

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**

Disertační práce

**PARAMETRY OKA A JEJICH VLIV NA
ZRAKOVOU OSTROST PO OPERACI
KATARAKTY**



Doktorské studium

Studijní obor: BIOMEDICÍNSKÁ A KLINICKÁ TECHNIKA

ŠKOLITEL : Doc. MUDr. JÁN LEŠTÁK, CSc.
VYPRACOVALA : MGR. MARKÉTA ŽÁKOVÁ

Kladno 2020

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli Doc. MUDr. Jánu Leštákovi, CSc. za jeho odborné vedení a cenné rady v rámci celého doktorského studia. Dále bych ráda poděkovala Doc. Ing. Lence Lhotské, CSc., Ing. Martinu Fůsovi, Ing. Jiřímu Hovorkovi a kolegům z KPO za cenné informace a podněty k tvorbě mé disertační práce.

Tato práce byla podpořena granty Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze SGS16/114/OHK4/1T/17, SGS17/111/OHK4/1T/17, SGS18/098/OHK4/1T/17, SGS19/086/OHK4/1T/17, SGS20/085/OHK4/1T/17.

Abstract

According to the World Health Organization (WHO), cataract is the leading cause of blindness and visual impairment throughout the world [1]. Cataract surgery continues to be chief among the most common and effective vision- restoring interventions, and demand for the procedure will only accelerate as the global population ages [37].

The main goal this study is to introduce this problematics of cataracts properly. Calls attention to recent progress in surgical techniques and the management of complications. Topics include characteristics, types and management of cataract surgery from the view historic and actual. We evaluate visual outcomes after cataract surgery: advantages and disadvantages of multifocal versus monofocal intraocular lenses to the patient vision-related quality of life. Our research contains description, methodology and statistics of patients data implanted by IOL at Clinic JL.

Key words: cataract, cataract surgery, intraocular lenses, monofocal IOL, multifocal IOL, visual acuity

Souhrn

Operace katarakty je ve světě nejčastěji prováděným chirurgickým zákrokem a nejvíce prováděným refrakčním zákrokem na lidském oku. Tato práce popisuje kataraktu, její typy, chirurgické řešení z hlediska historie i současnosti a komplikace. Dále rozebírá rušící fotické efekty u multifokálních nitroočních čoček a zabývá se pseudoakomodací u implantovaných monofokálních nitrooční čoček.

Cílem bylo zjistit zrakové funkce u monofokálních nitroočních čoček (IOL) firmy Alcon (SA60AT, MA50BM a SN60WF a SN60NT). V samotné výzkumné části jsou předloženy čtyři práce. První se zabývá vlivem délky oka, optické mohutnosti rohovky a hloubky přední komory oka na výslednou nekorigovanou zrakovou ostrost na blízko (UNVA) po implantaci IOL. Druhá porovnává vliv polohy oka (horizontální a vertikální) na výslednou UNVA. Třetí se zabývá vlivem sférických čoček (SA a MA) a čoček žlutých asférických (SN) na UNVA. Poslední zjišťuje vliv šíře pupily na UNVA.

Výsledky: První práce prokázala závislost délky oka (největší u očí pod 22,5 mm, $r=0,36$) na UNVA. 53,28% očí s axiální délkou pod 22,5 mm mělo UNVA lepší než J. č. 0,5 a 70,49% všech hodnocených očí mělo UNVA lepší než J.č. 0,5! Nekorigovaná zraková ostrost do dálky (UDVA) byla v celém souboru u 97.54% očí.

Ve druhé práci jsme zjistili střední korelaci u očí kratších 22,5 mm s UNVA v horizontální poloze ($r=0,39$) a ve vertikální poloze ($r=0,49$). UNVA se u těchto očí zlepšila z horizontální polohy 0,53 na 0,58 při vertikální poloze oka.

Třetí práce prokázala vliv sféricity na UNVA. Lepší než 0,5 se ve skupině očí kratších 22,5 mm vyskytovala u SA IOL v 67%, u SN v 60%. U očí střední délky UNVA lepší než 0,5 byla u SA IOL v 86,5%, MA v 81% a SN v 75%. U očí delších 23,5 mm byla UNVA u IOL SA u 100% očí, MA 60% a SN u 33% očí.

Ve čtvrté práci nebyl prokázán vliv velikosti pupily na UNVA.

Závěr: Práce prokázala výborné výsledky UNVA i UDVA po implantaci monofokálních čoček. Proto není nutné doporučovat každému klientovi před operací katarakty multifokální IOL.

Klíčová slova: katarakta, operace katarakty, nitrooční čočky, monofokální IOL, multifokální IOL, zraková ostrost

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Hlavní cíle práce.....	8
3. Katarakta a její typy.....	9
3.1. Senilní katarakta	10
3.1.1. Nukleární katarakta	10
3.1.2. Kortikální katarakta	10
3.1.3. Zadní subkapsulární katarakta	11
3.1.4. Přední subkapsulární katarakta	11
3.2. Léková katarakta.....	12
3.2.1. Kortikosteroidy	12
3.2.2. Fenothiaziny.....	12
3.2.3. Miotika.....	12
3.2.4. Amiodaron.....	12
3.2.5. Statiny	12
3.3. Traumatická katarakta	12
3.3.1. Tupé neperforující poranění	13
3.3.2. Dislokace a subluxace čočky.....	13
3.3.3. Perforující poranění.....	13
3.3.4. Chemické poranění	13
3.3.5. Úraz elektrickým proudem.....	13
3.4. Radiační katarakta	14
3.4.1. Ionizační a rentgenové záření	14
3.4.2. Infračervené záření	14
3.4.3. Ultrafialové záření	14
3.4.4. Mikrovlnné záření.....	14
3.5. Metabolická katarakta	14
3.5.1. Diabetes mellitus.....	14
3.5.2. Galaktozémie	15
3.5.3. Hypokalcémie.....	15
3.5.4. Hepatolentikulární degenerace (Wilsonova choroba)	15
3.5.5. Myotonická dystrofie.....	16
3.6. Vliv nutričních faktorů a kouření	16
3.7. Katarakta a kožní onemocnění	16

3.7.1.	Katarakta u atopické dermatitidy	16
3.8.	Katarakta a jiná oční onemocnění	16
3.9.	Vyšetření katarakty.....	17
4.	Řešení katarakty	20
4.1.	Nechirurgické řešení	20
4.2.	Chirurgické řešení – minulost a současnost	20
4.2.1.	Indikace k operaci	24
4.2.2.	Předoperační příprava.....	26
4.2.3.	Předoperační vyšetření	26
4.2.4.	Biometrie a výpočet optické mohutnosti čočky	27
4.2.5.	Akustická biometrie	27
4.2.6.	Optická biometrie	27
4.2.7.	Výpočet optické mohutnosti IOL.....	27
4.2.8.	Anestezie	28
4.2.9.	Pooperační péče	29
4.3.	Nitrooční čočky (IOL) – popis a materiály	29
4.4.	Komplikace spojené s operací katarakty.	33
4.4.1.	Peroperační komplikace.....	33
4.4.2.	Pooperační komplikace	33
5.	Současný stav problematiky	35
5.1.	Úvod do problematiky.....	35
6.	Vlastní práce zaměřená na stanovené cíle	41
6.1.	Nekorigovaná zraková ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL.	41
6.1.1.	Soubor a metodika	41
6.1.2.	Typy implantovaných čoček a jejich charakteristiky.....	51
6.1.3.	Výsledky.....	52
6.1.4.	Diskuse	53
6.1.5.	Závěr.....	55
6.2.	Efekt změny pohledového směru na nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL.....	55
6.2.1.	Výsledky.....	56
6.2.2.	Diskuse	63
6.2.3.	Závěr.....	64
6.3.	Vliv čirých sférických IOL a žlutých asférických IOL na nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka.....	64

6.4.	Vliv šíře zornice na UNVA	66
7.	Závěr.....	69
7.1.	Ad cíl (1).....	69
7.2.	Ad cíl (2).....	69
7.3.	Ad cíl (3).....	70
7.4.	Ad cíl (4).....	70
8.	Rejstříky a seznamy	71
8.1.	Literatura.....	71
8.2.	Vědecká a publikační činnost autorky.....	77
8.2.1.	Nejvýznamnější uveřejněné publikace	79
8.2.2.	Projekty a granty	92
8.3.	Seznamy	93

1. Úvod

Katarakta (šedý zákal) je závažným onemocněním, postihujícím ročně až 7% naší populace [33].

Dle Světové zdravotnické organizace (WHO) je v celosvětovém měřítku jedním z očních onemocnění, které ohrožuje lidstvo slepotou. Lidská čočka není doposud dokonale probádána. Fyziologie a biochemie čočky je stále předmětem současných vědeckých výzkumů. Je prokázáno, že na vzniku katarakty se podílí UV-B záření, diabetes mellitus, léky, pití alkoholu, kouření, výrazná dehydratace, závažná podvýživa. Žádné lékařské doporučení či metoda neumí preventivně zabránit vzniku [3].

Odstranění katarakty je pouze chirurgické. Primární indikací k operaci katarakty je porucha zrakových funkcí oka a subjektivní potíže klienta v důsledku zákalu čočky.

Díky novým typům a materiálům nitroočních čoček (které jsou náhradou čoček zkalených), rozvoji nových operačních technologií a přesnějších vzorců pro výpočty hodnot implantovaných nitroočních čoček, je možné vrátit klientovi s kataraktou kvalitní vidění a tím i jeho kvalitu života.

2. Hlavní cíle práce

Důvody, proč mě problematika zrakových funkcí po operaci katarakty začala zajímat:

- někteří klienti po provedené operaci s implantací monofokální nitrooční čočky viděli dobře bez brýlové korekce jak do dálky, tak i na čtení
- jiní klienti po implantaci multifokální nitrooční čočky měli tak velké subjektivní zrakové potíže, zvláště za zhoršeného osvětlení, že nás to donutilo zabývat se v budoucnu vhodností implantace pouze monofokální nitrooční čočky
- nadstandardní nitrooční čočky si hradí klient. Proto má někdy až nereálné očekávání z výsledku operace.

Stanovila jsem si čtyři cíle.

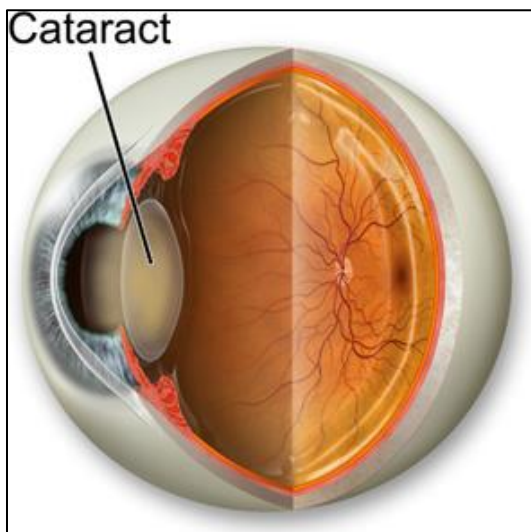
1. Prvním bylo zjistit, jaký mají vliv na dobré zrakové funkce parametry oka: délka oka, optická mohutnost rohovky, osa vidění, optická mohutnost implantované nitrooční čočky a hloubka přední komory oka?
2. Jaký vliv má na nekorigovanou zrakovou ostrost (UNVA) poloha oka vůči obrazu (horizontální versus vertikální)?
3. Ovlivňuje asféricita nitrooční čočky a její barevnost UNVA?
4. Jaký vliv na UNVA má nearteficiální velikost (šíře) pupily?

Data jsem zjišťovala na Klinice JL v Praze. Výsledky této studie budou sloužit pro přesnější predikci pooperačního stavu zrakové ostrosti do blízka a tím i usnadnění výběru typu nitrooční čočky operatérovi k plné spokojenosti klienta. Předoperační vyšetření, včetně měření nitrooční čočky a její výběr provádí jeden jediný lékař. Ten následně sleduje klienta i v pooperačním období a má možnost revidovat své závěry.

3. Katarakta a její typy

Katarakta neboli zkalení čočky či šedý zákal patří mezi nejčastější příčiny slepoty na světě. Z celkových 30 – 45 milionů případů slepoty je 45% způsobeno kataraktou. Prevalence katarakty široce kolísá v závislosti na působení místních podmínek a stoupá s věkem. Prevalence katarakty u lidí mezi 65 až 74 roky věku je 50%, u starších 75 let se zvyšuje na 70% [33]. Předpokladem odborníků je, že v roce 2030 bude z celosvětové populace 40% v presbyopickém věku (nad 40 let) a tím i ohroženo např. kataraktou [7]. Zkalení způsobuje optickou neprůhlednost čočky, rozptyl procházejícího světla a tím zhoršování kvality vidění a kvality života člověka. Každý rok je odoperováno v USA 1,5 miliónů katarakt, v České republice se ročně operuje přibližně 75 tisíc očí postižených kataraktou [34].

Příznaky tohoto onemocnění závisí na typu dané katarakty. Jedná se o snížení zrakové ostrosti, snížení kontrastní citlivosti, GLARE (zhoršení zraku díky rozptylu světla v postižené čočce), myopizaci oka, monokulární diplopii [34]. Pacienti nejčastěji uvádí pocit „mlhoviny před postiženým okem“, pocitu oslnění.



Obrázek 1 – Katarakta ¹

¹ zdroj: <http://www.specialisteyecentre.com.au/patient-information/eye-conditions-surgery/cataract/>

3.1. Senilní katarakta

Příčiny senilního šedého zákalu jsou multifaktoriální a nejsou dosud přesně vysvětleny. Vlivem stárnutí, čočka v lidském oku nabývá na hmotnosti i tloušťce a ubývá schopnost její akomodace (schopnost měnit optickou mohutnost). Krystaliny (čočkové proteiny) se chemicky mění na vysokomolekulární protein. Poruchou aktivního transportu se zvyšuje koncentrace sodíku a vápníku, snižuje se hladina hlavního enzymu glutathionperoxidázy, jakož i dalších antioxidačních enzymů [34].

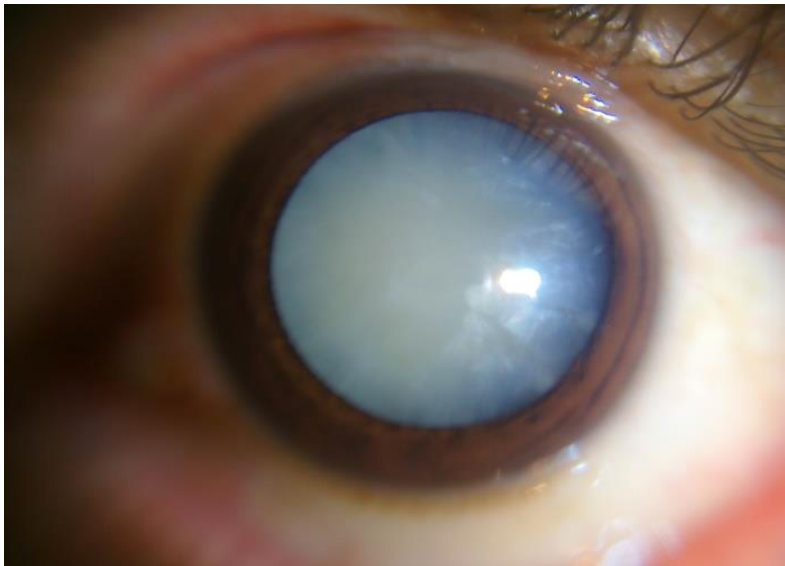
Existují čtyři typy senilní katarakty.

3.1.1. Nukleární katarakta

Centrální opacity způsobují zvýšený rozptyl světla a žloutnutí čočky. Nové vrstvy kortikálních vláken jsou uspořádány koncentricky, jádro čočky je stlačováno a tuhne. Dochází ke změnám refrakčního indexu a tím k myopizaci pacienta, zvyšuje se sférická aberace a mění se pigmentace jádra čočky (od jemně žluté po hnědou tzv. brunescenční katarakta). Zabarvení čočky do žluta či do hněda může způsobovat zhoršené rozeznávání odstínů na konci oblasti viditelného spektra (vlnové délky modré). V důsledku pokročilé nukleární katarakty se může snížit fotopická funkce sítnice [3]. Často bývá oboustranná a nemusí být symetricky pokročilá [34].

3.1.2. Kortikální katarakta

Kortikální katarakta je charakterizována lokálním otokem a poškozením buněk čočkových vláken. První příznaky této katarakty jsou pozorovatelné štěrbinovou lampou jako vakuoly a trhlinky vyplněné vodou v předním a zadním kortexu čočky. Klínovité zákalky jsou orientované základnou k periferii a hrotem ke středu čočky. Pokud je celý kortex od pouzdra po jádro bílý a opákní, pak hovoříme o maturní (zralé) kataraktě. V maturních opacitách čočka dále bobtná, nasává vodu a stává se intumescentní kortikální kataraktou. Hypermaturní katarakta vzniká, pokud degenerovaný kortikální materiál prosakuje skrz kortex čočky (ten je poté zvrásněný a smrštěný). Katarakta Morgagni vzniká díky zkapalnění kortexu - jádro čočky se pak pohybuje volně, bez kapsulárního vaku. Kortikální katarakta je většinou oboustranná a rozsahem asymetrická. Mezi nejčastější symptomy této katarakty řadíme např. oslnění (světly protijedoucích motorových vozidel), monokulární diplopii [3].



Obrázek 2 - Intumescentní katarakta muže věku 55 let ²

3.1.3. Zadní subkapsulární katarakta

Tato katarakta se objevuje u mladších klientů oproti skupině klientů v případech kortikální a nukleární katarakty. Je lokalizovaná na zadní kortikální vrstvě, obvykle v optické ose. Pacienti si stěžují nejvíce na oslnění a zhoršenou zrakovou ostrost při vyšší intenzitě osvětlení, dále horší zrakovou ostrost do blízka oproti dálce, někteří uvádějí monokulární diplopii. Pro diagnostiku používáme mydriatika k dilataci pupily a jako techniku osvětlení retroiluminaci na štěrbinové lampě [3].

3.1.4. Přední subkapsulární katarakta

Tento typ je vzácnější, opacity se nacházejí těsně pod předním pouzdrem [34]. Vzhledem k lokalizaci nemá na snížení zrakových funkcí takový vliv jako zadní subkapsulární.

Symptomy, které se vyskytují u klientů s kataraktou [20]:

- zhoršené vidění a další polymorfní zrakové fenomény
- podle typu zákalu dominují určité potíže
- myopizace - nejčastěji u nukleárních zákalů, zpočátku zdánlivě „zlepšené“ vidění do blízka

² zdroj: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cataract>

- pocit oslnění – nejčastěji u počínajících zadních kortikálních zákalů
- zhoršené vidění za šera, monokulární di- či polyopie, záře kolem světla a podobně – kortikální katarakta
- event. příznaky komplikací pokročilé katarakty – elevace nitroočního tlaku či uveitidy

3.2. Léková katarakta

Léková katarakta je převážně způsobena dlouhodobým užíváním léků.

3.2.1. Kortikosteroidy

Dlouhodobé užívání kortikosteroidů může způsobovat zadní subkapsulární kataraktu. Vznik závisí na dávkování a délce léčby. Katarakta byla zaznamenána u systémového, povrchového, subkonjunktiválního i inhalačního použití kortikosteroidů [3].

3.2.2. Fenothiaziny

Fenothiaziny, velká skupina psychotropních léčiv, mohou způsobovat pigmentaci v předním čočkovém epitelu, převážně v optické ose. Změny zraku jsou převážně zachyceny u chlorpromazinu a tioridazinu [3].

3.2.3. Miotika

Používání anticholinesterázy může způsobit kataraktu. Výskyt katarakty byl zaznamenán u 20% pacientů po dlouhodobém používání pilokarpinu (více než 55 měsíců) [34].

3.2.4. Amiodaron

Toto antiarytmikum může způsobit kataraktu, konkrétně hvězdovitě uspořádaná depozita pigmentu v epitelu čočky v oblasti zornice [34].

3.2.5. Statiny

Užívání simvastatinu či erythromycinu způsobuje až dvojnásobnou pravděpodobnost výskytu katarakty [3].

3.3. Traumatická katarakta

Traumatické poškození čočky vzniká nejčastěji po mechanickém poranění, vzácněji působením chemických látek a elektrického proudu [34].

3.3.1. Tupé neperforující poranění

Po tupém poranění oka může dojít k otisku pigmentu ze zornicového okraje duhovky (Vossiusův prstenec) na přední pouzdro čočky. Pigment se může zcela vstřebat nebo může způsobit zkalení části čočky (typické hvězdicovité zkalení zadního pouzdra) či čočky celé [34].

