velmi záleží na subjektivním vnímání každého jedince. Tyto světelné fenomény jsou pro citlivější pacienty velmi nepříjemným dopadem implantace IOL. Vznikají odrazem světla od zadní plochy čočky zpět na sítnici, pacient vidí nepříjemné odlesky a zhoršují kvalitu vidění především v noci a za šera. [5,12]

Ač se to nezdá, existuje při refrakčních nitroočních zákrocích celá řada komplikací, kterým nelze i přes precizní výkon chirurga zabránit. Tyto problémy se nesmějí podcenit a pohotovost je v těchto případech často klíčová. Ale i přes děsivé prognózy se komplikace vyskytují poměrně vzácně a výhody této operace u zdravých pacientů převyšují rizika.[3,15,21]

6. TYPY REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ

Existují dvě základní možnosti, jak řešit chirurgickým zákrokem refrakční vadu. Nejdůležitějším faktorem je věk pacienta. U kandidátů nitroočního zákroku do 40 let, kdy je stále zachována dobrá funkčnost čočky, přistupují lékaři nejčastěji k implantaci fakické IOL. V pozdějším věku, kdy akomodační aparát není již funkční či se přidruží k refrakční vadě také šedý zákal, využívají lékaři spíše metody refrakční výměny čočky (RLE) neboli refrakční lensektomie. Srovnání jednotlivých metod a typů nitroočních čoček uvádí Příloha 1 v příloze této práce.

6.1 Implantace fakické nitrooční čočky

Fakickou čočkou je myšlena umělá nitrooční čočka, která je zavedena do oka při ponechání původní lens cristallina. Implantát bývá umístěn v přední komoře, výjimečně v zadní komoře.[15]

Velkým pozitivem této metody je zachování schopnosti akomodace. Z pohledu operační techniky je zákrok mnohem jednodušší než postup u metody RLE. Po vytvoření řezu a vyplnění přední komory viskoelastickým materiálem dochází rovnou k implantaci, proto zákrok umožňuje krátkou zrakovou rehabilitaci. Každý pacient rovněž ocení možnou reverzibilitu zákroku.[15]

Každé implantaci fakické čočky by měla předcházet laserová iridotomie v odstupu asi 4 týdnů před operací. Provádí se jako prevence proti vzniku pupilárního bloku jako reakce na zvýšený nitrooční tlak. Iridotomie se provádí pomocí laserových paprsků, kdy se vytvoří několik malých otvorů v periferii duhovky, čímž se rozevře komorový úhel umožní se lepší odtok komorové tekutiny.[3]

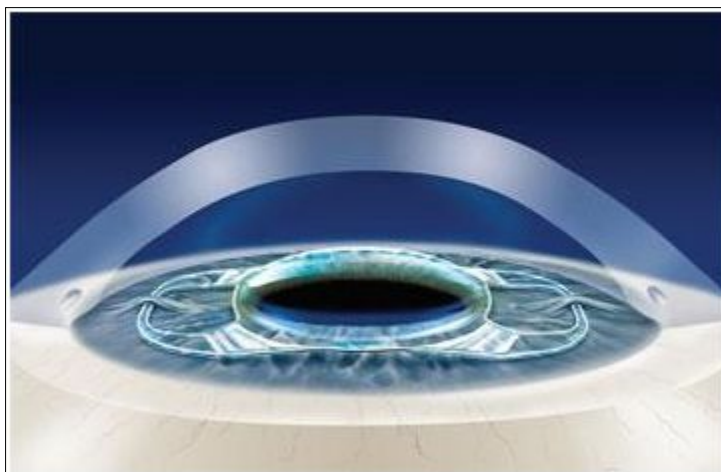
Implantáty podle umístění a způsobu uchycení dělíme na předněkomorové (fixované v komorovém úhlu či na duhovce) a zadněkomorové. [3,15]

6.1.1 Fakické čočky fixované na duhovku (iris- claw)

Obecně jsou všechny předněkomorové čočky indikovány u myopie nad 7D, u hypermetropie nad 4D a u astigmatismu do 7D.[15]

Těsně před zákrokem je nutná aplikace miotika intrakamerálně. Implantát je fixován na přední straně duhovky pomocí tzv. klepítek, která část duhovky „přiskřípnou“ po obou stranách v pozicích 3 a 9. Toto uskřínutí se nazývá odborně enklavace. Díky hrubší adventicii cév ve stromatu duhovky lze využít tento typ úchyty bez rizika poškození. [15]

Reliéf čočky pro tento typ implantace bývá konkávní (viz obr.16), aby nemohlo dojít ke kontaktu zadní plochy s lens cristallina.



Obr. 16 Fakická čočka fixovaná na duhovku [35]

Tento typ čoček je nejvíce zastoupen především v zemích, kde vznikl (Nizozemí, Indie). Oblíbený je také v rozvojových oblastech kvůli jednoduchosti postupu implantace. Používá se často také u dětí po úrazech nebo jako řešení anizometropie.