3.3.2. Dislokace a subluxace čočky

Díky tupému poranění oka může dojít ke stlačení bulbu v oblasti ekvátoru. Zonulární vlákna se naruší a tím způsobí luxaci či subluxaci čočky. Čočka může být posunuta v jakémkoli směru (i do přední komory či sklivce). Symptomy jsou: kolísavé vidění, zhoršená akomodace, vysoký astigmatismus a monokulární diplopie. V některých případech tupého poranění může vzniknout zároveň dislokace i katarakta [3].

3.3.3. Perforující poranění

Toto poranění velmi často způsobuje opacity v kortexu, v místě trhliny. Dochází k rychlému zkalení celé čočky. Ojedinele se malé poranění v kapsule čočky může zhojit a vzniká neprogredující fokální kortikální katarakta [3].

Vzácně se do čočky může dostat cizí tělísko, které vyvolalo perforující poranění. Zákal obvykle rychle postihne celou čočku. Malá poranění kapsuly čočky se může zhojit a pak vzniká jen drobné fokální zkalení čočky [34].

3.3.4. Chemické poranění

Zásady způsobují často kataraktu, navíc poškozují rohovku, spojivku a duhovku. Zvyšují pH v komorové vodě a snížení hladiny glukózy v ní. Kortikální katarakta může vzniknout okamžitě nebo následně. Poranění kyselinami méně často vyústí v kataraktu, z důvodu horšího průniku okem oproti zásadám [34].

3.3.5. Úraz elektrickým proudem

Elektrický šok způsobuje koagulaci proteinů a tím vznik katarakty. Nejprve vznikají drobné vakuoly, pak se vytvoří opacity v předním subkapsulárním kortexu. Tato katarakta může vymizet, zůstat ve stejném stupni nálezů či progredovat během několika měsíců či let [24].

3.4. Radiační katarakta

Radiační katarakta je způsobena elektromagnetickým vlněním o různé vlnové délce. Příčinou může být:

3.4.1. Ionizační a rentgenové záření

Čočka je velmi citlivá na ionizační záření. Katarakta však může vznikat s latencí až 20 let. Tato latence závisí na věku pacienta (u mladších klientů je růst buněk čočky aktivní) a dávce ozáření. Čím je nemocný mladší, tím je i citlivost na toto záření vyšší. První klinické známky radiační katarakty jsou tečkovité opacity uvnitř zadního pouzdra a peříčkovité subkapsulární opacity, které směřují k ekvátoru čočky [34].

3.4.2. Infračervené záření

Expozice infračervenému záření a extrémnímu horku (např. u sklářů) může způsobit odlupování části vnějších vrstev čočkového předního pouzdra čočky (označována jako pravá exfoliace). Následně vzniká kortikální katarakta [34].

3.4.3. Ultrafialové záření

Je prokázáno, že dlouhodobá expozice slunečnímu záření způsobuje zvýšenou incidenci kortikální katarakty. UV absorbující korekční brýlové čočky a čočky nedioptrických slunečních brýlí snižují propustnost UV záření více než z 80% a nošení klobouku s krempou snižuje expozici UV záření z hlediska očí o 30 – 50% [3].

22 epidemiologických studií potvrdilo souvislost mezi UV-B a rozvojem kortikální katarakty a pravděpodobně i zadní subkapsulární katarakty [21].

3.4.4. Mikrovlnné záření

Bylo prokázáno, že mikrovlnné záření způsobuje kataraktu u laboratorních zvířat (přední či zadní subkapsulární opacity), u lidí taková souvislost zatím nebyla popsána [3].

3.5. Metabolická katarakta

3.5.1. Diabetes mellitus

Diabetes mellitus ovlivňuje čírost čočky, refrakční index a akomodační šíři čočky. Se stoupající hladinou glukózy v krvi stoupá i hladina glukózy v komorové vodě a následně i v čočce, jelikož tam glukóza difúzí proniká. Část glukózy je konvertována na sorbitol a hromadí se v čočce.

Zvyšuje se osmotický tlak v čočce, čočková vlákna zadržují vodu a tím čočka bobtná. Tento efekt ovlivňuje optickou mohutnost čočky. Klienti s nekontrolovaným diabetem mohou vykazovat přechodné změny refrakční vady v závislosti na hladině glukózy v krvi. Akutní výkyvy v hodnotách myopie mohou signalizovat nediagnostikovaný či špatně vyšetřený diabetes. Klienti s diabetem mají sníženou akomodační šíři (oproti skupině klientů ve stejném věku). U mladých klientů s diabetem se vyskytuje presbyopie dříve (oproti klientům bez diabetu). Katarakta je příčinou zhoršení zraku u klientů s diabetem. Akutní diabetická katarakta (snowflake cataract) postihuje obě oči, zvětšují se subkapsulární změny (typicky u mladých lidí s nekontrolovaným diabetem). Četné šedobílé subkapsulární opacity, které mají vzhled sněhových vloček, jsou zpočátku viděny v superficiálním předním a zadním kortexu [3]. Objevují se vakuoly a trhlinky v čočkovém pouzdru. Vzniká intumescentní až maturní katarakta. Druhým typem katarakty pozorovaným často u diabetiků je senilní katarakta, která vzniká častěji a v mladším věku oproti klientům bez diabetu [34].

3.5.2. Galaktozémie

Galaktozémie je vrozená autozomálně recesivní porucha, v jejímž důsledku chybí schopnost přeměňovat galaktózu v glukózu. Galaktóza se pak hromadí v tkáních celého těla. V případě klasické galaktozémie se v prvních týdnech života projevují symptomy mentálního postižení, podvýživy, žloutenka a v 75% oboustranná katarakta. Jádru a kortexu čočky se kalí. Na šterbinové lampě v retroiluminaci mají opacity vzhled olejové kapky. Pokud onemocnění není léčeno, čočky se zkalí zcela. Léčba galaktozémie spočívá ve vynechání mléka a mléčných produktů ze stravy. Pokud se galaktozémie včas neléčí a nediagnostikuje, může být smrtelná [34].

3.5.3. Hypokalcémie

Hypokalcémie může být idiopatická nebo se může objevit v důsledku nezáměrného poškození příštítných tělísek při operaci štítné žlázy. Obvykle je katarakta oboustranná, charakterizovaná tečkovitými, lesklými opacitami v předním a zadním kortexu čočky. Tyto ojedinělé opacity mohou být stabilní nebo dospějí v komplexní kortikální kataraktu [34].

3.5.4. Hepatolentikulární degenerace (Wilsonova choroba)

Wilsonova choroba je vrozená autozomálně recesivní porucha metabolismu mědi. Typický oční projev této choroby je Kayser – Fleischerův prsteneček, zlatohnědé zbarvení Descemetovy membrány kolem periferie rohovky. Často se rozvine katarakta (sunflower cataract).

Červenohnědý pigment (oxidy mědi) je ukládán do předního pouzdra čočky a subkapsulárního kortexu čočky, takže vytváří hvězdovitý tvar připomínající květ slunečnice. Tato katarakta nemusí zhoršovat zrakovou ostrost [34].

3.5.5. Myotonická dystrofie

Je to vrozené autozomálně dominantní onemocnění projevujícím se opožděným uvolněním kontrahovaných svalů, ptózou, ochablostí faciálních svalů, srdečními poruchami, nápadná pleš čela u postižených mužů. V čočce jsou patrné lesknoucí se polychromatické krystaly v kortexu čočky. Následně se rozvíjí zadní subkapsulární katarakta a úplné kortikální zkalení čočky [3].

3.6. Vliv nutričních faktorů a kouření

Předpokládá se, že některé vitamíny jako A, C, E, thiamin, riboflavin a jiné, mají ochranný vliv na čočku před jejím zkalením. Tento vliv nebyl jednoznačně prokázán. Vliv kouření na vznik katarakty a to zadní subkapsulární a nukleární prokázán byl [34].

3.7. Katarakta a kožní onemocnění

3.7.1. Katarakta u atopické dermatitidy

U tohoto onemocnění vzniká katarakta v 25% případů a to ve druhém a třetím deceniu. Je obvykle oboustranná a typické zakalení je pod přední kapsulou [34].

3.8. Katarakta a jiná oční onemocnění

Nejčastěji vzniká při chronické uveitidě a to nejen při uveitidě léčené kortikoidy. Typicky vznikne zadní subkapsulární katarakta. Asi u 70% případů Fuchsovy heterochromní uveitidy vzniká kortikální katarakta.

Dalším očním onemocněním, které může vyvolat zákaly pod předním pouzdem je glaukom po proběhlých vysokých atacích nitroočního tlaku.

Mezi další onemocnění patří exfoliační a pseudoexfoliační syndrom.

Katarakta se může vyvinout i jiných očních degenerativních onemocnění jakou jsou retinitis pigmentosa (konsekutivní katarakta), chronické hypotonie nebo absolutnímu glaukomu [34].

3.9. Vyšetření katarakty

V dnešní době jsou na zrak kladeny vysoké požadavky, proto většinou preventivní kontroly zraku počínající kataraktu odhalí. Subjektivně je vznik katarakty provázen např. myopizací oka, monokulární diplopií, pocitem oslnění při řízení motorových vozidel v noci (GLARE), poruchou barvocitu a zhoršením kontrastní citlivosti [20].

Diagnostiku onemocnění provádí pouze oftalmolog.

Je nutné provést nejenom oftalmologické vyšetření, ale i přihlédnout k celkovému zdravotnímu stavu klienta a k jeho dalším onemocněním.

Technické vybavení pro diagnostiku specifikovala Česká refrakční a kataraktová společnost z důvodu vysoké náročnosti na kvalitu vidění: štěrbínová lampa, optotypy, brýlová skřín, oftalmoskop, tonometr, ultrazvuk B [33].

Základní vyšetření při stanovení diagnózy katarakty zahrnuje **dle Standardů pro diagnostiku a léčbu při kataraktě dospělých v České republice** [33]:

- a) zjištění anamnézy
- b) určení zrakové ostrosti (vizus) do dálky a do blízka bez korekce a s optimální korekcí
- c) vyšetření očních adnex
- d) měření nitroočního tlaku tonometrem
- e) biomikroskopie oka na štěrbínové lampě v mydriáze
- f) přímá nebo nepřímá oftalmoskopie očního pozadí
- g) výpočet hodnoty nitrooční čočky na základě keratometrie a biometrie oka UZ biometrií nebo nekontaktní infrabiometrií za pomoci kalkulačních rovnic (SRK II, SRK – T, Hoffer Q, Holladay, Haigis)
- h) vyšetření sklivcového prostoru a sítnice ultrazvukem-B při totálním zkalení čočky a nemožnosti oftalmoskopického vyšetření. Specifické testy, např. zjištění kontrastní citlivosti, rohovková topografie, endoteliální mikroskopie, OCT lze použít v indikovaných případech.

Pokud je šedý zákal diagnostikován, závisí jeho řešení nejen na oftalmologovi, ale i na míře subjektivních negativních symptomů klienta. V posledních několika letech se v indikačním schématu posouváme hodně dopředu. Umožňují to již zmíněné nové vyšetřovací metody (aberometrie, Scheimpflugova kamera), ale i metody známé déle, které se dříve k tomuto účelu

nepoužívaly (vyšetření kontrastní citlivosti). Minimální změny průhlednosti čočky, které při běžném vyšetření nevidíme, umožňuje zjistit denzitometrie (měření hustoty) pomocí Scheimpflugovy kamery. Dalším novým pomocníkem, který byl původně zkonstruován pro diagnostiku a léčbu aberací vyšších řádů refrakční laserovou chirurgií, je aberometr. Ukazuje se, že pomoc aberometru při diagnostice klinicky málo zřetelné katarakty, která se projevuje právě zvyšováním aberací vyšších řádů, je neocenitelná. Tyto metody nám pomáhají včasné diagnostice katarakty, kdy ještě zakalení čočky není vidět biomikroskopicky a není postižena zraková ostrost tj. klient přečte bez problémů všechny řádky na optotypu. Kvalita vidění je však již výrazně postižena, zejména za šera [13].

Po dohodě s klientem se nabízí 3 formy řešení [33]:

- Vyčkávat (na další progresi katarakty)
- Chirurgické odstranění
- Jiné možnosti (např. brýle)

Subjektivní symptomy nemocných u různých typů katarakt:

	Rychlost progrese	GLARE	Efekt na dálku	Efekt na blízko	Indukovaná myopie
Kortikální	Střední	Mírný	Mírný	Mírný	Žádná
Nukleární	Mírná	Mírný	Střední	Žádný	Střední
Zadní subkapsulární	Rychlá	Značný	Mírný	Značný	Žádná

Tabulka 1 - Efekt různých typů katarakt na zrakovou ostrost [3]

Rozdělení katarakt dle MKN:

Kód	název
H250	Senilní incipientní katarakta
H251	Senilní katarakta nukleární
H252	Přezrálá katarakta
H258	Jiná senilní katarakta
H261	Traumatická katarakta
H262	Komplikovaná katarakta
H263	Katarakta způsobená léčivý
H280	Diabetická katarakta
H281	Katarakta při jiných poruchách přeměny látek, výživy a endokrinních nemocech
H282	Katarakta při jiných nemocech nezařazených jinde

Tabulka 2 - Rozdělení katarakt a jejich kódy dle VZP [33]

4. Řešení katarakty

4.1. Nechirurgické řešení

Existuje několik nechirurgických možností, které mohou zlepšit zrakové funkce při kataraktě. Například je to přesné vyšetření refrakce, které může zlepšit zrakovou ostrost na dálku i blízko (optimální hodnota adice). Vyšší hladina osvětlení může při čtení zlepšit kontrast čteného textu. U pacientů s kataraktou v místě optické osy můžeme pomoci dilatací pupily. Lze ji provést farmakologicky či laserem (pupiloplastika). Světlo tak může pronikat větší oblastí periferie čočky a tím zlepšit zrakové funkce pacienta.

Je také zkoumán vliv farmak na odstranění katarakty. V experimentu na očích zvířat s diabetem byl prokázán protektivní účinek inhibitorů aldozoreduktázy na vznik katarakty (blokuje přeměnu glukózy na sorbitol). Další agens, které snižují progresi či regredují kataraktu jsou součástí aktuálních výzkumů. Zahrnují látky snižující sorbitol, aspirin a látky zvyšující glutation. Je prokázáno, že vitamín C, E, betakaroten, zinek nezpomalují progresi katarakty [3].

Pro pacienty, pro které není chirurgické odstranění katarakty vhodné, můžeme doporučit další optické pomůcky. Monokulární dalekohledové systémy se zvětšením 2,5x, 2,8x či 4x pro rozpoznání detailů v dálce, nebo zvětšující systémy do blízka, lupy, televizní lupy, lupové brýle pro práci na blízkou vzdálenost [3].

4.2. Chirurgické řešení – minulost a současnost

Pokud katarakta vznikne, je jedinou dokonalou metodou léčby její chirurgické odstranění s implantací umělé nitrooční čočky. V minulosti oftalmolog čekal, až katarakta „uzraje“, a teprve potom byla provedena operace. V osmdesátých a devadesátých letech minulého století se diagnostika katarakty a indikace k operaci zcela změnila, neboť úspěšnost, kvalita i bezpečnost operací prudce vzrostla. Rozhodujícími se staly negativní subjektivní symptomy klienta s kataraktou a vliv těchto symptomů na kvalitu jeho života - při práci, řízení auta, čtení [13].

První zmínky o operaci katarakty jsou z 5. století. Metoda je u nás známá pod označením reklinace čočky (v zahraničí pod názvem couching).

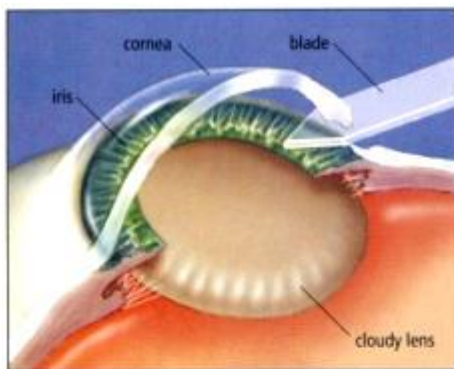
Tato metoda spočívala ve vpichu ostré jehly 4 mm temporálně za limbus až k čočce. Jehla směřovala k čočce za duhovkou. Tímto kanálem poté chirurg zavedl tupou jehlu a čočku se snažil oddělit od závěsného aparátu a zatlačit ji dolů nebo dozadu k sítnici [34]. „Couching“ byla praktikována v Indii, a její použití se rozšířilo díky Říši římské, středověké Evropě a Subsaharské Africe. Tato metoda byla prováděna pouze u zralé katarakty. Metoda byla používána s omezenými znalostmi anatomie oka [3]. Tuto metodu v současnosti používají v rozvojových zemích.

V 17. století anatomové přesně lokalizovali pozici čočky v oku a zákaly čočky se staly novou příčinou a definicí katarakty. Jacques Daviel (1696-1762) je označován za průkopníka kataraktové chirurgie. Davielova extrakapsulární extrakce (extracapsular cataract extraction – ECCE) spočívala v limbální incizi, incizi pouzdra, extrakci jádra a odsání zbytku kortexu kyretou. To vše bez anestezie klienta. ECCE se stala novým standardem operace katarakty a vedla k technologickému rozvoji operátorské techniky. Albrecht von Graefe (1828-1870) zkonstruoval speciální nůž pro incize a tím se snížila frekvence infekce a uveálního prolapsu. V roce 1753 Samuel Sharp provedl první úspěšnou intrakapsulární extrakci (intracapsular cataract extraction - ICCE), kdy vyjmul zkalenou čočku v neporušeném pouzdře limbální incizí a použitím tlaku palce. Další metodou byla přímá extrakce čočky. Díky novým nástrojům např. pinzetě (na jejíž rekonstrukci se podílel Verhoeff a Kalt) či přístroji erisyfake (Stoewerr a Barraquer) bylo možné čočku lépe uchopit a vytáhnout [3, 34]. Roku 1961 Tadeusz Krwawitz použil kryosondu, která se přimrazila k čočce a v místě dotyku zmrazila jádro a tím zmenšila riziko prasknutí pouzdra oproti metodě ICCE s použitím pinzety při vyjímání [32]. Přesto tato metoda produkovala cca 5% vážných pooperačních komplikací (infekce, odchlípení sítnice, cystoidní makulární edém). Klient musel nosit afakickou brýlovou korekci. Proto se postupně metoda ECCE stala opět oblíbenou. Snižovala míru výskytu pooperačních komplikací a usnadňovala implantaci IOL. Zásadní přínos pro současnou techniku operace katarakty mělo zavedení metody fakoemulzifikace v r. 1967 Charlesem Kelmanem. Rozdrcení čočkového jádra ultrazvukem a jeho odsátí včetně kortexu za použití malé incize se stalo do dnešní doby metodou volby pro extrakci katarakty [28].

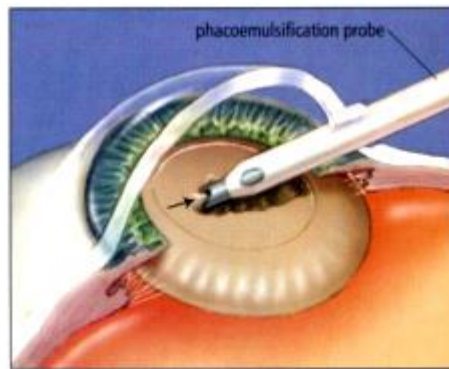
Podle současného stavu vědy se za lege artis operaci katarakty považuje co nejšetrnější odstranění čočkového jádra a čočkových hmot při zachování podstatné části kapsulárního vaku (pouzdra čočky) s implantací umělé nitrooční čočky do kapsulárního vaku. Tomuto principu

nejspíše odpovídá technika ultrasonické fakoemulzifikace s minimálním operačním řezem 1,8 – 3,2mm, otevřením předního pouzdra čočky (cirkulární kapsulorexí), s použitím kvalitního viskoelastického materiálu k ochraně nitroočních struktur a s implantací biokompatibilní nitrooční čočky, zpravidla bez použití sutury. Operační technika může být modifikována podle individuálního nitroočního nálezu. V indikovaných případech (extrémně tvrdé černé čočky) možno použít i starší, extrakapsulární techniku s řezem 8-10 mm, případně intrakapsulární extrakci s řezem 10-12 mm v případě subluxované čočky, dehiscence závěsného aparátu [33].