Největší pooperační problém je výrazný pokles počtu endotelových buněk, jež vede často až k zašednutí rohovky. V průběhu 3 let dochází ke ztrátě až 12,6 % buněk.

[3,14,15]

Materiálem pro tento typ čoček bývá nejčastěji PMMA či hydrofilní akrylát. Čočky fixované na duhovku jsou někdy zvané také jako Worstovy, podle vynálezce. Od roku 2003 figuruje na trhu nejmodernější podoba této čočky zvaná *Artiflex*, která nahradila starší typ zvaný *Artisan*. *Artiflex* je vícekusová čočka, optická část je ze silikonu a haptiky jsou z PMMA. Koriguje jak sférické refrakční vady, tak i astigmatismus. Její největší devízou je minimální vstupní řez o velikosti 2,3 mm a možnost korekce astigmatismu i u hypermetropů při hloubce přední komory alespoň 3mm. [6,22]

6.1.2 Fakické čočky fixované v komorovém úhlu

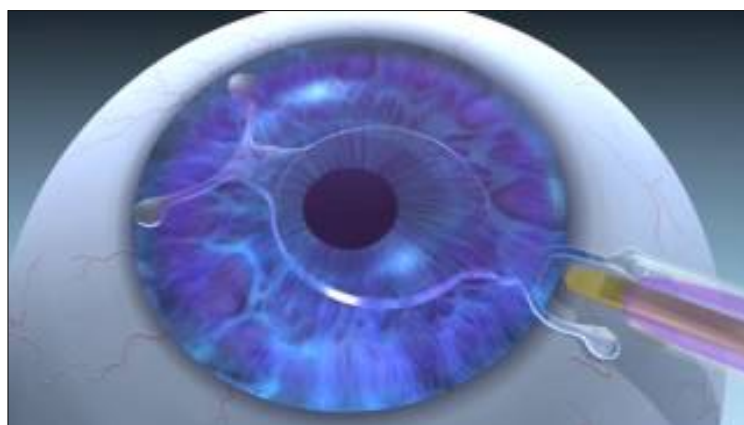
Rozsah refrakčních vad vhodných pro využití této metody je shodný s čočkami typu iris-claw. Vývojem těchto čoček se zabýval především Kelman a Baikoff.

Těsně před zákrokem je nutností podat intrakamerálně miotikum. Čočka fixována v komorovém úhlu se svými haptickými částmi dotýká místa, kudy prochází Schlemmův kanál (reticulum trabeculare). Proto je zde vždy riziko sekundárního glaukomu.[13]

Na závěr operace je vytvořen u čísla 12 bazální kolobom. Nejčastějšími komplikacemi tohoto typu implantátů bývá progresivní ovalizace zornice, iriditické dráždění a pupilární blok.[13,21]

Mezi neznámější čočky tohoto typu patří čočka *Vision Membrane*. Slouží mimo jiné díky své bifokální variantě také ke korekci presbyopie refrakčně-difrakční metodou. Díky vyklenutému tvaru je minimalizováno ucpaní komorového úhlu a speciální široké haptiky zamezují vzniku synéchií. Výrobce uvádí, že před implantací díky zvětšené optické části čočky není potřeba provést laserovou iridotomii.

Velmi oblíbenou a v současnosti nejpoužívanější je čočka *AcrySoft-Cachet* (viz obr. 17) od firmy Alcon, která velmi efektivně koriguje krátkozrakost a díky čtyřbodové konstrukci haptiky zajišťuje stabilitu čočky.[22,24]



Obr. 17 Aplikace fakické nitrooční čočky Acrysoft-Cachet [13]

Dalším známým zástupcem je čočka *Kelman Duet*, která je považovaná za převratný objev díky své stavbě. Implantát se skládá ze dvou oddělených částí, nejdříve se implantuje haptická část s čepý, poté se pomocí injektoru vloží do oka foldovatelná optika, která je svými poutky uchycena k čepům haptiky. Tato dvojdílná konstrukce má pozitivní ohlasy, při nutnosti reimplantace se vyměňuje pouze optická část, haptika zůstává.[22]

Mezi moderní čočky tohoto typu lze zahrnout také *Phakic 6 H2* s heparinovou modifikací na povrchu, Baikoffovu čtyřbodovou *Nuvitu MA20* či Baikoffovu multiflexní čočku *Vivarte*, která je modifikací Kelmanovy čočky. [22,24]

6.1.3 Zadněkomorová fakická čočka

V současnosti existují dva typy zadněkomorových fakických čoček. Prvním typem je tzv. nitrooční kontaktní čočka (ICL), která kopíruje tvar přední plochy čočky. Indikací pro tento typ čočky je střední a vyšší refrakční vada. U myopie je rozmezí vady od -3 do -20D, u hypermetropie od +3 do +17, u myopie lze také korigovat astigmatismus až do 6D.[14,16]

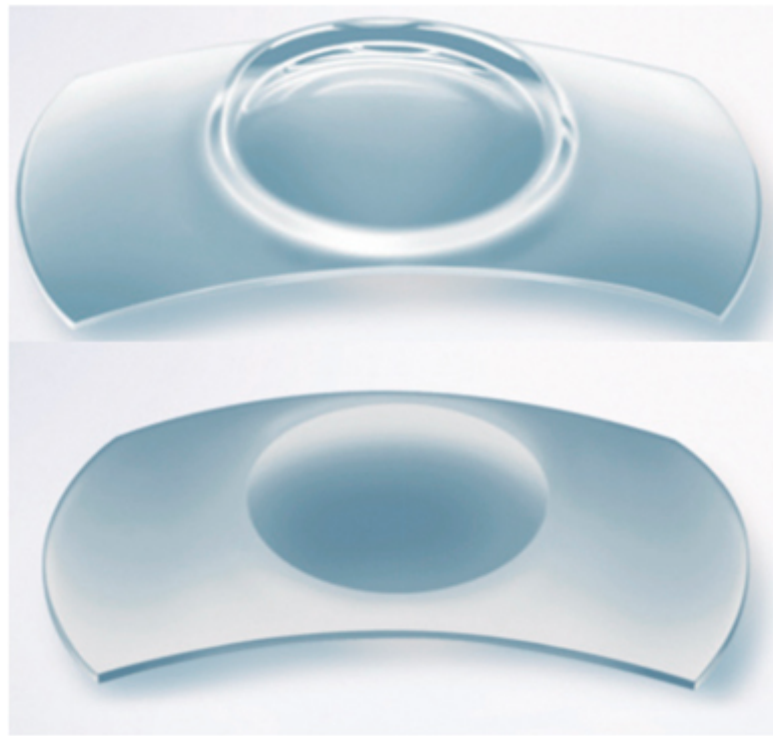
V den zákroku je nutná na rozdíl od jiných typů IOL maximální mydriáza, na závěr operace je ale do přední komory aplikováno miotikum. Optická část je uložena retro pupilárně, haptická část je fixována v sulcu ciliaris nebo v oblasti zonulárních vláken.[14,22]

Je velmi důležité čočku vhodně umístit. Kontakt s obalem lens cristallina může vyvolat jeho opacifikaci a zároveň tření mezi čočkou a epitelem rohovky může způsobit uvolňování pigmentu, které může vést až ke vzniku sekundární katarakty. Před operací se obvykle provádí dvě laserové iridotomie či jedna iridotomie v průběhu operace. V průběhu operace se čočka nejdříve umístí zavaděčem do přední komory a poté se kovovým nástrojem přesunují haptické části za duhovku.[14]

Nespornou výhodou těchto čoček je vůbec nejmenší úbytek endotelových buněk a výborný refrakční výsledek. Nevýhodou může být vysoká cena operace či doporučené rozmezí od 18-45 let. Komplikace mohou nastat při špatně zvolené velikosti implantátu, kdy příliš malý rotuje a velký blokuje komorový úhel. [14,22]

Nejvýznamnějším zástupcem tohoto typu IOL je *Visian* od švýcarské firmy Staar. Jde o jednkusovou čočku vyrobenou z collameru. Díky tvárnosti lze použít řez menší než 3mm. Zajímavostí je tvar destičkové haptiky, tzv. „plate“ haptiky, která se opírá v pars plicata řasnatého tělíska. Tato čočka slouží ke korekci krátkozrakosti a astigmatismu.[22,24]

Dalším typem zadněkomorové čočky je tzv. PRL (phakic refractive lens). Jedná se o plovoucí extra tenkou a elastickou čočku, která využívá zonulárních vláknem pouze jako opory, ale v oku není nijak fixována. Jak lze vidět na obr.18, kopíruje stejně jako ICL tvar předního obalu čočky. Je vyrobena z jednkusového hydrofobního materiálu a vyrábí se pouze ve sférické variantě. Největší nevýhodou je riziko vzniku sekundární katarakty.[23]



Obr. 18 PRL : a) design myopického implantátu [36]

b) design hypermetropického implantátu

6.2 Refrakční výměna čočky (RLE- refractive lens exchange)

Při této metodě implantace dochází k odstranění lens cristallina, ačkoliv bývá průhledná, z důvodu refrakční vady pacienta. Je velmi těžké určit v dnešní době přesné rozhraní refrakční a kataraktové chirurgie. Postup operace je v obou případech stejný, jen je řešen v obou případech jiný primární problém. Proto dnes již běžně mluvíme o kataraktové refrakční chirurgii. U pacientů s refrakční vadou a zároveň se sníženou funkcí akomodačního aparátu je tato metoda nejvhodnější volbou.[10]

Rozsah refrakčních vad vhodných pro tento typ implantace je od -10 do +40D a kromě čoček monofokálních lze použít i čočky multifokální.