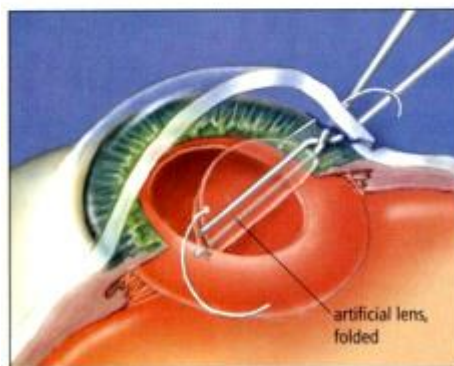
Průběh operace katarakty:



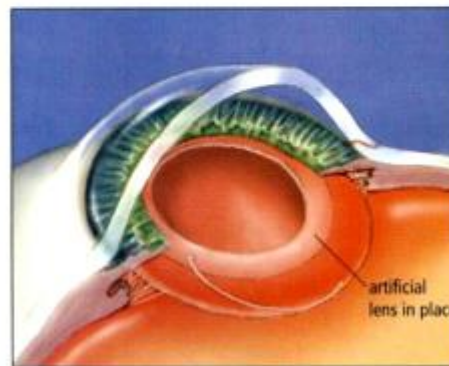
1. Incision: A small incision, approximately 3mm in width, is made at the corneal margin.



2. Emulsification: Phacoemulsification probe is inserted through corneal incision and ultrasound breaks cataract up into microscopic fragments, which can then be aspirated using the probe tip.



3. Intraocular Lens Implant: The artificial foldable intraocular lens is inserted and, once inside, the lens unfolds.



4. Result: The new lens is in place, the small incision heals naturally without the need for sutures, and vision is restored.

Obrázek 3 - Operace šedého zákalu metodou fakoemulzifikace³

Od roku 2011 se na některých pracovištích provádí operace šedého zákalu za asistence femtosekundového laseru. Ta není hrazena zdravotní pojišťovnou. Ve srovnání s metodou fakoemulzifikace je tato metoda šetrnější, preciznější a bezpečnější. Laser nahrazuje některé chirurgické úkony. Používá se ve 4 základních krocích: vstupní operační řezy (incize), kruhové otevření předního pouzdra čočky (capsulorhexe), fragmentaci (rozmělnění) zkalené čočky, u klientů s astigmatismem pro nářezy rohovky pro korekci astigmatismu (LRI). Operaci plánuje chirurg pomocí integrovaného očního tomografu (OCT), který přesně zobrazuje vnitřní

³ zdroj: <http://www.specialisteyecentre.com.au/patient-information/eye-conditions-surgery/cataract/>

struktury oka. Celá operace s využitím femtosekundového laseru je řízená počítačem a individuálně přizpůsobena každému pacientovi [58].

Dle Fůse má femtolaserová operace šedého zákalu v porovnání s technikou manuální fakoemulzifikace pozitivní účinek na minimalizaci indukovaného astigmatismu rohovky [15].

Chee a spol. hodnotili celkem 1105 očí (803 klientů), kteří podstoupili operaci katarakty za asistence femtosekundovým laserem (FL). Intraoperační komplikace byly subkonjunktivální krvácení (290, 26,2%), trhliny přední kapsuly (9 očí, 0,81%), prasknutí zadní kapsuly (3 očí, 0,27%), ztráta sání (5 očí, 0,45%), krvácení duhovky (1 oko, 0,09%) a řez endotelu (1 oko, 0,09%). Výsledky zrakové ostrosti 794 laserových operací byly porovnány s 420 kontrolami. Nekorigovaný vizus 20/25 nebo lepší byl vyšší v laserových případech (68,6% oproti 56,3%; $P < 0,0001$), ale průměrná absolutní chyba ($0,30 \pm 0,25$ dioptrie [D] oproti $0,33 \pm 0,25$; $P = 0,62$) a MSE ($0,16 \pm 0,27$ D oproti $0,17 \pm 0,28$ D; $P = 0,065$) nebyly významné. Srovnání MRSE bylo významné (cílový plán, předoperační cylindr $< 1,5$ D $-0,08 \pm 0,36$ D oproti $-0,13 \pm 0,40$ D; $P = 0,034$) [23].

4.2.1. Indikace k operaci

Indikací k operativnímu řešení katarakty, je snížení kvality života daného klienta z důvodu poklesu zrakových funkcí. Operaci katarakty indikuje oftalmolog [33].

Technické vybavení k indikaci k operaci: štěrbínová lampa, optotypy, brýlová skříň, oftalmoskop, ultrazvuk B bylo zmíněno již výše. Podobně i technické vybavení k operaci katarakty: štěrbínová lampa, ultrazvuk A scan, nekontaktní biometr – nepovinně, keratometr, operační sál se standardními hygienickými požadavky, operační mikroskop s koaxiálním osvětlením, přístroj na odstranění katarakty (fakoemulzifikační přístroj), mikrochirurgické instrumentarium, medikamentózní zajištění [33]

Podobné indikační schéma uvádí i Benjamin v **Agency for Health Care Policy Research** v USA [8]:

Při zrakové ostrosti klienta horší nebo rovno 0.4 (6/15, 20/50) :

Subjektivně:

- Je snížena kvalita pracovních i volnočasových aktivit.
- Vnímání snížení kvality života ve vztahu k symptomům katarakty.

Objektivně:

- Zraková ostrost je nižší než 0.4 a způsobuje ji katarakta
- Zdravotní a psychický stav umožňuje bezpečnou operaci katarakty

Poučení klienta:

- Klient je poučen o rizicích a výhodách operace
- Klient je srozuměn s tím, že výhody operace převyšují rizika operace

Při zrakové ostrosti klienta lepší nebo rovno 0.5 (6/12, 20/40) [5].

Subjektivně:

- Klient si stěžuje na zhoršení zrakové ostrosti na dálku či čtení
- Klient je srozuměn s nálezem katarakty
- Klient si stěžuje na oslňování (GLARE)

Dokumentace:

- Je potvrzen GLARE
- Je přítomna monokulární nebo binokulární diplopie
- Vyskytuje se ametropie mezi pravým a levým okem klienta
- Klient nemůže získat neomezenou platnost řidičského průkazu

Objektivně:

- Katarakta je původcem zrakových obtíží
- Zdravotní a mentální stav klienta umožňuje bezpečnou operaci

Poučení klienta:

- Jsou vysvětleny jiné možnosti oproti operativní metodě řešení.
- Klient je poučen, že výhody operace převyšují rizika

Kontraindikace operace katarakty:

- Klient si operaci nepřeje
- Brýle či jiné optické pomůcky pomáhají ke zlepšení zrakových funkcí
- Kvalita života klienta není ovlivněna
- Zdravotní stav klienta není vhodný pro operaci

4.2.2. Předoperační příprava

Předoperační příprava se skládá nejen z oftalmologického vyšetření ale i vyšetření internistou. Dále i přípravou oka k samotné operaci spočívající v eliminaci zánětlivých procesů, vysokého nitroočního tlaku. Rovněž je vhodné oko a spojivkový vak připravit na samotnou operaci aplikací oftalmologik s antibiotiky a nesteroidními antiflogistiky.

4.2.3. Předoperační vyšetření

Předoperační vyšetření zahrnuje [34]:

1. Oční anamnézu – pátráme po očních onemocněních např. glaukom, úrazy, záněty, amblyopie, operace katarakty na prvním oku (průběh, typ IOL, vizus), refrakční laserový zákrok
2. Vyšetření očních adnex - poruchy v postavení víček, záněty víček a spojivek, vyšetření sekrece slz a motility bulbu
3. Vyšetření na šterbinové lampě:
 - a. Spojivky – přítomnost jizev např. po glaukomové operaci či operaci zadního segmentu
 - b. Rohovky – zhodnocení tloušťky rohovky (pachymetrie)
 - c. Přední komory – abnormality komorového úhlu
 - d. Duhovky – velikost zornice a její reakce, přítomnost synechií
 - e. Čočky - vyšetření před mydriázou a v mydriáze, určení polohy čočky
4. Vyšetření očního pozadí – pokud je to možné, vyšetřit fundus přímou i nepřímou oftalmoskopií
5. Stanovení refrakce – určení hodnot objektivní i subjektivní refrakce
6. Měření nitroočního tlaku – bezkontaktně a aplanačně

7. Výpočet hodnoty nitrooční čočky - na základě keratometrie a biometrie oka UZ biometrií nebo nekontaktní infrabiometrií za pomoci kalkulačních rovnic (SRK II, SRK-T, Hoffer Q, Holladay, Haigis)
8. Vyšetření sklivcového prostoru a sítnice - ultrazvukem-B při totálním zkalení čočky a nemožnosti oftalmoskopického vyšetření

4.2.4. Biometrie a výpočet optické mohutnosti čočky

Dosažení emetropie nebo jiné predikované hodnoty refrakce spočívá v přesné keratometrii, biometrii a kalkulačních vzorcích pro výpočet dané IOL. Imerzní ultrazvuk a parciální koherentní interferometr (optická biometrie) poskytují velmi vysoký stupeň korelace se stanovováním axiální délky oka. [14].

4.2.5. Akustická biometrie

Akustická biometrie využívá odrazu ultrazvukového signálu od echogenních rozhraní. V očním lékařství se používá ultrazvuk nejčastěji o frekvenci mezi 8 až 20 MHz. Pro biometrická měření axiální délky oka používáme A-scan (A – amplitude modulated). Ultrazvukové přístroje určené pro měření axiální délky oka, hloubky přední komory a tloušťky čočky používají v současné době digitalizovaný A-scan a obsahují programy pro výpočet nitrooční čočky [34].

Výsledek axiální délky oka pomocí akustické biometrie je ve srovnání s optickou menší, protože se počítá echo od membrány limitans interna. Na rozdíl od optické biometrie, které laserový paprsek prochází celou sítnicí a odráží se od pigmentového epitelu sítnice.

4.2.6. Optická biometrie

Optická biometrie je nekontaktní metoda, která pacienta nezatěžuje. Kromě možnosti měření axiální délky oka má další použitelné funkce – stanovení zakřivení rohovky, hloubky přední komory a měření horizontální šíře skléry (skléra-skléra, tzv. „white-to-white“) [34]. Ve srovnání s ultrazvukovou je tato metoda přesnější a ukazuje i obraz foveoly sítnice neboť prochází skrz její vrstvy a odráží se od pigmentového epitelu.

4.2.7. Výpočet optické mohutnosti IOL

Pro výpočet optické mohutnosti IOL jsou nutné matematické vzorce, do kterých se dosazují naměřené biometrické hodnoty. Všechny moderní vzorce dávají přesné výsledky pro axiální délku oka od 22–26 mm a centrální korneální optickou mohutnost od 40–47 dioptrií. Výběr vhodného vzorce je doporučen na základě zhodnocení výsledků u očí různé axiální délky.

Vzorci jsou v současné době většinou součástí softwaru biometrických přístrojů. Příkladem je IOL Master, který měří axiální délku oka, keratometrii a hloubku přední komory. V jeho softwaru jsou vzorce (SRK II, SRK/T, Holladay 1, Hoffer Q, Haigis) a ještě programy umožňující individualizaci těchto vzorců [34].

Třetí generace vzorců pro stanovení optické mohutnosti IOL (Holladay 1, Hoffer Q a SRK/T) a nový Holladay 2 jsou nepřesnější zvláště u abnormálních očí [14].

Holladay uvádí pro standardní oči pooperační refrakční odchylku od požadované axiální refrakce $\pm 0,50$ D v 50%, $\pm 1,00$ D v 90% a $\pm 2,00$ D v 99,9%. Haicl a spol. udává přesnost u SRK 82% pro hodnoty do $\pm 1,50$ D [16].

Vlková a spol. prezentuje podobný závěr a to 85% pro stejnou hodnotu $\pm 1,50$ D [72]

Základem pro výpočet IOL se stal vzorec SRK [34]:

Sandersův-Retzlaffův-Kraffův vzorec (SRK) má tři konstanty A, B a C. Byl určen v osmdesátých letech 20. Století. Konstanta A je určována podle použité čočky, B má hodnotu -2,5 a C má hodnotu -0,9. Vzorec SRK pro určení optické mohutnosti implantované čočky P je:

$$P = A - (2,5 \times \text{axiální délka oka v mm}) - (0,9 \times \text{keratometrie v dioptriích})$$

4.2.8. Anestezie

Operace katarakty se provádí převážně v lokální anestezii, výjimečně v celkové anestezii. Typy lokální anestezie: retrobulbární, parabolbární, periokulární, subkonjunktivální, subtenonská, topická a intrakamerální. Lokální anestezie může být kombinována s analgosedací. U většiny klientů může být operace provedena pouze v lokální anestezii při snaze o co nejméně invazivní podání anestetika. Optimální strategie anestezie a její vhodný typ volí chirurg na základě potřeb klienta a svých preferencí [33]. Výhodou topické anestezie v porovnání s retrobulbárními a peribulbárními injekcemi je to, že je mnohem bezpečnější, spolehlivější a lze ji během operace prohlubovat přidáním anestetika podle potřeby [34].

Anestetikum	Koncentrace	Doba do nástupu účinku	Trvání účinku
tetrakain	0,5%	1 min	15 min
lidokain	4%	2-5 min	20 min
bupivakain	0,5 – 2%	5-10 min	30 min

Tabulka 3 - Běžně užívaná topická anestetika [34]

4.2.9. Pooperační péče

Pooperační péči provádí pouze oftalmolog. Obvyklá doba pooperační konzervativní terapie činí 2 až 3 týdny. Po této době je stabilizována pooperační refrakce a bývá v případech nutnosti předepsána brýlová korekce [33].

Pooperační péče na Oční klinice JL trvá po dobu 5 týdnů. Týden po operaci se do oka aplikuje antibiotikum s nesteroidním antiflogistikem a další čtyři týdny podle hodnoty nitroočního tlaku. Nález na předním segmentu se léčí kortikoidy (dexamethasone 0,1%, nebo flarex).

4.3. Nitrooční čočky (IOL) – popis a materiály

V případě implantace IOL může operátor vybírat mezi různými typy a materiály. Před rokem 1949 se po operaci katarakty korigovalo brýlovou afakickou korekcí. V roce 1949 napadlo Harolda Ridleyho implantovat disk z PMMA do čočkového vaku 45 leté klientce po ECCE. Ridley vyřešil afakii, ale vyskytly se jiné komplikace operace – glaukom, uveitida a dislokace čočky vzhledem k diskovému tvaru. Ridley postavil základy pro moderní operativu katarakty a to v těchto třech krocích: vytvořil IOL čočku bikonvexního designu, provedl ECCE a vložil IOL do zadní komory [56, 57].

Pro vyloučení rizika postoperativních komplikací se Strampelli v roce 1958 rozhodl implantovat IOL do přední komory oka. I přesto u těchto typů vznikalo velké množství komplikací např. dekompenzace rohovkového epitelu [65].

Rok 1977 byl znovu navrácením k ECCE a revoluční implantaci IOL do čočkového pouzdra – John Pierce. Principiálně v této podobě operace katarakty probíhá i v současnosti. Jen za použití modernějších materiálů IOL, přesnějších technologií i nových inovací v operativě [14].

Extrakapsulární extrakci katarakty prováděli i tuzemští oftalmologové [25].

Průkopníkem implantací v Československu byl Vanýsek, který implantoval vlastní čočky z polymerizovaného metakrylu (Perspex) [70].

A v 80. letech po opětovném pokusu o náhradu extrahované čočky i Izák [26].

Pro konkrétní výběr jsou důležité vstupní údaje z preoperačních měření zahrnující keratometrická data, axiální délku oka a specifický typ IOL. Většina dnešních IOL jsou bikonvexní, které zajišťují nejlepší optické a mechanické vlastnosti. Materiály, ze kterých jsou IOL vyráběny jsou akrylát a silikon. Oba obsahují UV filtr, jsou nekancerogenní, biokompatibilní, trvanlivé, neantigenní, mají vysoký refrakční index, jsou lehké a tenké. Akrylátové čočky jsou tvrdé nebo měkké. Tvrdé jsou vyrobeny z polymethylmetakrylátu (PMMA), který má výborné optické vlastnosti. Měkké akrylátové čočky jsou hydrofobní a hydrofilní. Hydrofobní mají nižší výskyt opacifikací zadního poudra čočky i samotné hydrofobní čočky. Hydrofilní čočky se v současné době vyrábí z 2-hydroxymethylmetakrylátu. Protože se u nich vyskytoval větší poměr zákalů, byl jejich povrch obalen hydrofobním metylmetakrylátem. Silikonové čočky se vyrábějí z methylsiloxanu, methyldifenylsiloxanu a biosilu [34].

IOL se skládají z části haptické (pro fixaci čočky) a optické (optická funkce). Dělí se podle místa implantace na předněkomorové (AC IOL) a zadněkomorové (PC IOL). A dále jestli jsou zhotoveny z jednoho kusu materiálu (single-piece IOL), nebo z více kusů jednoho či více materiálů (multi-piece IOL). Další charakteristiky jsou optická mohutnost, zakřivení povrchu, počet ohnisek, tvar okraje optické části, typ spojení mezi haptickou a optickou částí a konstanta A pro výpočet optické mohutnosti [3].

	Tvrký akrylát	Měkký akrylát	Sílikon
Haptická část	Single piece	Single piece, Multi piece	Single piece, Multi piece
Filtry	UV	UV	UV
Optický design	Sférické	Sférické, Asférické	Sférické, Asférické
Typ okraje	Oválný	Ostrý	Ostrý
Optická mohutnost	-10 až + 35 (po 0,5 D)		
Průměr optické části	6 mm		
Délka čočky	12,5 – 13mm		
A konstanta	(dle materiálu a typu IOL)		

Tabulka 4 - Základní charakteristiky IOL [3]

Dělení IOL podle zakřivení povrchu čočky:

Jak je uvedeno v této kapitole výše, nejčastěji jsou vyráběny čočky bikonvexního tvaru-sférické. Dále se vyrábí čočky plankonvexní.

- **Asférické čočky** mají na periferii menší zakřivení, jsou tenčí, a tím je odstraněna většina sférických aberací způsobených větším lámáním paprsků z periferie sférické čočky [34].
- **Torické čočky** pomáhají nejen nahradit zkalenou nitrooční čočku, ale i korigovat astigmatismus.

Dělení IOL podle počtu ohnisek [34]:

- **Monofokální** – čočky, které se implantují nejčastěji, mají jen jedno ohnisko a tím korigují pouze jednu vzdálenost (většinou do emetropie).

Klient po operaci proto musí nosit brýle na čtení (asi +3,5 D) .

- **Multifokální** – čočky, které refrakčně korigují dálku i blízkou vzdálenost. Podle toho jak ovlivňují chod světelných paprsků procházející okem, je dělíme na refrakční, difrakční a refrakčně – difrakční.

Refrakce je lom světla na rozhraní dvou optických prostředí a závisí na úhlu dopadu, tvaru optického rozhraní a indexu lomu obou prostředí.

Difrakce popisuje šíření světla na základě jeho vlnové charakteristiky, přičemž postupuje ze zdroje ve vlnoplochách. Při dopadu světla na plochu s malými otvory se šíří dál, jako by tyto otvory byly novými zdroji vlnění. Zdrojem vlnoploch se stává i nerovnost na materiálu, kterým světlo prochází. Při setkání dvou vlnoploch dochází k interferenci. V určitém bodě v prostoru může interferencí vzniknout obraz předmětu.

U multifokálních refrakčních čoček se střídají koncentricky uspořádaná optická prostředí s různou optickou mohutností. Tím má IOL dvě nebo více ohniskových vzdáleností. Nejčastěji tři do dálky a dvě do blízka. Asférické přechody mezi těmito zónami slouží ke vzniku obrazu na sítnici ze střední vzdálenosti.

U multifokálních difrakčních čoček jsou na přední ploše mikronové koncentrické schůdky, na jejichž vrcholech vzniká difrakce. Toto schodovité uspořádání slouží k takové interferenci vlnoploch, aby na sítnici vznikly dva ostré obrazy. Jeden pro předměty vzdálené a druhý pro blízko. Pro vznik ostrého obrazu na sítnici u těchto druhů čoček je důležitá také funkce zornice. Při úzké zornici se eliminuje u refrakčních čoček obraz z krátké vzdálenosti, protože zóny pro blízko jsou na IOL paracentrálně. Výhodou multifokálních čoček je, že nahrazují akomodaci. Nevýhodou je snížení kontrastní citlivosti a také rušivé optické jevy, které se nazývají fotické fenomény nebo pseudofakická dysfotopsie. Patří mezi ně glare, halo (na sítnici dopadá světlo, které tam bylo multifokální IOL přesměřováno). Dále jsou to negativní fotické fenomény-tmavá místa stíny.

Všechny mohou výrazně ovlivnit subjektivní vnímání okolního světa.

4.4. Komplikace spojené s operací katarakty.

Pro úplnost se zmíním o komplikacích při operaci a po operaci katarakty.