Obecně tento typ implantace IOL řeší stav zvaný afakie, kdy v oku chybí čočka. K afakii může dojít po operaci katarakty či refrakční nitrooční operaci, po úrazu nebo se vzácně objevuje katarakta vrozená. Nejenže ztrátou čočky přijde systém o schopnost akomodace, ale oko se stane silně hypermetropickým. Minimální korekcí je spojná čočka o optické mohutnosti 10D.[10]

V souvislosti s metodou RLE se velmi často používá pojem pseudofakie (artrhokie), což je stav oka po implantaci IOL do pouzdra čočky, v oku je tedy v tuto chvíli čočka jedna. Do oka v extrémních případech mohou být implantovány i čočky dvě. Jde o tzv. polypseudofakii. K této situaci dochází především u extrémních hypermetropů. K implantaci dvou IOL může dojít i postupně, například u vysoké reziduální sférické vady po implantaci čočky metodou RLE. Stav závěsného aparátu a čočkového obalu často není vhodný k reimplantaci. Proto dochází k vložení další čočky, kterou již nelze implantovat do čočkového obalu.[3]

Mezi nejoblíbenější implantáty tohoto typu patří čočky se žlutým filtrem (např. Acrysof), které chrání stárnoucí buňky retiny proti toxické krátkovlnné modré složce světelného záření, čímž se nahrazuje fyziologická změna transparence lens cristallina v průběhu stárnutí.[10]

7. MODERNÍ TRENDY REFRAKČNÍCH NITROOČNÍCH OPERACÍ

Jak už bylo výše zmíněno, přichází refrakční chirurgie dnes a denně s novými inovacemi. Protože jsou mnohé techniky a materiály teprve v rozpuku, jejich využití je poměrně finančně náročné a jen budoucnost ukáže pacientům efektivnost této investice.

7.1 Chirurgické řešení presbyopie

Řešení vetchozrakosti pomocí implantace nové čočky je pro pacienty velice lákavou variantou, protože řadě z nich dělal problém úzký optický tunel u brýlových čoček a obtížná manipulace s čočkami kontaktními.

Metody jako monovision (fokusace jednoho oka na dálku a jednoho do blízka) či PRELEX (implantace speciální multifokální IOL metodou RLE) nejsou pro zákazníky ničím novým, i když v poslední době multifokální čočky zaznamenaly progres. [3,13]

Multifokální nitrooční čočky (MIOL) zajišťující tzv. pseudoakomodaci (statický stav napodobující naturální akomodaci) jsou v současnosti často skloňovaným výrazem v oftalmologii, i když princip jejich funkce je znám již řadu let.

Po dopadu paprsků na multifokální čočku dochází k jejich lomu, ohybu či kombinaci. Část paprsků dopadne na retinu a vytvoří ostrý obraz pro danou vzdálenost. Ostatní paprsky mají ohnisko mimo sítnici a v rámci nezbytné neuroadaptace se učí mozek tyto rozmazané obrazy nevnímat. [3]

Pokud dochází na čočce k lomu paprsků, podle Snellova zákona, jedná se o *refrakční* multifokální implantát. Optická část má několik soustředných oblastí o vlastní dioptrické hodnotě, která umožňuje vidění na konkrétní vzdálenost. Koncept refrakční čočky bývá založen na 2-5 optických zónách. Přejechy mezi nimi jsou tvořeny sférickými plochami, které umožňují vidění do středních vzdáleností.[3]

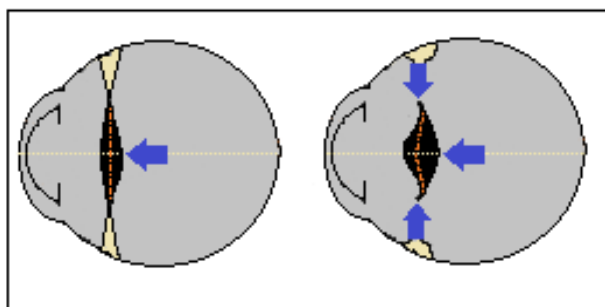
Difrakční čočky jsou založeny na principu ohybu světla. Světlo se šíří ze zdroje ve formě vlnoploch. Povrch přední strany čočky je tvarován do „schodků“ umístěných v koncentrických prstencích, na jejichž vrcholech dochází k difrakci světla. Vznikají nové vlnoplochy, jejich skládáním na retině se vytvoří jeden ostrý obraz pro předměty v dálce a jeden pro předměty blízke. [3]

Kontraindikací těchto typů IOL je astigmatismus nad 2D a klidová zornice užší než 3mm. Každý pacient by měl také počítat s jistým diskomfortem v podobě optických fenoménů za mezopických podmínek.