Popularita operace katarakty vzrostla díky bezpečnosti a účinnosti moderního odstranění katarakty. Díky vylepšení materiálu a designu nitroočních čoček (IOL), novým technikám extrakce nitrooční čočky, novým metodám implantace IOL, novým vzorcům pro výpočty hodnot IOL se již neseťkáváme s významnějšími pooperačními komplikacemi u klientů (oproti dobám minulým) [18].

4.4.1. Peroperační komplikace

Mezi nejčastější peroperační komplikace patří ruptura zadního pouzdra s nebo bez prolapsu sklivce, krvácení do přední komory, suprachoroidální hemoragie, mělká přední komora a poškození duhovky [3, 30, 33, 34].

4.4.2. Pooperační komplikace

V časných pooperačních komplikacích se můžeme setkat s přechodným zvýšením nitroočního tlaku, edémem a zjizvením rohovky (striátou), zánětlivou reakcí předního očního segmentu, krvácením a ponechanými zbytky čočkového materiálu v oku. Potenciálním pooperačním rizikem je infekční endoftalmitida, suprachoroidální krvácení, cystoidní makulární edém, odchlípení sítnice a edém rohovky s následnou bulózní keratopatií.

Mezi komplikace související s IOL patří nesprávná optická mohutnost implantované nitrooční čočky, její decentrace nebo dislokace, glare, glistening, kalciová depozita, pseudofakická dysfotopsie. Všechny výše uvedené stavy mohou být důvodem k výměně nitrooční čočky.

Kromě výše uvedených pooperačních komplikací může u části pacientů dojít k postupné opacifikaci zadního pouzdra čočky. Jde o tzv. sekundární šedý zákal, který mívá 2 základní formy: proliferální a fibrózní. Oba typy mohou snížit vidění pacienta v různé době po operaci primárního šedého zákalu. Vyskytuje se až u 50% operovaných očí se závislostí i na typu implantované nitrooční čočky. Obecně nitrooční čočky z PMMA a hydrofilního materiálu mají vyšší výskyt oproti čočkám ze silikonu a hydrofobních akrylátů. Léčba uvedeného sekundárního zákalu spočívá v závislosti na individuálním nálezu a preferenci chirurga, častěji

v provedení fenestra v zadním pouzdře pomocí NdYAG laseru, nebo chirurgickou discizí či excizí části zadního pouzdra [3, 30, 33, 34].

zkalení zadního pouzdra (bez ohledu na dobu hodnocení po operaci)	19%
dislokace IOL, vyšší nitrooční tlak, klinicky signifikantní makulární edém	pod 2%
odchlípení sítnice	pod 1%
bulózní keratopatie	pod 0,5%
endofthalmitida	pod 0,5%

Tabulka 5 - Četnost výskytu jednotlivých komplikací [34]

5. Současný stav problematiky

Zkoumáním pooperačních zrakových funkcí u klientů s různými typy monofokálních čoček jsme chtěli zjistit, zda je nutné a prospěšné všem klientům doporučovat multifokální IOL. Multifokální IOL nejsou hrazeny pojišťovnou a doplatek ze strany klienta je cca 20 tisíc Kč/IOL. Klient si od multifokálních IOL slibuje perfektní vidění na dálku i blízko bez brýlí. Ovšem nepočítá již s omezeními v podobě fotických fenoménů jako jsou glare -oslnění, halo efekt-na sítnici dopadá světlo, které tam bylo nesprávným způsobem IOL přeměřováno, tmavá místa a stíny často ve tvaru oblouku v temporální části zorného pole. Tyto jevy jsou většinou trvalé a snižují kvalitu vidění. I zraková ostrost do blízka není vždy dle požadavků klienta. Naši klienti si stěžovali na oslnování, hlavně při jízdě v noci. Středovou a krajní čáru na silnici viděli několikrát. Jiný klient nevěděl, zda na semaforu v noci svítí červená jemu nebo autům přijíždějícím zprava. Mladý podnikatel na golfu nedokázal sledovat let míčku, když se předtím soustředil na jeho odpálení. Lékařka anestezioložka, které na jiném pracovišti doporučili a provedli implantaci multifokální IOL, nás přišla prosit o jejich explantaci. Pracovala na sále, kde bylo méně světla kvůli operacím pod mikroskopem nebo naopak hodně světla při použití operační lampy.

Já se sama při vyšetření refrakce setkávám s klienty s implantovanými multifokálními IOL, kteří chtějí vylepšit zrakovou ostrost do dálky či blízka a bohužel korekčními brýlovými čočkami ne vždy lze vyšší kvality vidění dosáhnout.

5.1. Úvod do problematiky

Optické vlastnosti multifokálních IOL jsou podobné simultánnímu vidění multifokálních kontaktních čoček a skládají se ze zón o různé optické mohutnosti. Jako v případě simultánního vidění u kontaktních čoček, i u multifokálních IOL se snižuje zraková ostrost a kontrastní citlivost zvláště při nízkém kontrastu. Téměř 28% klientů je schopno číst J. č. 1 bez korekce, 3 měsíce po operaci katarakty [5].

Někteří klienti s implantovanými multifokálními IOL si stěžují na oslnění a halo, které mohou způsobovat potíže při nočním řízení motorového vozidla. Nicméně Schmitz a kolegové nezjistili rozdíl při oslnování halogenovým světlem ve skupině implantovaných mono či multifokální IOL [5].

Zeng a spol. provedli analýzu 124 očí s kataraktou, rozdělených do 3 skupin dle implantovaných IOL od firmy Alcon (monofokálních sférických, monofokálních asférických a multifokálních). Nejistili statisticky významnější rozdíly ve zrakové ostrosti, průměru zornice a rohovkové aberace IOL korigovaných očí. Prokázali vyšší sférickou aberaci u multifokálních IOL oproti monofokálním IOL. U monofokálních IOL byla sférická aberace vyšší u sférických než asférických IOL. Kontrastní citlivost byla vyšší u monofokálních sférických IOL oproti multifokálním IOL (a to nejvíce v prostorových frekvencích 3, 6, 12 a 18). Ačkoli multifokální IOL mohou přispět k lepší zrakové ostrosti do blízka, narůstá u nich aberace vyšších řádů a negativně ovlivňují kontrastní citlivost oka klienta. Asférické monofokální IOL snižují aberace a zlepšují kontrastní citlivost oproti multifokálním IOL. Studii zjistili, že multifokální IOL může poskytovat dobrou zrakovou ostrost do blízka, ale může zvýšit aberace vyššího řádu a negativně ovlivnit kontrastní citlivost. Asférická IOL může snížit aberaci a zlepšit citlivost na kontrast ve srovnání s multifokální IOL [77].

K podobným závěrům došli i jiní autoři. Podle nich jsou multifokální IOL oproti monofokálním účinné při zlepšování vidění na blízko. Existuje ale nejistota v efektu účinku. Zda toto zlepšení převáží negativní účinky multifokálních IOL, jako jsou oslnění a halo, se bude u klientů lišit. Rozhodujícím faktorem bude pravděpodobně motivace k dosažení nezávislosti na brýlích pooperačně [2, 36, 61, 62, 78].

Zajímavé je i sdělení Wilkinse a spol., kde autoři porovnávali výsledky zrakových funkcí u pacientů po oboustranné implantaci multifokální difrakční IOL Tecnis ZM900 se skupinou osob, kterým byla implantována monofokální IOL Akreos AO s vytvořením monovision. U probandů, kterým byla implantována monofokální IOL nepotřebovali nosit brýlovou korekci ve 25.8%, na rozdíl od probandů druhé skupiny s multifokálními IOL, kteří nepotřebovali dokorigovat v 73%. Je nutné zdůraznit, že monovision bylo na blízkou vzdálenost s hodnotou -0,93 dioptrie. 5,7% klientů potřebovalo ale výměnu multifokální IOL po jednom roce od její implantace. Ve skupině monofokálních žádný [76].

Studie z roku 2015 prováděná na dvaceti klinikách v Evropě se zaměřila na porovnání kvalitu života u implantovaných multifokálními IOL čočkami (108 očí) oproti monofokálním IOL (100 očí). Doba sledování klienta po operaci byla 6 měsíců a výsledná nekorigovaná zraková ostrost do dálky byla 0,5 nebo lepší u 92% očí s multifokálními IOL a 97% s monofokálními IOL. Zraková ostrost do blízka a tím nezávislost na brýlích byla vyšší u multifokálních IOL oproti

skupině s monofokálními IOL. 73,3% probandů s multifokálními IOL udávalo nezávislost na brýlích. U monofokálních to bylo 25,3%. U multifokálních IOL se projevovala nižší kontrastní citlivost a vyšší výskyt fotických fenoménů a vyšší nespokojenost s očekávanými výsledky. Vyšší výskyt fotických fenoménů byl prokázán u refrakčních multifokálních IOL oproti difrakčním multifokálním IOL. Kontrastní citlivost u difrakčních multifokálních IOL byla podobná či lepší oproti monofokálním IOL či refrakčním multifokálním IOL. U difrakčních multifokálních IOL byla prokázána vyšší nezávislost na brýlích [61].

Italská studie z roku 2006 porovnávala skupiny implantovaných monofokálními IOL a multifokálními IOL. Z hlediska nezávislosti probandů na brýlích po operaci vyjadřuje 20% pro monofokální IOL skupinu, 43,7% pro refrakční multi IOL a 87,5% pro difrakční multi IOL [8].

Podobně i francouzská studie z roku 2011 potvrzuje lepší zrakovou ostrost do blízka u probandů s multifokální IOL, stejně tak i jejich nižší míru závislosti na brýlích. Na lepší výsledky poukazuje implantacemi difrakčních typů multi IOL. Výskytem fotických fenoménů se ve studii nezabývají [10].

Brazilská studie z roku 2017 prováděná na 61 probandech porovnávala pooperační subjektivní spokojenost s kvalitou zraku při každodenních činnostech. V první skupině byli klienti s implantovanou multifokálními IOL a ve druhé skupině klienti implantovaní asférickou monofokální IOL formou monovision. Spokojenost klientů s monofokálními IOL převládala u činností jako řízení motorového vozidla v noci či vidění v noci. Se zrakovou ostroší do dálky byli spokojenější klienti s monofokálními IOL. Do blízka byli spokojenější klienti s implantovanými multifokálními IOL [64].

Francouzsko-španělská studie z roku 2010 hodnotila pouze zrakové funkce u multifokálních IOL u 304 probandů. Zraková ostrost do dálky rovná nebo lepší 0.8 byla dosažena u 88,6% probandů, do blízka u 93,3% probandů. 87,2% probandů nepotřebovalo po operaci brýle. 88,2% probandů hodnotilo své vidění lepší než před operací. 93,1% probandů si myslí, že operace má pro ně jednoznačně pozitivní přínos [9].

Schopnost oka vidět objekty jasně v různých vzdálenostech s implantovanou monofokální IOL, byla nazvána pseudoakomodací [6, 17, 41, 47, 67].

Oči s implantovanou IOL SN60WF (IQ [asférická žlutá]; Alcon Laboratories, Inc, Fort Worth, TX, USA) mají výrazně vyšší citlivost na kontrast než oči s implantovanou IOL SN60AT (NT [sférická žlutá]; Alcon Laboratories, Inc) nebo I60 SA60AT (AT [sférická čirá]; Alcon, Laboratories, Inc) [50].

Sférická aberace optického systému lidského oka může stimulovat akomodaci [45] a vertikální kóma rohovky může zvětšit zónu čistého vidění v pseudofakických očích [49].

Chromatická aberace může také stimulovat pseudoakomodaci. SN60WF IOL by měla mít menší sférickou aberaci než konvenční sférické IOL, protože má asférický optický povrch. Kromě toho by měla mít sníženou pseudoakomodaci kvůli svému žlutému nádechu. Dalo by se tedy očekávat, že pseudoakomodace bude snížena v očích, které mají implantovány asferické nebo sférické žluté IOL ve srovnání s očima s implantovanými sféricky čirými IOL [50].

Nanavaty a spol. provedli analýzu 30 vybraných očí po implantaci monofokální IOL, kteří měli dobrou zrakovou ostrost na obě vzdálenosti. Zjistili, že zraková ostrost na dálku (0,5) i blízko (J. č. 4) je natolik dobrá, že nemusí být závislá na brýlové korekci. Příčinou pro tento nálezn je astigmatismus proti pravidlu [44].

Tento fenomén, někdy nazvaný „pseudoakomodací“, je primárně pasivní a vzrůstá monokulárně v souvislosti zřejmě s neobvykle úzkou zornicí a tím zvýšenou hloubkou ostrosti. Zčásti může souviset s reziduálním myopickým astigmatismem (zpravidla proti pravidlu), nebo s aberacemi vyšších řádů [11, 22, 47, 51, 52, 60, 68].

Nakazava a Ohtsuki měřili pseudoakomodaci u 39 pseudofakických očí (31 probandů) po implantaci zadněkomorové tvrdé IOL a zjistili průměrnou pseudoakomodaci 2.01 +/- 0.95 dioptrií [42].

Wang a spol. vyšetřili pseudofakických 73 očí a zjistili pseudoakomodaci 1.53 +/- 0.59 dioptrie [74].

Pseudoakomodace může být příčinou adaptace na vzniklý, lehce rozostřený obraz [4, 12, 27, 40, 54, 59, 75]. Binokulárně může být „jasné vidění“ podpořené díky monovision [55].

V některých případech byla popsána malá, ale skutečná změna v mohutnosti oka související s kontrakcí ciliárního svalu z důvodu posunu monofokální IOL v axiálním směru nebo jejím náklonem. Při poloměru zakřivení rohovky 7,7 mm a délky oka 24 mm a IOL o hodnotě 20 dioptrií znamenalo při posunu IOL o 1 mm směrem k rohovce změnu o 1,3 dioptrie. Při AXL 21 mm a IOL 30 dioptrií se posun IOL o 1 mm projevil změnou o 2,3 dioptrie. Když byla AXL 27 mm a IOL 11 dioptrií pak 1 mm posunu odpovídal 0,8 dioptriím. Podobně když se poloměr zakřivení rohovky změnil od 6,5 do 9,5 mm a IOL od 10 do 30 dioptrií (AXL byla konstantních 24 mm) pak posun o 1 mm odpovídal 0,5 až 1,9 dioptriím [46]. Tento efekt potvrdila i studie Patela a spol. [51].

U multifokálních IOL se ztráta kontrastu retinálního obrazu v prostorových frekvencích nedá vyřešit brýlovou dokorekcí.

Multifokální IOL mají lepší stabilizaci vůči decentraci, ale mohou být vystaveny náklonu. Vykazují větší hloubku ostrosti oproti monofokálním IOL [1, 53, 63].

Někteří autoři doporučují implantovat na obě oči stejný typ multifokální IOL z důvodů menšího výskytu fotických fenoménů [48].

Multifokální IOL mají stejný problém jako kontaktní čočky pro presbyopy: ztrátu kontrastního zobrazení ve středních a vyšších čárových frekvencích a to více pro refrakční typy IOL oproti difrakčním, zrakový výkon je v závislosti na šíři pupily.

Hloubka přední komory nehrála v pseudoakomodaci roli. Pozitivní korelace byla mezi stupněm pseudoakomodace a posunem IOL ($r = 0.47$) [43].

podmínky	Průměr pupily (mm) ve věku 40-49	Průměr pupily (mm) ve věku 50-59
Řízení v noci	5.2 +/- 0.8 (3.8–6.2)	4.6 +/- 0.8 (3.1–5.8)
Čtení (nízká hladina osvětlení 215 lux)	3.5 +/- 0.6 (2.16-4.6)	3.0 +/- 0.5 (2.3-4.4)
Čtení (vysoká hladina osvětlení 860 lux)	2.9 +/- 0.5 (2.2-3.9)	2.6 +/- 0.3 (2.1-3.6)
Venkovní prostředí (nepřímé sluneční světlo 3400 lux)	2.7 +/- 0.5 (1.9-3.4)	2.5 +/- 0.4 (1.9-3.4)
Venkovní prostředí (přímé sluneční osvětlení 11 000 lux)	2.3 +/- 3.4 (1.8-3.1)	2.2 +/- 0.3 (1.8-2.9)

Tabulka 6 - Standardní odchylky a rozsahy průměrů pupil při různých podmínkách osvětlení u presbyopů [31]

6. Vlastní práce zaměřená na stanovené cíle

Ve své dizertační práci jsem si stanovila tyto cíle.

1. Jaký hlavní vliv na dobré zrakové funkce do blízka mají délka oka, optická mohutnost rohovky, osa vidění, optická mohutnost implantované nitrooční čočky a hloubka přední komory oka?
2. Jaký vliv na nekorigovanou zrakovou ostrost (UNVA) má poloha oka vůči obrazu (horizontální versus vertikální)?
3. Jaký vliv na UNVA má asféricita nitrooční čočky a její barevnost?
4. Jaký vliv na UNVA má nearteficiální velikost (šíře) pupily?

Proto je i tato kapitola rozdělena na čtyři samostatné práce.

První byla zveřejněna v časopisu indexovaném v databázi Scopus:

Lešták, J, Pitrová Š, Fůs M, Žáková M. Nekorigovaná zraková ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL. Čes Slov Oftalmol. 73; 2017: 127-133.

Druhá v časopisu indexovaném v databázi WoS:

Zakova M, Fus M, Lestak J, Pitrova S. Effects of a change in the direction of view to near uncorrected visual acuity following implantation of monofocal intraocular lens. Biomed Rep. 2019; 10: 271–276.

Třetí a čtvrtá jsou zatím bez publikačních výstupů.

6.1. Nekorigovaná zraková ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL.

Cílem této studie bylo retrospektivně zhodnotit vybrané parametry ovlivňující pooperační vizus do blízka v souboru pseudofakických očí klientů s nekorigovaným vizem do dálky (UDVA) a na základě získaných výsledků stanovit ty, které nejvíce ovlivnily dobrou nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka (UNVA) po implantaci monofokální IOL.

6.1.1. Soubor a metodika

Celkem bylo sledováno 122 pseudofakických očí 65 klientů, přičemž u 57 z nich byly operovány obě oči. K výpočtu optické mohutnosti IOL jsme použili vzorec SRK/T. Hodnota

IOL byla vypočtena z výsledků keratometrie (autokeratometr KM 500 firmy NIDEK) a délky oka (OcuScanu firmy Alcon). Vyšetření prováděl vždy jeden a tentýž lékař.

Po operaci byla zjištěna zraková ostrost do dálky (pomocí ETDRS optotypů) a blízka (naturálně i s korekcí na Jägerových tabulkách firmy Zeiss).

Hloubka přední komory oka byla po operaci změřena na přístroji OcuScan, firmy Alcon. Mohutnost rohovky v jejím centru a ose vidění (Anterior Segment Analyser Orbscan II, firmy Technolas). Délka oka pomocí optického biometru OA 1500 firmy Tomey. Naměřené hodnoty ukazují tabulky Tab. 7.

K vyhodnocení výsledků byly podle axiální délky oka stanoveny tři skupiny klientů. Hodnocena byla četnost zrakové ostrosti pro trojici skupin operovaných očí kategorizovaných dle stěžejního parametru – axiální délky oka (krátká, průměrná, dlouhá). U každé skupiny byly stanoveny průměrné parametry (věk, axiální délka, keratometrie i hloubka přední komory) a relativní četnost pooperační zrakové ostrosti do blízka bez korekce na konvenčně využívaných čtecích tabulkách. Vyšetření vizu do blízka bylo pro každé oko zvlášť prováděno v jeho horizontální poloze pomocí tabulky Zeiss.