Čočky akomodační (AIOL) jsou novodobou nejmodernější alternativou multifokálních čoček. Snaží se kompenzovat pokles či deficit akomodace prostřednictvím tzv. pseudofakické akomodace. Při tomto dynamickém ději dochází k spolupráci řasnatého tělíska, čočkového pouzdra, sklivce a implantované čočky. Výsledkem je změna refrakčního stavu pseudofakického oka díky ventrodorsálnímu pohybu čočky. Uvádí se, že posun čočky o 1mm vpřed dodává optickému systému 1,6-1,9 D. K rozvoji těchto IOL přispěl nejvíce Cumming a jeho kolektiv, kteří zaznamenali nečekaně dobrý vizevých pacientů s implantovanými tzv. plovoucími čočkami (plate haptic IOL) při pohledu do blízka, což ale bylo podmíněno zachováním funkčnosti očních struktur využívaných při akomodaci.[5,26]

V současnosti existuje několik typů akomodatивních čoček, které využívají různých principů vedoucích ke změně optické mohutnosti systému při kontrakcích závěšného aparátu. Tyto implantáty můžeme rozdělit na čočky s jednou optikou, se dvěma optikami a čočky se schopností měnit své zakřivení.[5,26]

Základní myšlenkou čoček *s jednou optikou* (SIOL) je posun a sekundárně také deformace optické části, což je umožněno obrovskou flexibilitou spoje opěrné části a optiky. A právě haptiky přichycené v rozích pouzdra zprostředkovávají změnu působení síly při práci konané ciliárním svalstvem. Schéma principu akomodační čočky je zachyceno na obr.19, na němž lze porovnat stav čočky při relaxaci, kdy dochází pouze k opoře zezadu sklivcem a při pseudofakické akomodaci, kdy je čočka deformována působením také řasnatého tělesa a dochází ke změně zakřivení obou ploch čočky.[5,26]



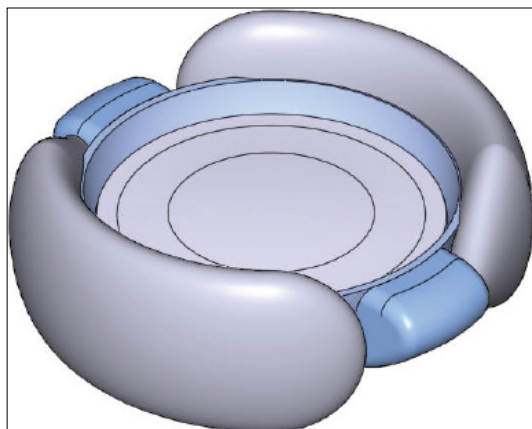
Obr. 19 Porovnání stavu pseudofakické čočky při relaxaci a akomodaci

Mezi nejpoužívanější implantáty tohoto typu patří čočka Tetraflex, která byla v ČR implantována poprvé teprve v roce 2011. Její tvar a flexibilita umožňují implantaci řezem o pouhých 1,8mm. Akomodační rozsah této bikonvexní akrylátové čočky činí 2,4D. Optická část patří k nejstabilnějším a je nejméně vnímavá k pooperačním změnám.[5,26]

Implantáty *se dvěma optikami* (DIOL) byly prvotně testovány na králičích očích. Tento objev z roku 1990 sestává ze dvou optických částí spojených haptikou, které mají mezi sebou stále určitý prostor. Při relaxaci oka jsou části nejbližší u sebe (0,5mm), při akomodaci dojde k posuvu přední části asi o 1mm ventrálně. Během uvolňování ciliárního svalu se přední část vrátí zpět na svou původní pozici. Přední optika je bikonvexního tvaru o optické mohutnosti + 32D, zadní optika představuje přibližně -12D. Významným zástupcem duálních IOL je čočka Safrazi s akomodačním rozsahem až 4D (při laboratorních pokusech na opicích bylo dosaženo až 8D). [17,26]

Nejslibnější budoucnost mají akomodativní čočky *s deformovatelnou optikou* (CIOL). Změna počtu dioptrií v optickém systému zakřivením povrchu je nejefektivnější a nejúčinnější technologií. Dneska existují 4 návrhy, ale mnohé jsou stále ve stádiu laboratorních pokusů.[25,26]

V rané fázi vývoje je čočka Fluid Vision (Power Vision), která je celá včetně haptik naplněná polymerem. Při uvolnění zonulárních vláken dojde k vytvoření tlaku na opěrnou část, z které se tekutina přesouvá do optiky, což přináší její deformaci. Akomodační výkon těchto čoček se pohybuje okolo 5,5 D. [25,26]



Obr. 20 Čočka Fluid Vision [37]

Design čočky NuLens vychází z akomodačního mechanismu kormoránů, kteří mají při potápění potřebu extrémní akomodační šíře. Uprostřed přední plochy implantátu leží otvor, z něhož je při tlaku sklivce vytlačován gel ze silikonového polymeru, čímž dochází k deformaci IOL a ke změně počtu dioptrií optického systému. Výhodou je obrovský akomodační rozsah 6-10D, který lze využít i při poškozeném závěsném aparátu. Narozdíl od jiných akomodativních čoček je část implantátu umístěna v sulkus ciliaris a část v pouzdře. Paradoxem je, že k pseudofakické akomodaci dochází v tomto případě při relaxaci ciliárního svalu, obráceně než je tomu u fyziologické akomodace.