Vysvětlivky k tabulce:

SEX pohlaví, **YoB** ročník narození,

K [D] průměrná hodnota keratometrie, **KC [D]** centrální optická mohutnost rohovky,

AL [mm] axiální délka oka, **AC [mm]** hloubka přední komory,

UDVA nekorigovaná zraková ostrost do dálky, **UNVA** nekorigovaná zraková ostrost do blízka,

nCORR[D] hodnota korekce pro vizus 1,0 do blízka

SEX/YoB	K [D]	KC [D]	AL [mm]	AC [mm]	IOL [D]	UDVA	UNVA	nCORR [D]
F/1938	44,50	44,50	22,80	3,28	22,0 SN6AT	1,00	0,50	2,00
	44,50	42,50	22,56	3,27	23,0 SN6AT	1,00	0,50	2,00

F/1946	44,00	45,90	23,60	4,10	21,5 SN60WF	1,50	0,60	1,00
	45,25	45,12	22,92	4,00	21,5 SN60WF	1,50	0,60	1,00
F/1947	44,50	45,61	22,32	3,80	23,5 SN60WF	1,00	0,50	2,00
	45,50	45,64	22,16	3,80	24,0 SN60WF	1,00	0,60	2,00
F/1953	43,25	42,72	22,46	3,70	24,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	43,25	43,94	22,38	3,70	24,5 SA60AT	1,00	0,50	2,00
M/1936	43,75	44,10	22,94	3,60	22,0 MA50BM	0,80	0,40	2,50
	44,25	45,60	22,95	3,70	22,0 MA50BM	0,80	0,40	2,50
F/1940	43,25	44,00	22,22	4,20	25,0 SN60WF	1,20	0,30	2,25
	43,00	44,27	22,42	3,60	24,5 SN60WF	1,20	0,30	2,25
M/1968	41,00	42,15	21,46	3,40	30,5 SA60AT	1,00	0,80	1,00
F/1945	45,25	45,57	21,81	4,10	24,5 SA60AT	1,00	0,80	1,00
	44,75	44,67	21,80	4,10	25,0 SA60AT	1,00	0,80	1,00
M/1956	43,75	45,15	22,81	3,90	22,5 SA60AT	1,50	0,60	1,00
	44,00	44,36	22,81	3,80	22,0 SA60AT	1,50	0,60	1,00
F/1943	45,75	45,93	22,20	3,80	22,5 SA60AT	1,20	0,50	2,00
	45,75	46,26	22,28	3,80	22,0 SA60AT	1,20	0,50	2,00
F/1947	45,50	46,56	22,73	4,20	21,0 SA60AT	1,00	0,60	1,00
	45,75	47,18	22,87	4,20	20,0 SA60AT	1,00	0,60	1,00
M/1935	43,50	43,73	22,96	2,20	22,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	43,75	45,96	22,99	4,00	22,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00

F/1940	45,00	45,20	21,87	3,50	24,0 SA60AT	1,20	0,50	1,50
	45,00	45,58	21,96	3,50	24,0 SA60AT	1,20	0,50	1,50
F/1953	44,50	44,68	21,16	3,90	27,5 SA60AT	0,80	0,40	2,00
	44,75	43,77	21,28	3,90	26,5 SA60AT	1,00	0,80	1,00
F/1952	45,25	45,64	21,96	3,90	23,5 SA60AT	1,50	0,20	2,00
	45,00	45,81	21,95	3,80	24,0 SA60AT	1,50	0,20	2,00
F/1943	44,75	44,86	21,54	3,80	25,5 SA60AT	1,20	1,00	0,00
	45,00	47,16	21,80	3,80	27,0 SA60AT	1,20	1,00	0,00
F/1948	45,75	46,10	21,68	3,80	24,0 SA60AT	1,20	0,80	0,75
	45,50	46,10	21,64	3,80	24,5 SA60AT	1,20	0,80	0,75
F/1950	44,50	43,93	22,81	3,90	21,5 SA60AT	1,50	0,50	1,00
F/1947	43,00	42,81	22,87	4,30	22,0 SA60AT	1,20	0,50	1,50
F/1941	47,50	46,50	21,47	4,10	23,0 SA60AT	1,20	0,60	1,50
	47,50	46,50	21,43	4,10	23,0 SA60AT	1,20	0,60	1,50
F/1945	43,50	43,62	22,64	3,90	23,0 SA60AT	1,00	0,40	2,50
	43,75	42,15	22,85	3,90	22,0 SA60AT	1,00	0,40	2,50
F/1954	44,50	46,05	21,28	4,00	27,0 SA60AT	1,00	0,50	1,50
	45,50	46,06	21,12	4,00	26,5 SA60AT	1,00	0,50	1,50
F/1942	45,75	45,28	22,40	3,70	22,0 SA60AT	1,00	0,60	1,50
	45,75	45,94	22,35	3,60	22,0 SA60AT	1,00	0,60	1,50
M/1943	44,00	46,47	22,58	3,60	23,0 SA60AT	1,20	0,40	2,00
	46,00	46,35	22,14	3,60	22,0 SA60AT	1,20	0,40	2,00

F/1948	44,00	45,07	21,99	3,50	25,0 SA60AT	1,00	0,40	1,50
	44,25	45,00	21,95	3,50	24,5 SA60AT	1,00	0,40	1,50
F/1941	44,00	47,90	22,58	3,40	23,0 SA60AT	1,00	0,80	1,00
	43,75	46,48	22,66	3,80	23,0 SA60AT	1,00	0,80	1,00
F/1939	43,75	43,12	21,75	3,80	26,0 SA60AT	1,00	0,40	2,00
	44,00	42,00	21,75	3,80	25,5 SA60AT	1,00	0,40	2,00
M/1958	44,75	46,50	22,70	3,70	22,0 SA60AT	1,20	0,80	1,00
	44,75	45,14	22,80	3,80	21,5 SA60AT	1,20	0,80	1,00
F/1951	44,25	44,46	22,51	4,30	23,0 SA60AT	1,20	0,30	1,50
	44,25	44,45	22,47	4,20	23,0 SA60AT	1,20	0,30	1,50
F/1930	44,50	44,78	21,87	3,70	24,5 SA60AT	1,00	0,50	1,50
	44,50	44,84	22,13	3,50	24,5 SA60AT	1,00	0,50	1,50
F/1946	45,00	45,91	21,94	3,30	24,5 MA50BM	1,00	0,30	2,00
	45,00	45,70	21,99	3,50	24,5 MA50BM	1,00	0,30	2,00
M/1963	40,50	41,24	22,74	3,80	26,5 SN60WF	1,20	0,40	1,50
F/1934	43,50	45,19	22,96	3,70	22,5 SA60AT	1,00	0,50	2,50
	44,00	42,37	22,98	3,80	22,0 SA60AT	1,00	0,50	2,50
M/1952	41,00	41,50	24,13	3,80	21,5 SN60WF	1,20	0,20	1,50
	41,25	41,40	24,12	3,90	21,5 SN60WF	1,20	0,20	1,50
M/1957	42,00	42,74	24,75	4,20	18,5 SN60WF	1,50	0,50	1,50
	42,00	42,85	24,76	4,40	18,5 SN60WF	1,50	0,50	1,50

M/1940	43,00	43,19	23,85	3,70	20,5 MA50BM	1,20	0,60	1,50
	43,25	42,43	23,42	3,80	21,5 MA50BM	1,20	0,60	1,50
M/1942	45,00	45,96	23,69	4,20	18,5 MA50BM	1,20	0,50	2,00
	44,75	44,45	23,41	3,90	20,0 MA50BM	1,20	0,50	2,00
F/1942	44,50	44,84	24,46	3,90	17,0 MA50BM	1,50	0,60	2,00
	44,50	44,72	24,35	3,90	17,5 MA50BM	1,00	0,50	2,00
F/1949	44,50	44,22	23,57	3,90	20,0 MA50BM	1,20	0,50	2,00
	44,50	44,79	23,41	3,80	20,5 MA50BM	1,20	0,50	2,00
F/1946	43,00	42,83	23,81	4,10	20,5 MA50BM	1,20	0,30	2,00
	42,75	43,57	23,74	4,10	21,0 MA50BM	1,20	0,30	2,00
M/1963	40,50	40,20	23,24	3,80	24,5 SN60WF	1,20	0,40	1,50
F/1943	44,75	44,71	24,81	4,00	15,5 MA50BM	1,20	0,60	1,50
M/1943	44,75	44,90	23,50	4,40	20,0 SN6AT	1,20	0,50	2,00
	44,25	43,22	23,48	4,30	20,5 SN6AT	1,20	0,50	2,00
M/1946	43,00	43,54	23,67	4,00	19,5 SN6AT	1,00	0,50	2,25

	44,00	46,21	23,58	3,96	20,5 SN6AT	1,00	0,50	2,25
M/1941	44,50	45,36	23,35	3,60	20,0 MA50BM	1,20	0,60	2,00
	44,50	45,65	23,50	3,60	21,5 MA50BM	1,20	0,60	2,00
F/1954	43,75	43,62	23,50	4,00	20,0 SA60AT	1,20	0,30	2,00
	44,25	43,83	23,30	3,70	20,0 SA60AT	1,50	0,20	2,00
F/1952	40,50	40,92	23,54	3,70	23,5 SA60AT	1,20	0,60	1,50
	40,75	42,53	23,73	3,70	22,5 SA60AT	1,20	0,60	1,50
M/1949	40,50	41,28	23,88	4,20	22,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
	40,75	41,04	23,92	4,10	22,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
M/1942	42,25	43,09	23,32	3,60	23,0 SN60WF	1,00	0,50	2,00
	42,00	42,09	23,30	3,60	23,0 SN60WF	1,20	0,50	2,00
F/1950	43,50	43,90	23,31	3,80	21,0 SA60AT	1,50	0,50	1,50
M/1939	44,00	44,32	23,29	4,20	21,0 MA50BM	1,00	0,60	2,00
	44,25	45,66	23,26	4,20	21,0 MA50BM	1,00	0,60	2,00
F/1946	41,50	41,26	24,83	4,10	20,0 MA50BM	1,00	0,50	1,75
	41,50	41,66	24,65	4,10	22,0 MA50BM	1,00	0,50	1,75
F/1943	44,00	44,26	23,40	3,60	21,5 SA60AT	1,00	0,60	1,50
	44,00	43,93	23,00	3,50	21,5 SA60AT	1,00	0,50	1,50

M/1944	42,50	41,24	23,78	4,20	21,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	42,25	43,05	23,55	4,20	21,5 SA60AT	1,00	0,60	2,00
F/1966	41,00	41,62	23,40	4,10	24,5 SA60AT	1,50	0,60	1,50
	41,00	40,82	23,12	4,10	24,0 SA60AT	1,50	0,60	1,50
M/1952	45,00	46,56	23,90	3,90	20,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	45,25	45,81	23,90	3,90	20,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
M/1952	44,50	45,13	23,61	4,10	19,5 MA50BM	1,00	0,20	2,25
	44,25	45,81	23,66	4,20	20,0 MA50BM	1,00	0,20	2,25
F/1947	42,50	41,88	23,40	4,20	23,0 SA60AT	1,20	0,40	1,50
M/1949	43,50	42,78	23,17	4,20	21,5 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	44,75	44,65	23,10	3,80	20,5 SA60AT	1,00	0,50	2,00
M/1948	43,75	43,54	23,37	3,70	20,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
	43,75	44,15	23,44	3,90	20,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
M/1931	43,00	43,94	23,41	3,90	21,5 MA50BM	1,20	0,50	2,25
	43,25	43,44	23,44	3,80	21,0 MA50BM	1,20	0,50	2,25
F/1958	40,75	40,68	24,27	3,89	21,5 SA60AT	1,00	0,50	1,75
	40,75	40,43	23,97	4,00	22,0 SA60AT	1,00	0,50	1,75
F/1947	45,50	45,43	23,63	3,80	18,5 SN60WF	1,00	0,40	1,50
	44,75	44,56	23,53	3,70	19,5 SN60WF	1,00	0,40	1,50

F/1947	43,00	41,93	23,51	3,90	21,5 MA50BM	1,20	0,40	2,25
	43,00	42,29	23,42	3,90	22,0 MA50BM	1,20	0,40	2,25
F/1954	42,50	43,64	22,10	4,10	23,0 MA50BM	1,50	0,40	2,00
	42,75	42,48	23,10	4,10	22,5 MA50BM	1,50	0,40	2,00

Tabulka 7 - Souhrnné naměřené hodnoty všech probandů

PRŮMĚRNÉ HODNOTY	ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [mm]			CELÝ SOUBOR
	< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
věk	70,37 ± 7,90	70,07 ± 8,70	69,11 ± 4,82	69,98 ± 7,64
AL [mm]	21,91 ± 0,37	23,08 ± 0,30	23,96 ± 0,42	22,95 ± 0,86
K [D]	44,74 ± 1,22	43,69 ± 1,13	42,91 ± 1,63	43,81 ± 1,48
AC [mm]	3,78 ± 0,23	3,83 ± 0,34	4,00 ± 0,18	3,86 ± 0,29

Tabulka 8 - Průměrné hodnoty jednotlivých kategorií a celého souboru

ČETNOST MODELŮ IOL	ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [mm]			CELÝ SOUBOR
	< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
MA50BM	3	13	13	29
SA60AT	31	30	10	71
SN6ATx	0	4	2	6
SN60WF	4	5	7	16

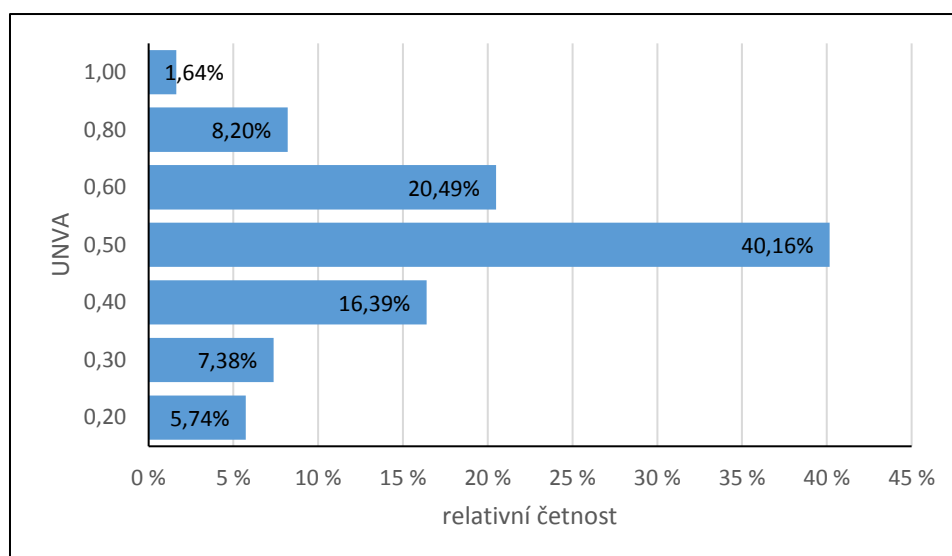
Tabulka 9 - Četnost implantovaných modelů IOL

ZRAKOVÁ OSTROST		ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [mm]			CELÝ SOUBOR
		< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
UDVA	1.0 a lépe [%]	97,37	96,15	100,00	97,54
UNVA	0.5 a lépe [%]	19,67	31,97	18,85	70,49
(v dané skupině)	0.6 a lépe [%]	10,66	13,93	5,74	30,33
	0.8 a lépe [%]	6,56	3,28	0,00	9,84
	1,0 [%]	16,39	0,00	0,00	16,39

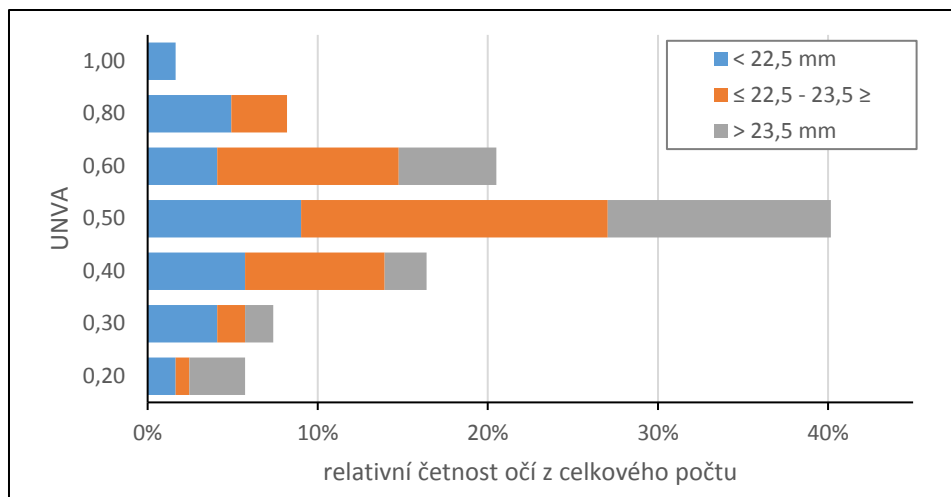
Tabulka 10 - Relativní četnost UNVA vztažená k počtu očí v jednotlivých skupinách

KORELAČNÍ KOEFICIENTY		ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [mm]			CELÝ SOUBOR
		< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
	AL	-0,36	-0,17	0,16	-0,20
UNVA a	AC	0,11	0,18	0,27	-0,05
	KC	0,12	0,46	-0,01	0,23

Tabulka 11 - Vzájemné vztahy parametrů popsané prostřednictvím korelačních koeficientů



Graf 1 - Rozložení relativní četnosti UNVA



Graf 2 - Rozložení relativní četnosti očí dle UNVA v závislosti na axiální délce oka

6.1.2. Typy implantovaných čoček a jejich charakteristiky

	Typ	Optický rozsah (sférický ekvivalent)	Optický průměr	Celková délka
IOL SA-SA60AT AcrySof (single piece)	Anterior Asymmetric Biconvex	+6.0 až +30.0 D +31 až 40 D	6 mm	13mm
IOL MA- MA50BM AcrySof (multi piece)	Biconvex	+6 až +30 D	6 mm	13mm
IOL IQ - SN60WFAcrySof (single piece)	Biconvex Aspheric	+6 až +30 D	6 mm	13mm
IOL torická - SN60N AcrySof (single piece)	Biconvex Toric Aspheric Optic	+6 až +34 D	6 mm	13mm

Tabulka 12 - Typy implantovaných čoček a jejich charakteristiky

6.1.3. Výsledky

Veškerá výchozí data jsou uvedena viz Tabulka 7 - Souhrnné naměřené hodnoty všech probandů

Vzhledem k povaze dat byla jejich statistická interpretace realizována prostřednictvím relativní četnosti a korelačního koeficientu mezi jednotlivými parametry. Nejvýznamnějším faktorem optimální pooperační UNVA byla axiální délka oka. Pro účely studie byl daný soubor kategorizován do tří skupin. Oči s axiální délkou kratší než 22,5 mm byly zařazené do skupiny nazvané jako (potenciálně) hypermetropická, kategorii průměrné délky představovaly hodnoty v rozsahu 22,5 mm až 23,5 mm a jako (potenciálně) myopickou skupinu jsme kategorizovali axiální délky nad 23,5 mm. Nejvíce zastoupena byla skupina průměrné axiální délky (52 očí), poté skupina krátké axiální délky (38 očí) a nejméně skupina očí myopických (32 očí). Pro celý soubor a jednotlivé kategorie byly stanoveny průměrné hodnoty sledovaných parametrů včetně směrodatné odchylky (Tabulka 8). Průměrný věk souboru 122 očí celkem 65 probandů byl stanoven na $69,98 \pm 7,64$ let. Věkový průměr všech tří skupin byl prakticky shodný. Průměrné hodnoty keratometrie dle jednotlivých skupin byly dle očekávání nepřímo úměrné axiální délce a průměrná hloubka přední komory se zvyšovala společně s axiální délkou oka. Nejčastěji byla implantována IOL modelu SN60AT (u 71 očí = 58,2%), dále MA50BM (20 očí = 23,8%), SN60WF (16 očí = 13,1%) a jen u 6 očí (4,9%) byla implantována torická IOL řady SN6ATx (Tabulka 9). Mezi jednotlivými modely IOL a UNVA nebyla nalezena žádná závislost. Nicméně u všech očí s UNVA 0,8 a lepší byla implantována vždy IOL modelu SA60AT. Vzhledem k metodice a výběru klientů pro studii byla relativní četnost hodnot UDVA rovné 1,0 a lepší stanovena u 97,54% očí, přičemž hodnota 0,8 byla stanovena u zbylých 2,46%. Relativní četnost pooperační UNVA celého souboru téměř odpovídala rovnoměrnému rozložení (Graf 1). Celkem 70,49% očí v souboru dosáhlo hodnot UNVA (0,5 a lepší), u 30,33% očí byla hodnota vízu vyšší (0,6 a lepší), u 9,84% byla hodnota UNVA 0,8 a lepší a dokonce u 16,39% očí byla UNVA 1,0 (Tabulka 10). Dle složeného grafu (Graf 2) tvoří skupiny s krátkou a průměrnou axiální délkou nejčetnější část souboru, u kterého byla pozorována lepší než průměrná zraková ostrost do blízka (J.č. 0,5). Závislost axiální délky oka na UNVA je zobrazena na Graf 1. U všech očí bylo prostřednictvím adice do blízka dosaženo optimálního vizu. Doporučená korekce pro zrakovou ostrost do blízka 1,0 nepřesáhla u 46,72% očí 1,5 D a korekce v maximální výši 1,0 D pak byla nezbytná u 15,57% očí.