[17,26]



Obr. 21 Čočka NuLens [38]

Termodynamická čočka SmartIOL je z hydrofobního materiálu voskovitého charakteru. Uchovává se za snížené teploty v podobě tyčinky o průměru 2mm a délce 30mm. V prostředí s teplotou okolo 37°C (tělesná teplota) dojde za zhruba 30 sekund k jejímu rozvinutí a přeměně na měkký gel o průměru 9,5mm. Dojde k vyplnění pouzdra bez ztráty optických důležitých vlastností, což je umožněno díky obrovské tvarové paměti. [27]

Čtvrtým typem deformovatelných implantátů je čočka Liquilens, která je vhodná především pro pacienty s retinopatií či VPDM. Je nezbytně závislá na gravitaci. Obsahuje dvě tekutiny s odlišným indexem lomu. Technologie je založena na různém postavení hlavy při pohledu do dálky a do blízka. Při sklonění hlavy během práce na blízko se dostane do optické osy oka tekutina s vyšším indexem lomu. V tuto chvíli implantát pracuje podobně jako lupa. [17,26]

Nespornou výhodou akomodačních IOL je téměř žádný výskyt dysfotopsie a nulový vliv na kontrastní citlivost. Právě tyto dva faktory jsou důvodem nespokojenosti pacientů po implantaci multifokálních nitroočních čoček. Jediným rizikem pro kandidáty výkonu jsou stále ještě minimální zkušenosti s touto technologií a náročnější průběh operace. Během tří měsíců po operaci je nutná spolupráce pacienta v podobě rehabilitačních očních cviků zaměřených na akomodační aparát.[17,26]

7.2 Bioptika

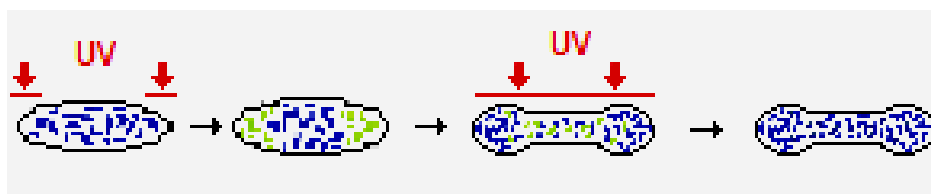
Bioptika byla přestavena světu teprve roku 1996. Je kombinací implantace fakické nitrooční čočky a následné dokorekce pomocí excimerového laseru (operační technikou Lasik). Používá se u pacientů s extrémní ametropií. Úspěšnost úplné korekce pomocí implantace IOL u vysokých vad je velice těžko odhadnutelná, proto se postoperačně využívá možnost dokorekce nejčastěji po uplynutí 1 měsíce z důvodu možné delší doby potřebné pro usazení čočky a stabilizace vidění.[3,11]

Nitroočnímu zákroku musí nutně předcházet 1. fáze operační techniky Lasik, což je vytvoření lamely. Při tomto úkonu dochází k velkému tlaku na rohovku a za přítomnosti již implantované čočky by mohlo dojít k poškození rohovkového endotelu. Tato technika bývá občas také kombinována s astigmatickou keratotomií.[2,11]

7.3 LAL (Light adjusted lens)

Fotosenzitivní čočky LAL jsou velkým objevem posledních let. Svým vzhledem jsou velmi podobné klasickým zadněkomorovým monofokálními čočkám. Svým chemickým složením jsou ale velmi inovativní. Optická část tvořená fotosenzitivním silikonem obsahuje zvláštní molekuly, tzv. makromery, které jsou velmi citlivé na záření o vlnové délce 365nm. Při dopadu tohoto UV záření dochází k fotopolymerizaci makromerů. Reakcí na vznik chemického gradientu v místě osvitu je difúze molekul z neosvícených oblastí, aby opět nastala chemická rovnováha. Pohyb molekul způsobí lokální zbytnění a změnu optické mohutnosti implantátu.[24,25]

Celý proces je schématicky znázorněn na obr. 22, který zachycuje působení UV záření na periferii čočky, aby klesla optická mohutnost implantátu. Modře jsou označeny neosvícené makromery a zelené jsou molekuly osvícené.



Obr. 22 Schéma fotopolymerizace implantátu

Po 2-3 týdnech probíhá kontrola, zda se v oku vyskytuje reziduální refrakční vada. Po kladném nálezů dojde pomocí speciálního přístroje k lokální fotopolymerizaci, která koriguje zbytkovou vadu. Je to neinvazivní zákrok, který je očními tkáněmi velmi dobře snášen. Nejmodernější zařízení pro osvětlení DLDD (new digital light delivery device) umožňuje korekci myopie, hypermetropie i astigmatismu. Nejnověji dokáže vytvořit také multifokální čočku či sférickou plochu pro upravení aberací.[24,25]

Po laboratorních pokusech na zvířatech na univerzitě v Utahu, došlo ke klinickým testům i na lidech. Výsledné hodnoty se blížily stavu emetropie. [28]

O této technologii není ještě příliš známo, ale intenzivně se na ní pracuje a přichází stále nová vylepšení. Poslední novinkou je zabudování UV filtru do zadního čočkového obalu. Ohlasy z řad odborníků jsou více než pozitivní a mnoho oftalmologů vnímá čočku LAL jako materiál budoucnosti.[25]

ZÁVĚR

Refrakční chirurgie patří bezesporu k jednomu z nejdynamičtěji se rozvíjejícím oborům oftalmologie, potažmo celé medicíny. Dochází zde k obrovským inovacím v podobě nových materiálů a metod. S novými technologiemi přichází i poměrně náročná finanční stránka věci pro koncového zákazníka, což lze vnímat jako největší nevýhodu tohoto způsobu korekce refrakčních vad. Po opadu obrovského „boomu“ se ale tento problém jistě potlačí a nositelů implantovaných čoček přibude i v nižších sociálních vrstvách. Pojišťovny v současnosti proplácejí pouze základní verze implantátů. Tento obor ale nabízí mnohem víc, o čemž je důležité pacienty informovat. Refrakční chirurgie je ve své nynější podobě poměrně mladým odvětvím a s některými materiály ještě není dostatek zkušeností. I přesto jsou dodržovány vysoké nároky na kvalitu vidění po operaci. Téměř emetropický stav na konci léčby je už skoro samozřejmostí.

V práci je nejvíce prostoru věnováno detailnímu popisu postupu zákroku, jednotlivým typům operací a implantátů. Velmi důležitou částí je také nástin indikací a kontraindikací, v jedné z kapitol jsou popsány nejvýznamnější komplikace. Závěr práce je věnován novinkám v oboru nitrooční refrakční chirurgie.

V porovnání s rohovkovými zákroky je v mnohém operace náročnější, ale rozhodujícím faktorem pro nitrooční operace je dle mého názoru reverzibilita a případná dokorekce reziduální vady.

Závěrem práce bych chtěla říci, že v dnešní době, kdy mnoho z nás odbývá svůj zrak pouze neodborně vyrobenými „hotovkami“, by bylo vhodné odvětví refrakční nitrooční chirurgie více medializovat, diskutovat a především financovat. Jde totiž o velkou šanci pro pacienty s refrakční vadou prožít svůj život daleko kvalitněji a komfortněji.

SEZNAM ZDROJŮ:

- [1] PLUHÁČEK, F. Výukové materiály k předmětu Korekce zraku I, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2009.
- [2] ROZSÍVAL, Pavel et al. *Oční lékařství*. Praha: Galén 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [3] KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [4] ROZSÍVAL, Pavel, pořadatel. *Trendy soudobé oftalmologie 4*. Praha: Galén 2007. ISBN 978-80-7262-470-6.
- [5] ROZSÍVAL, Pavel, pořadatel. *Trendy soudobé oftalmologie 5*. Praha: Galén 2008. ISBN 978-80-7262-534-5.
- [6] MAŠEK, P., PAŠTA, J., pořadatelé. *60 let nitrooční čočky*. Hradec Králové 2010. ISBN 978-80-87009-73-4.
- [7] NOVÁK, Jan. *Nitrooční čočka- cizí těleso v oku*. Praha: Galén 1999. ISBN 8085824973.
- [8] webový portál VÁŠ ZRAK. *Mapa českých očních klinik*. Přečteno 28.2.2012
Dostupné online: <http://www.vaszrak.cz>
- [9] NOVÁK, Petr. *V ČR pracuje 13 center refrakční chirurgie*. Zdravotnické noviny, příloha Lékařské listy, 32/1999. ISSN 1214-7664. Přečteno 7.1.2013.
- [10] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3. vydání Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotních oborů 2004. ISBN 80-7013-402-X.
- [11] NEVĚČNÁ, Iva. *Současné možnosti korekce presbyopie: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2007.
- [12] VESELÁ, Martina. *Indikace chirurgické korekce refrakčních vad: diplomová práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2006.
- [13] OČNÍ KLINIKA NEOVIZE BRNO. *Odborná oční vyšetření*. Copyright © 2008-2012. Dostupné z: <http://neovize.cz>. Přečteno 6.1. 2013.
- [14] ROZSÍVAL, Pavel, pořadatel. *Trendy soudobé oftalmologie 1*. Praha: Galén 2000, ISBN 80-7262-043-6.
- [15] VÍCHA I. a kol. *Perioperační péče o pacienta v oční chirurgii*. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-541-9.
- [16] SVATOŇOVÁ, Hana. *Vývoj operace katarakty: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2006.