Dle hodnot korelačního koeficientu mezi dvěma maticemi hodnot rozlišujeme: slabou ($<0,3$), střední ($0,3-0,8$) a silnou ($>0,8$) lineární závislost (korelaci). Mezi UNVA a KC byl stanoven slabý pozitivní koeficient korelace pro celý soubor ($r=0,23$), ale pro skupinu průměrné axiální délky byla u těchto dvou parametrů zjištěna střední pozitivní korelace ($r=0,46$). V případě parametru pooperační hloubky přední komory nebyla nalezena žádná relevantní souvislost s UNVA, pouze pro vysoké AL byla zjištěna slabá pozitivní korelace ($r=0,27$). Vzájemné vztahy parametrů popsané prostřednictvím korelačních koeficientů jsou souhrnně uvedeny v Tabulce 11.

6.1.4. Diskuse

Klienti po operaci katarakty nebo extrakci čiré čočky s implantací multifokální nitrooční čočky mají velká očekávání a nároky na zrakové funkce a refrakční výsledek [7, 39, 69, 71].

Pooperační emetropie hraje významnou roli u těchto typů implantátů a je z pohledu pacienta hlavním kritériem úspěšnosti operace. Někteří nemocní však i přes dosažení optimální UDVA a UNVA nejsou spokojeni s výsledkem díky snížení kvality vidění, které se projevuje zamlžením, fotofobií, halo efekty, diplopií atd. [66, 73].

U některých klientů s pseudofakií byl zjištěn po implantaci monofokální IOL velmi dobrý nekorigovaný vizus nejen do dálky, ale i do blízka (UNVA). Mechanismus zjevné akomodace nebo pseudoakomodace po implantaci monofokálních IOL, mající vliv na UNVA, není dostatečně znám, podílí se na tomto jevu několik faktorů [37].

Velikost pupily a axiální délka oka byly inverzně spojeny s dobrou zrakovou ostrostí do blízka ($p = 0.034$ a resp. 0.039). Pupily v průměru pod 2,6 mm a axiální délka menší 23,0 mm dávaly lepší výsledky vizu do blízka po implantaci monofocal IOL.

Výsledky naší práce jsou ve shodě (i když jsme nehodnotili šíři pupily) s těmito autory.

Teoretická studie Nawa a spol. modelu oka definuje možnou pseudoakomodaci u krátkých očí (kalkulováno pro $AL = 21$ mm) až 2,3 dioptrie, a to za předpokladu posunu IOL o 1 mm. U myopických očí ($AL = 27$ mm) byla kalkulována pro identický model oka pseudoakomodace 0,8 dioptrie [46].

Taktéž Lim a spol. svou studií 84 očí s implantovaným modelem SN60WF potvrdil, že faktor krátké axiální délky společně s úzkou zornicí má pozitivní vliv na dosažení dobré UNVA po implantaci monofokální IOL. Po kategorizaci našeho souboru probandů dle AL bylo též prokázáno, že 30,33% očí, u kterých byla zaznamenána UNVA 0,6 a lepší, mělo z převážné

většiny axiální délku kratší nebo rovnu hodnotě 23,5 mm. Při zrakové ostrosti do blízka bez korekce 0,8 již převládala axiální délka do 22,5 mm [37].

U klientů po operaci katarakty je důležitá nejen predikovaná zraková ostrost do dálky, ale i nekorigovaná do blízka. Souborné práce [10] posuzující zrakovou ostrost do blízka bez korekce u monofokálních nitroočních čoček uvádějí u typu AMO hodnoty od 0,3log MAR (decimálních 0,5), u SA60AT až 0,6log MAR (0,32) [10].

V naší studii jsme vliv designu jednotlivých modelů IOL nehodnotili. Přítomnost modelu SN60AT u všech očí s UNVA 0,8 a lepší byla způsobena i její významně vysokou četností implantace (58,2%). Souvislost věku a hodnoty UNVA nebyla v našem souboru prokázána.

Hayashiho studie [19] však potvrzuje věk klienta jako negativní faktor pooperační amplitudy pseudoakomodace (korelační koeficient roven -0,49). Ve své studii však zahrnuje i klienty ve věku pod 40 let, přičemž v námi uváděném souboru klientů byl nejmladší operovaný klient ve věku 49 let a průměrný věk celého souboru činil $69,98 \pm 7,64$ let. Relevantní hodnocení závislosti pooperační pseudoakomodace na věku by vyžadovala větší věkový rozptyl operovaných klientů.

Signifikantní roli ovlivňující pooperační zrakovou ostrost do blízka při implantaci monofokálních IOL hraje dle Nanavatyho studie [4] pouze korneální astigmatismus (proti pravidlu), který zvyšuje pravděpodobnost pseudoakomodace až desetkrát [44].

Zajímavé je i sdělení Wilkinse a spol., kde autoři porovnávali výsledky zrakových funkcí u klientů po oboustranné implantaci multifokální difrakční IOL Tecnis ZM900 se skupinou osob, kterým byla implantována monofokální IOL Akreos AO s vytvořením monovision. Klienti, kterým byla implantována monofokální IOL nepotřebovali nosit brýlovou korekci ve 25,8%, na rozdíl od klientů druhé skupiny s multifokálními IOL, kteří nepotřebovali dokorigovat v 73%. Je nutné zdůraznit, že monovision bylo na blízkou vzdálenost s hodnotou -0,93 dioptrie. 5,7% klientů potřebovalo ale výměnu multifokální IOL po jednom roce od její implantace. Ve skupině monofokálních žádný [76].

Zraková ostrost do blízka a tím nezávislost na brýlích byla vyšší u multifokálních IOL oproti skupině s monofokálními IOL. 73,3% klientů s multifokálními IOL udávalo nezávislost na brýlích. U monofokálních to bylo 25,3%. U multifokálních IOL se projevovала nižší kontrastní citlivost a vyšší výskyt fotických fenoménů a vyšší nespokojenost s očekávanými výsledky.

Vyšší výskyt fotických fenoménů byl prokázán u refrakčních multifokálních IOL oproti difrakčním multifokálním IOL. Kontrastní citlivost u difrakčních multifokálních IOL byla podobná či lepší oproti monofokálním IOL či refrakčním multifokálním IOL. U difrakčních multifokálních IOL byla prokázána vyšší nezávislost na brýlích [61].

Italská studie z roku 2006 porovnávala skupiny implantovaných monofokálními IOL a multifokálními IOL. Z hlediska nezávislosti klientů na brýlích po operaci vyjadřuje 20% pro monofokální IOL skupinu, 43,7% pro refrakční multi IOL a 87,5% pro difrakční multi IOL [8].

V našem souboru byli zahrnuti probandi bez významných hodnot zbytkového astigmatismu a nutnosti jeho korekce. Vzájemné vztahy parametrů popsané prostřednictvím korelačních koeficientů vypovídají o nízké negativní korelaci UNVA a AL ($r=-0,20$), avšak u krátkých očí pod 22,5 mm je negativní korelace střední výše ($r=0,36$), dále o nízké pozitivní korelaci hloubky přední komory s axiální délkou oka a také střední korelaci centrální optické mohutnosti rohovky pro průměrnou délku oka. Korelace pooperační hloubky přední komory má paradoxně střední pozitivní hodnotu ($r=0,27$), ale v rámci celého souboru probandů nemá významnější charakter.

V této studii nebyl jednoznačně potvrzen signifikantní vliv věku klienta, pooperační hloubky přední komory a implantovaný model IOL na optimální pooperační UNVA po implantaci monofokální IOL. Jako maximální axiální délka pro předpoklad optimální pooperační UNVA byla potvrzena hodnota 23,5 mm. Se snižující se axiální délkou (pod 22,5 mm) již existuje střední negativní korelace s pooperační UNVA. Byla stanovena slabá hodnota korelace UNVA a KC, přičemž střední pozitivní korelace obou parametrů byla nalezena pro kategorii průměrných AL.

6.1.5. Závěr

Závěrem mohu říci, že 53,28% očí s axiální délkou pod 22,5 mm mělo nekorigovanou zrakovou ostrost na blízko (UNVA) lepší než J.č. 0,5 a 70,49% všech hodnocených očí mělo UNVA lepší než J.č. 0,5. UDVA mělo 97,54% očí! Tím se naše výsledky blíží výsledkům očí s implantovanou MFIOL.

6.2. Efekt změny pohledového směru na nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL.

V předchozí práci jsme prokázali, že u očí s AL menší 22,5 mm byla UNVA 0,5 a lepší až 53,28% očí [35].

Zjistili jsme, že u takto krátkých očí znamená i malý axiální posun IOL směrem k rohovce, změnu UNVA.

Proto bylo i cílem další práce zjistit zda změnou pohledu oka dochází ke změně UNVA u klientů, kterým byla implantována monofokální IOL.

Do souboru bylo začleněno 121 očí 65 probandů, kterým byla provedena standardní operace katarakty s implantací monofokální IOL. Jednalo se o stejný soubor probandů jako v přechozí práci. Výběr probandů byl náhodný a to tak, jak přicházeli na kontrolu v období od ledna do března 2017. Minimální doba od operace byla jeden měsíc. 97,52% mělo UDVA 1,0. Zbylých 2,48% mělo zrakovou ostrost 0,8, přičemž žádná brýlová korekce jim tuto ostrost nezlepšila.

Vyšetření UNVA bylo provedeno při pohledu přímo a následně pohledem směrem k zemi při konstantní vzdálenosti.

K výpočtu optické mohutnosti IOL jsme použili vzorec SRK/T. Hodnota IOL byla vypočtena z výsledků keratometrie (autokeratometr KM 500 firmy NIDEK) a délky oka (OcuScanu firmy Alcon). Vyšetření prováděl vždy jeden a tentýž lékař.

Po operaci byla zjištěna zraková ostrost do dálky (pomocí ETDRS optotypů) a blízka (naturálně i s korekcí na tabulkách firmy Zeiss).

Hloubka přední komory oka byla po operaci změřena na přístroji OcuScan, firmy Alcon. Mohutnost rohovky v jejím centru a ose vidění (Anterior Segment Analyser Orbscan II, firmy Technolas). Délka oka pomocí optického biometru OA 1500 firmy Tomey. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 15.

6.2.1. Výsledky

Pomocí korelačních koeficientů jsme sledovali vztah keratometrie v centru (K_c), keratometrie v ose vidění (K_{VA}), hloubku přední komory (ACD).

V případě vertikálního postavení oka (směřovala osa vidění k podlaze) byla UNVA vyšší nebo stejná jako při horizontálním směru pohledu. Průměrná UNVA v horizontálním směru byla J. č. 0,508. Při vertikálním směru 0,555. V rámci celé skupiny jsme zjistili slabou korelaci mezi UNVA a K_c , K_{VA} a ACD. Největší změnu zrakové ostrosti jsme zaznamenali u očí kratších 22,5

mm ($p < 0.001$). Pak následovali od 22,5-23,5 mm ($p < 0.001$) a oči s AL větší 23,5 mm ($p < 0.001$).

AL < 22.5									
EYE	AL [mm]	IOL	UDVA	Addition [D]	ACD [mm]	K _C [D]	K _{VA} [D]	UNVA _H	UNVA _V
1	21.16	27.5 SA	0.80	2.00	3.90	44.68	44.95	0.40	0.50
2	21.28	26.5 SA	1.00	1.00	3.90	43.77	42.65	0.80	0.80
3	21.28	27.0 SA	1.00	1.50	4.00	46.05	45.33	0.50	0.60
4	21.43	23.0 SA	1.20	1.50	4.10	46.50	46.71	0.60	0.60
5	21.46	30.5 SA	1.00	1.00	3.40	42.15	41.68	0.80	0.80
6	21.47	23.0 SA	1.20	1.50	4.10	46.50	46.74	0.60	0.60
7	21.54	25.5 SA	1.20	0.00	3.80	44.86	45.46	1.00	1.00
8	21.64	24.5 SA	1.20	0.75	3.80	46.10	45.77	0.80	0.80
9	21.68	24.0 SA	1.20	0.75	3.80	46.10	45.84	0.80	0.80
10	21.75	26.0 SA	1.00	2.00	3.80	43.12	44.14	0.40	0.60
11	21.75	25.5 SA	1.00	2.00	3.80	42.00	43.00	0.40	0.60
12	21.80	24.5 SA	1.00	1.00	4.19	45.57	45.45	0.80	0.80
13	21.80	25.0 SA	1.00	1.00	4.19	44.67	45.06	0.80	0.80
14	21.80	27.0 SA	1.20	0.00	3.80	47.16	45.55	1.00	1.00
15	21.87	24.0 SA	1.20	1.50	3.50	45.20	45.67	0.50	0.50
16	21.87	24.5 SA	1.00	1.50	3.70	44.78	44.45	0.50	0.60
17	21.94	24.5 MA	1.00	2.00	3.30	45.91	44.76	0.30	0.40
18	21.95	24.0 SA	1.50	2.00	3.80	45.81	45.19	0.20	0.30
19	21.95	24.5 SA	1.00	1.50	3.50	45.00	44.81	0.40	0.40
20	21.96	24.0 SA	1.20	1.50	3.50	45.58	45.54	0.50	0.50
21	21.96	23.5 SA	1.50	2.00	3.90	45.64	45.93	0.20	0.30
22	21.99	25.0 SA	1.00	1.50	3.50	45.07	44.36	0.40	0.40
23	21.99	24.5 MA	1.00	2.00	3.50	45.70	44.47	0.30	0.40
24	22.12	26.5 SA	1.00	1.50	4.00	46.06	45.54	0.50	0.60
25	22.13	24.5 SA	1.00	1.50	3.50	44.84	44.53	0.50	0.60
26	22.14	22.0 SA	1.20	2.00	3.60	46.35	45.79	0.40	0.40

27	22.16	24.0 IQ	1.00	2.00	2.00	45.64	45.66	0.60	0.60
28	22.20	22.5 SA	1.20	2.00	3.80	45.93	46.25	0.50	0.60
29	22.22	25.0 IQ	1.20	2.25	4.20	44.00	44.01	0.30	0.30
30	22.28	22.0 SA	1.20	2.00	3.80	46.26	46.48	0.50	0.60
31	22.32	23.5 IQ	1.00	2.00	2.00	45.61	44.80	0.50	0.60
32	22.35	22.0 SA	1.00	1.50	3.60	45.94	46.52	0.60	0.60
33	22.38	24.5 SA	1.00	2.00	3.70	43.94	43.30	0.50	0.50
34	22.40	22.0 SA	1.00	1.50	3.70	45.28	45.11	0.60	0.60
35	22.42	24.5 IQ	1.20	2.25	3.60	44.27	44.38	0.30	0.30
36	22.46	24.0 SA	1.00	2.00	3.70	42.72	42.65	0.50	0.50
37	22.47	23.0 SA	1.20	1.50	4.20	44.45	44.80	0.30	0.40
AL 22.5 – 23.5									
EYE	AL [mm]	IOL	UDVA	Addition [D]	ACD [mm]	K _C [D]	K _{VA} [D]	UNVA _H	UNVA _V
38	22.51	23.0 SA	1.20	1.50	4.30	44.46	44.42	0.30	0.40
39	22.56	23.0 SN	1.00	2.00	3.27	42.50	45.34	0.50	0.50
40	22.58	23.0 SA	1.20	2.00	3.70	46.47	44.55	0.40	0.40
41	22.58	23.0 SA	1.00	1.00	3.40	47.90	47.48	0.80	0.80
42	22.64	23.0 SA	1.00	2.50	3.97	43.62	43.96	0.40	0.50
43	22.66	23.0 SA	1.00	1.00	3.80	46.48	44.41	0.80	0.80
44	22.70	22.0 SA	1.20	1.00	3.70	46.50	45.44	0.80	0.80
45	22.73	21.0 SA	1.00	1.00	4.20	46.56	46.78	0.60	0.80
46	22.74	26.5 IQ	1.20	1.50	3.80	41.24	40.46	0.40	0.50
47	22.80	22.0 SN	1.20	2.00	3.28	44.50	44.24	0.50	0.50
48	22.80	21.5 SA	1.20	1.00	3.80	45.14	46.19	0.80	0.80
49	22.81	22.5 SA	1.50	1.00	3.96	45.15	45.16	0.60	0.60
50	22.81	22.0 SA	1.50	1.00	3.80	44.36	44.44	0.60	0.60
51	22.81	21.5 SA	1.50	1.50	3.90	43.93	43.74	0.50	0.60
52	22.85	22.0 SA	1.00	2.50	3.90	42.15	41.15	0.40	0.50
53	22.87	20.0 SA	1.00	1.00	4.20	47.18	46.32	0.60	0.80
54	22.87	22.0 SA	1.20	1.50	4.30	42.81	42.44	0.50	0.60
55	22.92	21.5 IQ	1.50	1.00	4.00	45.12	44.66	0.60	0.60

56	22.94	22.0 MA	0.80	2.50	3.60	44.10	45.59	0.40	0.50
57	22.95	22.0 MA	0.80	2.50	3.70	45.60	45.69	0.40	0.50
58	22.96	22.0 SA	1.00	2.00	2.20	43.73	43.50	0.50	0.50
59	22.96	22.5 SA	1.00	2.50	3.80	45.19	43.50	0.50	0.60
60	22.98	22.0 SA	1.00	2.50	3.80	42.37	43.06	0.50	0.60
61	22.99	22.0 SA	1.00	2.00	4.00	45.96	45.71	0.50	0.50
62	23.00	21.5 SA	1.00	1.50	3.60	43.93	44.73	0.60	0.60
63	23.10	20.5 SA	1.00	2.00	3.80	44.65	44.57	0.50	0.50
64	23.10	22.5 MA	1.50	2.00	4.10	42.48	43.13	0.40	0.50
65	23.12	24.0 SA	1.50	1.50	4.10	40.82	40.93	0.60	0.60
66	23.17	21.5 SA	1.00	2.00	4.20	42.78	41.76	0.50	0.50
67	23.24	24.5 IQ	1.20	1.50	3.80	40.20	41.07	0.40	0.40
68	23.26	21.0 MA	1.00	2.00	4.20	45.66	44.75	0.60	0.60
69	23.29	21.0 MA	1.00	2.00	4.20	44.32	45.19	0.60	0.60
70	23.30	23.0 IQ	1.20	2.00	3.60	42.09	42.12	0.50	0.60
71	23.31	21.0 SA	1.50	1.50	3.80	43.90	43.45	0.50	0.60
72	23.32	23.0 IQ	1.00	2.00	3.60	43.09	43.29	0.50	0.60
73	23.35	20.0 MA	1.20	2.00	3.60	45.36	45.26	0.60	0.60
74	23.37	20.5 SA	1.20	1.50	3.70	43.54	44.35	0.50	0.50
75	23.40	21.5 SA	1.00	1.50	3.60	44.26	44.94	0.60	0.60
76	23.40	24.5 SA	1.50	1.50	4.10	41.62	42.64	0.60	0.60
77	23.40	23.0 SA	1.20	1.50	4.20	41.88	42.71	0.40	0.50
78	23.41	20.0 MA	1.20	2.00	3.90	44.45	45.69	0.50	0.60
79	23.41	20.5 MA	1.20	2.00	3.80	44.79	45.02	0.50	0.50
80	23.41	21.5 MA	1.20	2.25	3.90	43.94	41.59	0.50	0.50
81	23.42	21.5 MA	1.20	1.50	3.80	42.43	43.26	0.60	0.80
82	23.42	22.0 MA	1.20	2.25	3.90	42.29	43.29	0.40	0.40
83	23.44	20.5 SA	1.20	1.50	3.90	44.15	44.36	0.50	0.50
84	23.44	21.0 MA	1.20	2.25	3.80	43.44	43.37	0.50	0.50
85	23.48	20.5 SN	1.20	2.00	4.30	43.22	44.76	0.50	0.50
86	23.50	20.0 SN	1.20	2.00	4.40	44.90	45.30	0.50	0.50

87	23.50	21.5 MA	1.20	2.00	3.60	45.65	44.57	0.60	0.60
88	23.50	20.0 SA	1.20	2.00	4.00	43.62	43.51	0.30	0.30
89	23.50	20.0 SA	1.50	2.00	3.70	43.83	45.61	0.20	0.30
AL > 23.5									
EYE	AL [mm]	IOL	UDVA	Addition [D]	ACD [mm]	K _C [D]	K _{VA} [D]	UNVA _H	UNVA _V
90	23.51	21.5 MA	1.20	2.25	3.80	41.93	42.99	0.40	0.40
91	23.53	19.5 IQ	1.00	1.50	3.70	44.56	44.47	0.50	0.50
92	23.54	23.5 SA	1.20	1.50	3.70	40.92	41.41	0.60	0.80
93	23.55	21.5 SA	1.00	2.00	4.20	43.05	43.81	0.60	0.60
94	23.57	20.0 MA	1.20	2.00	3.90	44.22	44.57	0.50	0.50
95	23.58	20.5 SN	1.00	2.25	3.96	46.21	44.91	0.50	0.50
96	23.60	21.5 IQ	1.50	1.00	4.10	45.90	45.86	0.60	0.60
97	23.61	19.5 MA	1.00	2.25	4.10	45.13	45.66	0.20	0.30
98	23.63	18.5 IQ	1.00	1.50	3.80	45.43	45.99	0.50	0.50
99	23.66	20.0 MA	1.00	2.25	4.20	45.81	46.16	0.20	0.30
100	23.67	19.5 SN	1.00	2.25	4.00	43.54	44.85	0.50	0.50
101	23.69	18.5 MA	1.20	2.00	4.20	45.96	44.33	0.50	0.60
102	23.73	22.5 SA	1.20	1.50	3.80	42.53	42.05	0.60	0.80
103	23.74	21.0 MA	1.20	2.00	4.10	43.57	42.96	0.30	0.30
104	23.78	21.0 SA	1.00	2.00	4.20	41.24	44.98	0.50	0.60
105	23.81	20.5 MA	1.20	2.00	4.10	42.83	44.14	0.30	0.30
106	23.85	20.5 MA	1.20	1.50	3.80	43.19	43.56	0.60	0.80
107	23.88	22.5 SA	1.20	1.50	4.20	41.28	41.42	0.50	0.50
108	23.90	20.0 SA	1.00	2.00	3.90	46.56	45.50	0.50	0.60
109	23.90	20.0 SA	1.00	2.00	3.90	45.81	43.06	0.50	0.60
110	23.92	22.5 SA	1.20	1.50	4.10	41.04	41.07	0.50	0.50
111	23.97	22.0 SA	1.00	1.50	4.00	40.43	40.80	0.50	0.50
112	24.12	21.5 IQ	1.20	1.50	3.90	41.40	41.60	0.20	0.30
113	24.13	21.5 IQ	1.20	1.50	3.80	41.50	41.97	0.20	0.30
114	24.27	21.5 SA	1.00	1.50	3.90	40.68	41.15	0.50	0.50
115	24.35	17.5 MA	1.00	2.00	3.90	44.72	44.94	0.50	0.60

116	24.46	17.0 MA	1.50	2.00	3.90	44.84	44.91	0.60	0.80
117	24.65	22.0 MA	1.00	1.50	4.10	41.66	41.68	0.50	0.50
118	24.75	18.5 IQ	1.50	1.50	4.20	42.74	42.50	0.50	0.50
119	24.76	18.5 IQ	1.50	1.50	4.40	42.85	42.80	0.50	0.50
120	24.81	15.5 MA	1.20	2.50	4.00	44.71	45.81	0.60	0.60
121	24.83	22.0 MA	1.00	1.50	4.10	41.26	41.15	0.50	0.50

Tabulka 13 - Vstupní hodnoty a parametry

	průměrné hodnoty	průměrné hodnoty dle skupin axiálních délek		
	celého souboru	< 22.5	≤ 22.5 – 23.5 ≥	> 23.5
Počet [oči]	121	37	52	32
AL [mm]	22.96 ± 0.85	21.93 ± 0.36	23.09 ± 0.31	23.96 ± 0.43
ACD [mm]	3.83 ± 0.37	3.68 ± 0.47	3.84 ± 0.35	4.00 ± 0.17
K _C [D]	44.19 ± 1.73	45.11 ± 1.21	44.04 ± 1.65	43.36 ± 1.91
K _{VA} [D]	44.21 ± 1.58	44.96 ± 1.17	44.10 ± 1.55	43.53 ± 1.73

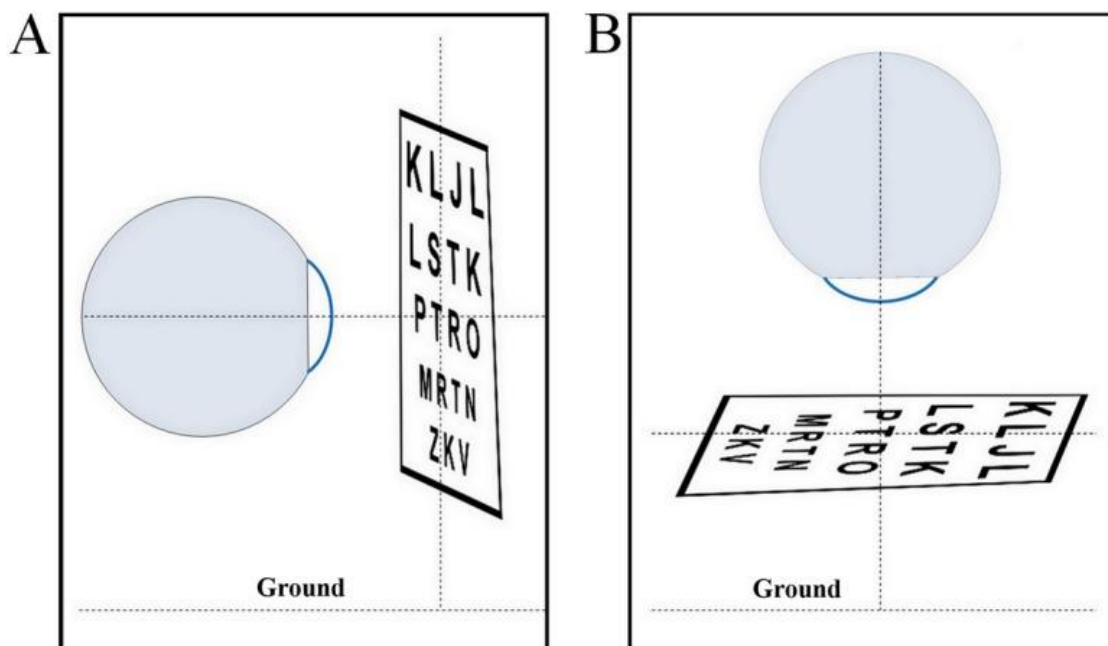
Tabulka 14 - Průměrné parametry vstupního souboru i po kategorizaci do skupin.

category		mean	St. Dev.	t	p
all AL	UNVA _H	0.51	0.15	-8.18	< 0.001
	UNVA _V	0.56	0.15		
AL _{<22.5}	UNVA _H	0.53	0.20	-4.62	< 0.001
	UNVA _V	0.58	0.18		
AL _{22.5-23.5}	UNVA _H	0.52	0.12	-5.25	< 0.001
	UNVA _V	0.56	0.12		
AL _{>23.5}	UNVA _H	0.47	0.13	-4.19	< 0.001
	UNVA _V	0.52	0.16		

Tabulka 15 - Průměrné hodnoty UNVAH a UNVAV

	ACD	K _C	K _{VA}	AL
celý soubor AL				
UNVA _H	-0.06	0.24	0.18	-0.21
UNVA _V	-0.04	0.22	0.17	-0.22
AL _{<22.5}				
UNVA _H	0.06	0.11	0.06	-0.39
UNVA _V	0.07	0.06	0.04	-0.45
AL _{22.5-23.5}				
UNVA _H	-0.09	0.45	0.34	-0.21
UNVA _V	0.01	0.42	0.33	-0.29
AL _{>23.5}				
UNVA _H	-0.11	0.03	-0.01	0.12
UNVA _V	-0.28	0.07	0.02	0.05

Tabulka 16 - Korelační koeficienty pro celý soubor a odlišné axiální délky



Obrázek 4 - Poloha oka v horizontálním směru (a) a ve vertikální m směru (b)

Pro porovnání zrakové ostrosti při horizontálním a vertikálním postavení oka byl pro celý soubor probandů použit párový t test (Paired t-test). Výsledky prokázaly, že v případě UNVA_H pro horizontální postavení oka jsou hodnoty nižší než v případě UNVA_V vertikálního postavení oka (Mean 0.51 vs. Mean 0.56, $p < 0.001$). Ve všech skupinách dle délky AL bylo dosaženo vždy vyšší nebo identické hodnoty UNVA_V než UNVA_H. Zlepšení vizu při UNVA_V bylo pozorováno u 40.2% očí. Nejnižší průměrná hodnota pro UNVA_H byla zaznamenána u očí s AL nad 23.5 mm. Nejvyšší průměrné hodnoty UNVA_V bylo dosaženo u krátkých očí (Mean 0.58, $p < 0.001$). Kompletní výsledné hodnoty uvádí Tabulka 15.

Hodnocení závislosti parametrů oka na UNVA_H a UNVA_V bylo realizováno prostřednictvím korelačních koeficientů (tabulka 16). Pro celý soubor jsme nenalezli významnější, než slabou hodnotu korelace. Pro oči s AL_{<22.5} jsme zaznamenali slabou negativní korelaci UNVA_H s AL ($r = -0.39$), ale pro AL a UNVA_V již střední negativní korelaci ($r = -0.45$). Ve skupině očí AL_{22.5-23.5} dosáhly významnějších pozitivních hodnot korelace parametry UNVA_H s K_C ($r = 0.45$) a s K_{VA} ($r = 0.34$), pro UNVA_V s K_C ($r = 0.42$) a s K_{VA} ($r = 0.33$). U axiálních délek AL_{>23.5} byla pouze slabá negativní korelace UNVA_V s ACD ($r = -0.28$).

6.2.2. Diskuse

Při pooperační diagnostice klientů s implantovanou monofokální IOL po standardní operaci katarakty je pozorována neočekávaně vysoká pooperační zraková ostrost do blízka. Vědecké studie se postupně pokoušely nalézt korelaci mezi parametry oka a tímto fenoménem za účelem jeho predikce. Velikost zornice a axiální délka oka nebyla u 84 klientů průkazně korelována s vizem do blízka, avšak průměr zornice menší než 2.6 mm a zároveň axiální délka pod 23 mm prokazovaly významnější vizus [37]. V předchozí studii jsme částečně podpořili tyto závěry, jelikož z našich dat vyplýval fakt, kdy se snižující se axiální délkou (pod 22.5 mm) již existovala střední negativní korelace s pooperační UNVA [35].

Souvislost věku a UNVA nebyla v našem souboru prokázána, na rozdíl od Hayashiho [19], který potvrzuje věk klienta jako negativní faktor pooperační amplitudy pseudoakomodace (korelační koeficient -0.49). Ve své studii však zahrnuje i klienty ve věku pod 40 let, přičemž v námi uváděném souboru klientů byly pouze tři klienti pod 60 let věku života. Relevantní hodnocení závislost na věku by vyžadovala větší věkový rozptyl. Dle Nanavatyho je významným faktorem korneální astigmatismus (proti pravidlu), který zvyšuje pravděpodobnost pseudoakomodace až desetkrát [44].

Statisticky nebyla prokázána významnější závislost parametru předoperační ACD, K_c ani K_{va} pro celý soubor probandů. Při porovnání rozdílné polohy čteného textu a postavení očí, jsme došli k závěru, že existuje pravděpodobnost zvýšení hodnoty vizu do blízka pro vertikální polohu ($UNVA_v$). Průměrné hodnoty prokazují zvýšení zrakové ostrosti do blízka u všech klientů, obzvláště však u klientů s axiální délkou oka pod 22.5 mm.

6.2.3. Závěr

U kratších očí (pod 22,5 mm) jsme prokázali i vyšší korelaci s UNVA při horizontálním pohledu i při změně pohledu směrem vertikálním. Domníváme se, že u krátkých očí, kde byla implantována IOL o vyšší optické mohutnosti, nám stejná hodnota jejího posunutí směrem k rohovce vyvolá vyšší myopii než u IOL s menší optickou mohutností.

6.3. Vliv čirých sférických IOL a žlutých asférických IOL na nekorigovanou zrakovou ostrost do blízka.

Chromatická aberace může také stimulovat pseudoakomodaci. SN60WF IOL by měla mít menší sférickou aberaci než konvenční sférické IOL, protože má asférický optický povrch. Kromě toho by měla mít sníženou pseudoakomodaci kvůli svému žlutému nádechu. Dalo by se tedy očekávat, že pseudoakomodace bude snížena v očích, které mají implantovány asferické nebo sférické žluté IOL ve srovnání s očima s implantovanými sféricky čirými IOL [50].

Proto byl dalším cílem práce porovnat UNVA u různých typů IOL pro různé AXL délky očí.

Žluté asférické čočky (SN) by měly mít nižší UNVA než čiré sférické (SA a MA). Proto jsem rozdělila IOL na tři skupiny: SA, MA a SN s cílem zjistit UNVA při jednotlivých axiálních délkách očí probandů (<22,5, >22,5 ale <23.5, >23.5). Soubor probandů byl shodný se souborem probandů uvedeným v první práci [35]. Souhrnné údaje jsem čerpala z Tabulky 13 a výsledky jsou uvedeny v Tabulce 17.

AL	do 22,5			22,5-23,5			nad 23,5		
VISUS	SA	MA	SN	SA	MA	SN	SA	MA	SN
0.2	3	0	0	0	0	0	0	2	2
0.3	2	2	2	1	0	0	0	2	0
0.4	5	1	0	4	2	2	0	2	2
0.5	9	0	1	21	3	4	4	6	2
0.6	4	0	1	7	4	2	2	3	0
0.8	5	0	1	4	2	0	0	0	0
1.0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
celkem	31	3	5	37	11	8	6	15	6
> 0,5 (%)	67	0	60	86,5	81	75	100	60	33

Tabulka 17 - Nekorigovaná zraková ostrost do blízka u jednotlivých typů IOL

Z tabulky vyplývá, že UNVA lepší než 0,5 se ve skupině očí kratších 22,5 mm vyskytovala u SA IOL v 67%, u SN v 60%. U očí střední délky UNVA lepší než 0,5 byla u SA IOL u 86,5%, MA u 81% a SN u 75% očí. U očí delších 23,54 mm byla UNVA u IOL SA u 100% očí, MA 60% a SN u 33% očí.

Chromatická aberace může také stimulovat pseudoakomodaci. SN60WF IOL by měla mít menší sférickou aberaci než konvenční sférické IOL, protože má asférický optický povrch. Kromě toho by měla mít sníženou pseudoakomodaci kvůli svému žlutému odstínu. Dalo by se tedy očekávat, že pseudoakomodace bude snížena v očích, které mají implantovány asferické nebo sférické žluté IOL ve srovnání s očima s implantovanými sféricky čirými IOL [50]. Nishi a spol. rovněž prokázali nižší pseudoakomodaci u žlutých asférických čoček ve srovnání se sférickými monofokálními IOL [47].

Podobné jsou i naše výsledky. Vzhledem k tomu, že se u jednotlivých délek oka nejedná o rovnoměrné zastoupení všech implantovaných IOL nelze tyto hodnoty brát jako 100% průkazné. Přesto i tato relativně malá čísla ukazují na výborné výsledky UNVA u všech typů použitých IOL.

6.4. Vliv šíře zornice na UNVA.

Do souboru jsme zařadili 14 žen průměrného věku 71,1 let (64 až 83 let) a 6 mužů průměrného věku 69,6 let (51 až 83 let). U všech byla zjištěna AL, UNVA v horizontální poloze oka a šířka zornice. Ta byla změřena pomocí fotografie oka ze vzdálenosti 40 cm při pohledu do dálky a pak do blízka. Jako měřidlo byly použity brýle s kalibrací ve vzdálenosti od oka 1,5 cm. Z rozdílu hodnot byla vypočtena delta změny.

Naměřené hodnoty:

ID	oko pravé					oko levé				
	AL [mm]	Ø zornice [mm]			UNVA	AL [mm]	Ø zornice [mm]			UNVA
		dálka	blízko	rozdíl			dálka	blízko	rozdíl	
F-1947	22.58	3.16	2.56	0.60	0.8	22.64	3.28	2.52	0.76	0.8
F-1947	22.32	2.96	2.58	0.38	0.5	22.16	3.02	2.66	0.36	0.6
M-1968	21.46	3.28	2.86	0.42	0.6	21.50	3.30	2.98	0.32	0.6
F-1945	21.80	3.66	3.44	0.22	0.6	21.80	3.86	3.66	0.20	0.6
M-1956	22.81	3.98	2.88	1.10	0.6	22.81	4.04	3.06	0.98	0.6
F-1955	23.37	3.90	3.70	0.20	0.4	23.49	3.95	3.60	0.35	0.4
M-1945	22.51	1.90	1.54	0.36	0.6	22.50	2.14	1.68	0.46	0.6
F-1954	23.50	4.68	4.14	0.54	0.3	23.30	4.72	4.22	0.50	0.2
M-1949	23.88	5.32	4.56	0.76	0.5	23.92	5.54	4.94	0.60	0.5
M-1942	23.32	3.56	2.26	1.30	0.5	23.30	4.06	2.50	1.56	0.5
F-1950	22.81	6.26	3.96	2.30	0.5	22.87	6.86	3.88	2.98	0.6
F-1953	21.16	4.70	3.84	0.86	0.8	21.28	4.72	4.40	0.32	1.0
F-1949	22.64	3.80	3.60	0.20	0.4	22.85	3.80	3.60	0.20	0.4

F-1947	22.04	4.08	2.12	1.96	0.8	22.87	4.32	3.46	0.86	0.6
M-1936	22.94	5.06	4.66	0.40	0.5	22.95	4.90	2.25	2.65	0.5
F-1946	23.06	4.00	3.74	0.26	0.6	22.92	4.34	3.94	0.40	0.6
F-1936	22.64	4.74	4.72	0.02	0.6	22.85	4.94	4.90	0.04	0.6
F-1948	21.75	4.00	3.95	0.05	0.4	21.75	4.00	3.95	0.05	0.4
F-1945	22.58	4.00	3.80	0.20	0.4	22.14	4.00	3.80	0.20	0.4
F-1948	22.40	3.95	3.90	0.05	0.6	22.30	3.96	3.90	0.06	0.6

Tabulka 18 - Souhrnné údaje o jednotlivých očích. AL – délka oka

Pearsonův korelační koeficient					
	UNVA	delta	Ø dálka	Ø blízko	axl
UNVA	1,00	0,13	-0,11	-0,23	-0,48
Delta	0,13	1,00	0,49	-0,30	0,22
Ø dálka	-0,11	0,49	1,00	0,69	0,31
Ø blízko	-0,23	-0,30	0,69	1,00	0,16
axl	-0,48	0,22	0,31	0,16	1,00

Tabulka 19 - Výsledné hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu

Velmi slabá korelace ($r=0,00-0,19$); slabá korelace ($r=0,20-0,39$); střední korelace ($r=0,40-0,59$), silná korelace ($r=0,60-0,79$), velmi silná korelace ($r=0,80-1,00$).

Z vypočtených hodnot jsem zjistila, že UNVA vykazala střední závislost s axiální délkou oka. Čím bylo oko kratší, tím byla i UNVA lepší. Velmi slabou korelaci prokázal vztah mezi UNVA a deltou změny šířky zornice. To znamená, že šířka zornice neměla při vidění do blízka významnou roli.

Vlivem šířky zornice se zabývali Zeng a spol., kteří provedli analýzu 124 očí s kataraktou, rozdělených do 3 skupin dle implantovaných IOL od firmy Alcon (monofokálních sférických, monofokálních asferických a multifokálních). Nejistili statisticky významnější rozdíly ve

zrakové ostrosti, průměru zornice a rohovkové aberace IOL korigovaných očí. Prokázali vyšší sférickou aberaci u multifokálních IOL oproti monofokálním IOL. U monofokálních IOL byla sférická aberace vyšší u sférických než asférických IOL. Kontrastní citlivost byla vyšší u monofokálních sférických IOL oproti multifokálním IOL (a to nejvíce v prostorových frekvencích 3, 6, 12 a 18). Ačkoli multifokální IOL mohou býti nápomocny k lepší zrakové ostrosti do blízka, narůstá u nich aberace vyšších řádů a negativně ovlivňují kontrastní citlivost oka pacienta. Asférické monofokální IOL snižují aberace a zlepšují kontrastní citlivost oproti multifokálním IOL. Závěrem zjistili, že multifokální IOL může poskytovat vidění do blízka ale může zvýšit aberace vyššího řádu a negativně ovlivnit citlivost na kontrast. Asférická IOL může snížit aberaci a zlepšit citlivost na kontrast ve srovnání s multifokální IOL [77].

Naše výsledky jsou ve shodě se závěry výše uvedené práce, že šíře zornice nemá zásadní vliv na UNVA.

7. Závěr

Když se vrátím ke stanoveným cílům práce, musím konstatovat, že byly všechny splněny.

1. Prvním bylo zjistit, jaký mají vliv na dobré zrakové funkce: délka oka, optická mohutnost rohovky, osa vidění, optická mohutnost implantované nitrooční čočky a hloubka přední komory oka?
2. Jaký vliv má na nekorigovanou zrakovou ostrost (UNVA) poloha oka vůči obrazu (horizontální versus vertikální)?
3. Ovlivňuje asféricita nitrooční čočky a její barevnost UNVA?
4. Jaký vliv na UNVA má nearteficiální velikost (šíře) pupily?