- [17] ROZSÍVAL, Pavel, pořadatel. *Trendy soudobé oftalmologie 2*. Praha: Galén 2005, ISBN 80-7262-018-5.
- [18] KOZÁK, Jiří. *Vývoj léčby katarakty a následné korekce*: diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2012.
- [19] SCHMIDT, GRZYBOWSKI. *Vincenz Fukala (1847–1911) and the Early History of Clear-lens Surgery in High Myopia*. *Journal of refractive surgery*. 9/2011. ISSN 636-637. Přečteno 18.1.2013.
- [20] JANULA, J., ROZSÍVAL, P. *Moderní operace katarakty*. Brno: Vydavatelství Masarykovy univerzity v Brně 1995. ISBN 80-210-1226-9.
- [21] ROZSÍVAL, Pavel, pořadatel. *Trendy soudobé oftalmologie 7*. Praha: Galén 2011. ISBN 978-80-7262-691-5.
- [22] MUSZKOVÁ, Veronika. *Fakické nitrooční čočky*: bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2008.
- [23] PERÉZ-CAMBRODÍ, R. J., *The posterior chamber phakic refractive lens*. *Eye*, publikováno online 7.12.2012, přečteno 22.1.2013.
- [24] ŽUPKOVÁ, Petra. *Umělé nitrooční čočky*: bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2012.
- [25] NOVOTNÝ, Tomáš. *Nové typy nitroočních čoček*: bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta 2010.
- [26] DOSTÁLKOVÁ, Marcela. *Současné možnosti refrakční chirurgie se zaměřením na presbyopickou korekci*: diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta 2012.
- [27] O'HEINEACHAIN, Roibeard. *Thermoplastic IOL fills capsule like natural lens*. *Eurotimes*. Prosinec 2004. Přečteno 2.4.2013. Dostupné online: <http://www.esrcs.org/Publications/Eurotimes/04december/pdf/Thermoplastic.pdf>
- [28] MAMALIS, Nick. *A look at the Light Adjustable Lens (LAL)*. *Eyeworld*. Říjen 2005. Přečteno 4.2.2013. Dostupné online: <http://www.eyeworld.org/article.php?sid=2727>
- [29] <http://www.toricke-kontaktne-cocky.cz>, přečteno 27.2.2013
- [30] <http://www.mrcophth.com>, přečteno 2.1.2013
- [31] <http://www.hudsonyemd.com>, přečteno 3.1.2013
- [32] <http://www.healio.com>, přečteno 15.1.2013
- [33] <http://www.pes-oko.cz/>, přečteno 16.1.2013
- [34] <http://www.gemini.cz>, přečteno 23.1.2013

- [35] <http://www.tana-oc.cz>, přečteno 23.1.2013
- [36] <http://www.nature.com>, přečteno 14.2.2013
- [37] <http://www.ophtalmologymanagement.com>, přečteno 19.2.2013
- [38] <http://www.ophtalmologyweb.com>, přečteno 19.2.2013

PŘÍLOHA

PŘÍLOHA 1:

Tabulka srovnání parametrů jednotlivých typů nitroočních refrakčních čoček

	RLE	ICL	PRL	IRIS CLAW	FIOL v komorovém úhlu
rozsah vady	-10D až +40D	-3D až -20D +3D až +17D Astg. až 6D	-3D až -20D +3D až +15D	>-7D >+4D Astg. do 7D -při úrazech dětí -při anizometrii	>-7D >+4D Astg. do 7D
postup	-odstranění lens crystallina -implantace IOL do pouzdra	-předoperační laserová iridotomie	-předoperační laserová iridotomie	-předoperační laserová iridotomie -jednodušší než RLE	-předoperační laserová iridotomie -jednodušší než RLE
výhody	-možnost implantace více IOL do oka (polypseudo-fakie)	-nejmenší úbytek endotel. buněk -zachování akomodace	-nejmenší úbytek endotel. buněk -zachování akomodace	-zachování akomodace -minimální vstupní řez -reverzibilnost	-zachování akomodace -minimální vstupní řez -reverzibilnost
nevýhody	-ztráta akomodace -invazivnost	-vysoká cena	-sekundární katarakta -jen sférická varianta	-výrazný pokles endotelových buněk	-riziko sekundárního glaukomu a pupilárního bloku

	RLE	ICL	PRL	IRIS CLAW	FIOL v komorovém úhlu
cena v refrakčním centru	20-39tis.	28-35tis.	30-40tis	30-40tis	30-40tis
hloubka přední komory	mělká komora	mělká komora	mělká komora	dostatečně hluboká komora	dostatečně hluboká komora
typ čočky	sférické tórické asférické multifokální akomodační	sférické tórické	sférické	sférické tórické	sférické tórické bifokální
věk	>45 let	18-45 let	18-45 let	18-45 let	18-45 let

Pozn.:

RLE- implantace nitrooční čočky do čočkového pouzdra

ICL, PRL- typy zadněkomorových fakických nitroočních čoček

IRIS CLAW- předněkomorová čočka implantována na duhovku

FIOL v komorovém úhlu- fakická čočka implantována do úhlu mezi rohovkou a duhovkou