7.1. Ad cíl (1)

70,49% všech hodnocených očí mělo nekorigovanou zrakovou ostrost na blízko (UNVA) lepší než J.č. 0,5! UDVA 1,0 a lepší mělo 97,54% očí. Tyto výsledky se blíží výsledkům MF IOL. Vzhledem k tomu, že monofokální IOL nemají focké fenomény a další nežádoucí efekty, které patří k MF IOL, není nutné je za každou cenu nabízet klientům. Zvláště pak tím, kteří požadují vysoké nároky na zrakové funkce. Myopové, kteří nosí brýlovou korekci od mládí, požadují cca -2,5 dioptrie do dálky. Těmto klientům není nutno doporučovat MF IOL. Zůstává pak skupina emetropů, kteří mají AL mezi 22,5-23,5 mm. Naši klienti měli při použití IOL SA60AT a MA50BM UNVA lepší než 0,5 v 86%, resp. 81%. U očí nad 23,5 byla UNVA u SA60AT lepší 0,5 u 100%, u MA50BM u 60%. Viz Tabulka 8-11 a Graf 1 a 2.

7.2. Ad cíl (2)

Změnu v UNVA při změně pohledu jsem zaznamenali u očí všech různých axiálních délek ($p=0,001$). průměrně u všech očí z J.č. 0,51 na 0,56. Nejvyšší dosažené průměrné UNVA bylo ve vertikálním postavení u očí kratších 22,5 mm (J.č. = 0,58), pak u očí délky 22,5 až 23,5 (J.č. = 0,56) a u očí delších 23,5 mm (J.č. = 0,52).

U kratších očí (pod 22,5 mm) jsme prokázali i vyšší korelaci s UNVA při horizontálním pohledu ($r=0,39$) i při změně pohledu směrem vertikálním ($r=0,45$). Domnívám se, že u krátkých očí, kde byla implantována IOL o vyšší optické mohutnosti, nám stejná hodnota jejího

posunutí směrem k rohovce vyvolá vyšší myopii než u IOL s menší optickou mohutností. Viz. Tabulka 14-16.

7.3. Ad cíl (3)

Co se týče vlivu barevných (žluté) a asférických IOL zjistila jsem zhoršení UNVA oproti čirým sférickým IOL. UNVA lepší než 0,5 se ve skupině očí kratších 22,5 mm vyskytovala u SA IOL v 67%, u SN v 60% (rozdíl 7%). U očí střední délky byla UNVA lepší než 0,5 u SA IOL u 86,5%, MA u 81% a SN u 75% očí (průměrný rozdíl mezi SA a MA vůči SN 8,75%). U očí delších 23,54 mm byla UNVA u IOL SA u 100% očí, MA 60% a SN u 33% očí (průměrný rozdíl mezi SA a MA vůči SN byl 47%). Viz. Tabulka 17.

7.4. Ad cíl (4)

Co se týče vlivu šířky pupily na UNVA zjistila jsem, že šířka zornice neměla při vidění do blízka zásadní roli. Viz. Tabulka 19.

Vzhledem k těmto výsledkům a provedené rešerši mohu konstatovat, že multifokální IOL pro koncového klienta mohou vlivem fofických jevů negativně ovlivnit pooperační spokojenost s kvalitou vidění za různých světelných podmínek. Na základě našich výsledků jsou monofokální IOL z hlediska zrakové ostrosti velmi uspokojivé i v parametru zrakové ostrosti do blízka. Navíc mají výhodu, že jsou pro klienta plně hrazeny pojišťovnou.

V budoucnu bych ráda vyhodnotila i výskyt sekundárních katarakt u monofokálních IOL a výsledky pak porovnála s MF IOL. Pracoviště, ze kterého jsem čerpala údaje o operacích je v úzkém kontaktu s výrobcem dotčených IOL - firmou Alcon. Proto i výsledky mohou v budoucnu zlepšit vývoj IOL.

8. Rejstříky a seznamy

8.1. Literatura

1. Agresta B, Knorz MC, Kohnen T, Donatti C, Jackson D. Distance and near visual acuity improvement after implantation of multifocal intraocular lenses in cataract patients with presbyopia: a systematic review. *J Refract Surg.* 2012; 28: 426–435.
2. Alió JL, Piñero DP, Plaza-Puche AB, Chan MJ. Visual outcomes and optical performance of a monofocal intraocular lens and new-generation multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37: 241-250.
3. American Academy of Ophthalmology. *Lens and Cataract, 2011; Section 11, BCSC*
4. Artal P, Chen L, Fernandez EJ, Singer B, Manzanera S, Williams DR. Neural compensation for the eye's optical aberrations. *J Vis.* 2004; 16: 281–287.
5. Benjamin WJ. *Borish's Clinical Refraction, 2006, Elsevier, ISBN-13: 978-0-7506-7524-6*
6. Bettman JW. Apparent accommodation in aphakic eyes. *Am J Ophthalmol.* 1950; 33: 921–928.
7. Brožková M, Filipec M, Filipová L, Holubová A, Hlinomazová Z: Výsledky implantace trifokální torické čočky u pacientů s kataraktou. *Čes a Slov Oftal.* 2016; 72: 58–64.
8. Cillino S, Casuccio A, Di Pace F, et al. One-year outcomes with new-generation multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology.* 2008; 115: 1508-1516.
9. Cochener B, Fernández-Vega L, Alfonso JF, Maurel F, Meunier J, Berdeaux G. Spectacle independence and subjective satisfaction of ResTOR® multifocal intraocular lens after cataract or presbyopia surgery in two european countries, *Clin Ophthalmol.* 2010; 4: 81-89.
10. Cochener B, Lafuma A, Khoshnood B, Courouve L, Berdeaux G. Comparison of outcomes with multifocal intraocular lenses: a meta-analysis, *Clin Ophthalmol.* 2011; 5: 45-56.
11. Datiles MB & Gancayco T. Low myopia with low astigmatic correction gives cataract surgery patients good depth-of-focus. *Ophthalmology.* 1990;97:435–438.
12. Elliott SL, Hardy JL, Webster MA, Werner JS. Aging and blur adaptation. *J Vis.* 2007; 18: 1–9.

13. Filipec M. Katarakty nejsou jenom vodopády. *Vesmír*. 2005; 84: 96-99, ISSN 1214-4029
14. Fine H, Packer M, Hoffman S. *Refractive lens surgery*, 2005, Springer, ISBN-10 3-540-22716-4
15. Fůs M, Pitrová Š, Lešták J. Indukovaný rohovkový astigmatismus po operaci katarakty. Kongres Optometrie-Optika 2015, 19. 9. – 20. 9. 2015, Olomouc.
16. Haicl P, Boguszaková J, Havránek R, Šíbllová O. Kalkulace nitrooční čočky. *Cesk Oftalmol*. 1992; 48: 32-36.
17. Hardman Lea SJ, Rubinstein MP, Snead MP, Haworth SM. Pseudophakic accommodation? A study of the stability of capsular bag supported, one piece, rigid tripod, or soft flexible implants. *Br J Ophthalmol*. 1990; 74: 22–25.
18. Hardten R, Lindstrom RL, Davis EA. Phakic intraocular lenses, principles and practice. *Optometry and Vision Science*. 2004; s. 751, ISBN 1-55642-640-2
19. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Aging changes in apparent accommodation in eyes with a monofocal intraocular lens. *Am J Ophthalmol*. 2003; 135: 432-436.
20. Heissigerová J a kol. *Oftalmologie. Pro pregraduální i postgraduální přípravu*. Maxdorf 2018, s. 380, ISBN 978-80-7345-580-4.
21. Hockwin Bon O, Kojima M, Takahashi N, Sliney DH. *Progress in Lens and Cataract Research*, 2002, KARGER, ISBN 3–8055–7367–7
22. Huber C. Myopic astigmatism as a substitute for accommodation in pseudophakia. *Doc Ophthalmol*. 1981; 52: 123-178.
23. Chee SP, Yang Y, Ti SE. Clinical outcomes in the first two years of Femtosecond laser assisted Cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2015; 159: 714-719.
24. Izák M, Koláčny J, Šváčová H. Elektrická katarakta. *Cesk Oftalmol*. 1978; 34: 145-149.
25. Izák M. Extrakapsulárna extrakcia. Minulosť alebo budúcnosť chirurgie katarakty? *Cesk Oftalmol*. 1979; 35: 392-395.
26. Izák M. Nový model arteficiálnej vnútroočnej šošovky zo ZSSR. *Cesk Oftalmol*. 1990; 46: 53-62.
27. Jung GH, Kline DW. Resolution of blur in the older eye: neural compensation in addition to optics? *J Vis*. 2010; 10: 1–9.
28. Kelman CD. Phaco-emulsification and Aspiration. A Progress Report. *Am J Ophthalmol*. 1969; 67: 464-477.

29. Ken H, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Aging changes in apparent accommodation in eyes with a monofocal intraocular lens. *Am J Ophthalmol.* 2003; 135: 432–436.
30. Kohlen T, Koch DD. *Cataract and Refractive Surgery.* 2005, Springer Verlag, ISBN 3-540-20046-0
31. Koch DD, Samuelson SW, Haft EA & Merin LM. Pupillary size and responsiveness. Implications for selection of a bifocal intraocular lens. *Ophthalmology.* 1991; 98: 1030–1035.
32. Krwawicz T. Itracapsular extraction of intumescent cataracta by application of low temperature. *Br J Ophthalmol.* 1961; 45: 279-283.
33. Kuchynka P, Mazal Z, Studený P, Hamouz J. Standard pro diagnostiku a léčbu: Katarakta dospělých. *Česk Slov Oftalmol.* 2012; 68: 228-234.
34. Kuchynka P. a kol. *Oční lékařství, GRADA, 2016, s. 768, ISBN 978-80-247-5079-8*
35. Lešták J, Pitrová Š, Fůs M, Žáková M. The Uncorrected Near Visual Acuity after the Monofocal Intraocular Lens Implantation. *Cesk Slov Oftalmol.* 2017; 73: 127–133.
36. Leyland M, Zinicola E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; (3): CD003169.
37. Lim DH, Han JC, Kim MH, Chung ES, Chung TY. Factors Affecting Near Vision After Monofocal Intraocular Lens Implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2013; 29: 200–204.
38. Lister LJ, Suheimat M, Verkicharla PK, Mallen EA, Atchison DA. Influence of Gravity on Ocular Lens Position. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016; 57:1885-91. doi: 10.1167/iops.15-18533.
39. Marešová K, Mlčák P, Vlácil O: Výsledky operací katarakty s implantací Acrysof Restor SN6AD3. *Cesk Slov Oftalmol.* 2010; 66: 26–28.
40. Mon-Williams M, Tresilian JR, Strang NC, Kochhar P & Wann JP. Improving vision: neural compensation for optical defocus. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.* 1998; 265: 71-77.
41. Nakazawa M, Ohtsuki K. Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses. *Am J Ophthalmol.* 1983; 96: 435–438.
42. Nakazawa M, Ohtsuki K. Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chambre intraocular lenses: optical analysis *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1984;2 5: 1458-1460.

43. Nakazawa N, Ohtsuki K. Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 1996; 32: 291-294.
44. Nanavaty MA, Vasavada AR, Patel AS, Raj SM, Desai TH. Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32: 1091–1097.
45. Nanavaty MA, Spalton DJ, Boyce J, Saha S, Marshall J. Wavefront aberrations, depth of focus, and contrast sensitivity with aspheric and spherical intraocular lenses: fellow-eye study. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35: 663–671.
46. Nawa Y, Ueda T, Nakatsuka M, Tsuji H, Marutani H, Hara Y, Uozato H. Accommodation obtained per 1.0 mm forward movement of a posterior chamber intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2003; 29: 2069-2072.
47. Nishi T, Nawa Y, Ueda T, Masuda K, Taketani F, Hara Y. Effect of total higher-order aberrations on accommodation in pseudophakic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32: 1643–1649.
48. Olson RJ, Werner L, Mamalis N, Cionni R. New intraocular lens technology. *Am J Ophthalmol.* 2005; 140: 709–716,
49. Oshika T, Mimura T, Tanaka S, et al. Apparent accommodation and corneal wavefront aberration in pseudophakic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002; 43: 2882–2886.
50. Pandita D, Raj SM, Vasavada VA, Vasavada VA, Kazi NS, Vasavada AR. Contrast sensitivity and glare disability after implantation of AcrySof IQ Natural aspherical intraocular lens: prospective randomized masked clinical trial. *J Cataract Refract Surg.* 2007; 33: 603–610.
51. Patel R, Wang L, Koch DD, Yeu E. Pseudoaccommodation. *Int Ophthalmol Clin.* 2011; 51: 109-118.
52. Piers PA, Fernandez EJ, Manzanera S, Norrby S & Artal P. Adaptive optics simulation of intraocular lenses with modified spherical aberration. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004; 45: 4601–4610.
53. Post CT. Comparison of depth-of-focus and low-contrast acuities for monofocal versus multifocal intraocular lens patients. *Ophthalmology.* 1992; 99: 1658-1663.

54. Poulter E, Moschandreas J, Kontadakis G, Pallikaris IG, Plainis S. Effect of blur and subsequent adaptation on visual acuity using letter and Landolt C charts: differences between emmetropes and myopes. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2013; 33: 130-137.
55. Ridgway AEA. Intraocular lens implants.: Vol. 1, Visual Optics and Instrumentation (Charman WN, editor), Macmillan: Basingstoke, 1991; Ch 7, pp. 120–137, In: *Vision and Visual Dysfunction*
56. Ridley H. Late surgical results of use of the intraocular acrylic lens. *J Int Coll Surg.* 1956; 26: 335-241.
57. Ridley H. Intra-ocular acrylic lenses—past, present and future. *Trans Ophthalmol Soc U K.* 1964; 84: 5-14.
58. Roberts T, Lawless M, Sutton G, Hodge Ch. Update and clinical utility of the LenSx femtosecond laser in cataract surgery. *Clin Ophthalmol.* 2016; 17: 2021-2029.
59. Rosenfield M, Hong SE, George S. Blur adaptation in myopes. *Optom Vis Sci.* 2004; 81: 657–662.
60. Sawusch MR & Guyton DL. Optimal astigmatism to enhance depth of focus after cataract surgery. *Ophthalmology.* 1991; 98: 1025–1029.
61. Shah S, Peris-Martinez C, Reinhard T, Vinciguerra P. Visual outcomes after cataract surgery: Multifocal versus monofocal intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2015; 31: 658-666.
62. de Silva SR, Evans JR, Kirthi V, Ziaei M, Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 12: CD003169.
63. Steinert RF, Post CT, Brint SF et al. A prospective, randomized, double-masked comparison of a zonal-progressive multifocal intraocular lens and a monofocal intraocular lens. *Ophthalmology.* 1992; 99: 853–861.
64. Stock R, Thumé T, Paese G, Bonamigo L. Subjective evaluation of uncorrected vision in patients undergoing cataract surgery with (diffractive) multifocal lenses and monovision, *Clinical Ophthalmology.* 2017; 11: 1285-1290.
65. Strampelli B. Tolerance of acrylic lenses in the anterior chamber in aphakia and refraction disorders. *Ann Ophthalmol Clin Ocul.* 1954; 80: 75-82.

66. Tassignon MJ, Bartholomeeusen E, Rozema JJ, Jongenelen S, Mathysen DG. Feasibility of multifocal intra-ocular lens exchange and conversion to the bag-in-the-lens implantation. *Acta Ophthalmol.* 92; 2014: 256–259.
67. Tsorbatzoglou A, Németh G, Máth J, Berta A. Pseudophakic accommodation and pseudoaccommodation under physiological conditions measured with partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32: 1345–1350.
68. Tucker J, Rabie EP. Depth-of-focus of the pseudophakic eye. *Br J Physiol Opt.* 1980; 34: 12-21.
69. Urminský J, Rozsival P, Feuermannová A, Lorencová V, Jirásková N: Implantace multifokální nitrooční čočky. *Cesk Slov Oftalmol.* 2004; 60: 30–36.
70. Vanýsek J, Kvapilíková K. Časně i pozdní zkušenosti s intrakamerálními čočkami. *Cesk Oftalmol.* 1965; 21: 159-166.
71. Veliká V, Hejsek L, Raiskup F: Klinické výsledky implantace dvou typů multifokální rotačně asymetrické nitrooční čočky. *Cesk Slov Oftalmol.* 2017; 73: 3–12.
72. Vlková E, Kavan P, Preisová J. Porovnání předpokládané a skutečné refrakce oka po implantaci nitrooční čočky. *Cesk Oftalmol.* 1990; 46: 94-99.
73. de Vries NE, Webers CAB, Touwslager WRH, Bauer NJC, de Brabander J, Berendschot TT, Nuijts RMMA. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37: 859–865.
74. Wang H, Zhang Y, Guan J. Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 1996; 32: 291-294.
75. Wang B, Ciuffreda KJ & Vasudevan B. Effect of blur adaptation on blur sensitivity in myopes. *Vision Res.* 2006; 46: 3634–3641.
76. Wilkins MR, Allan BD, Rubin GS, Findl O, Hollick EJ, Bunce C, Xing W. Randomized trial of multifocal versus monovision after bilateral cataract surgery. *Ophthalmology.* 2013; 120: 2449-2455.
77. Zeng M, Liu Y, Liu X, Yuan Z, Luo L, Xia Y, Zeng Y. Aberration and contrast sensitivity comparison of aspherical and monofocal and multifocal intraocular lens eyes, *Clin Exp Ophthalmol.* 2007; 35: 355-360.

78. Zhang W, Sun K, Xie J, Luo S, Lu Q, Hong J, Huang Y. The observation of visual quality after the implantation of apodised diffractive multifocal intraocular lens. *Yan Ke Xue Bao*. 2007; 23: 79-83.

8.2. Vědecká a publikační činnost autorky

1. Žáková, M. et al. Effects of a change in the direction of view to near uncorrected visual acuity following implantation of monofocal intraocular lens. *Biomedical Reports*. 2019, 10(5), 271-276. ISSN 2049-9434. DOI 10.3892/br.2019.1203
2. Lešták, J. et al. Normotensive glaucoma. *Biomedical Papers*. 2018, 162(4), 272-275. ISSN 1213-8118. DOI 10.5507/bp.2018.039
3. Žáková, M. Focused on pupillometry. In: ŽÁKOVÁ, M. a J. NOVÁK, eds. *Optics and Optometry Forum 2018*. CIIRC, Prague, 2018-04-04. Praha: Czech Technical University in Prague, 2018. s. 27-28. ISBN 978-80-01-06392-7. *Optics and Optometry Forum 2018. [Konference] 2018*.
4. Žáková, M. a J. Novák, eds. *Optics and Optometry Forum 2018*. CIIRC, Prague, 2018-04-04. Praha: Czech Technical University in Prague, 2018. ISBN 978-80-01-06392-7.
5. Lešták, J., Š. Pitrová a M. Žáková. Rozdíl mezi „Ganglion cells complex“ a vrstvou nervových vláken ve stejné altitudinální polovině sítnice u hypertenzních a normotenzních glaukomů. *Česká a slovenská oftalmologie*. 2017, 73(5-6), 218-221. ISSN 1211-9059.
6. Lešták, J. et al. Nekorigovaná zraková ostrost do blízka po implantaci monofokální IOL. *Česká a slovenská oftalmologie*. 2017, 73(4), 127-133. ISSN 1211-9059.
7. Žáková, M.; Novák, J. Fórum optiky a optometrie 2017 studentská vědecká konference: 7. dubna 2017, Kladno, Kladno: FBMI ČVUT, 2017. 1. vol. 1. ISBN 978-80-01-06122-0
8. Palkovičová E., Žáková M. Keratokonus – diagnostika a metody řešení, 2017, 1, 23-26, Sborník Fórum optiky a optometrie 2017, ČVUT, ISBN 978-80-01-06122-0
9. Pekárek, M.; Žáková, M.; Novák, J. Řízení motorových vozidel z hlediska zrakových funkcí, *Jemná mechanika a optika*. 2017,(2), 53-56. ISSN 0447-6441
10. Pekárek, M. a M. Žáková. Visual Criteria for Driving. In: Beneš, P., S. Petrová a P. Veselý, eds. VIII. celostátní studentská konference optometrie a ortoptiky s mezinárodní účastí. VIII. Celostátní studentská konference optometrie a ortoptiky s mezinárodní účastí, Brno, 2017-10-19. Brno: Národní centrum ošetřovatelských a nelékařských zdravotnických oborů, 2017. s. 57-61. ISBN 978-80-7013-587-7.

11. Palkovičová, E. a M. Žáková. Keratokonus-diagnostika a metody řešení. In: Žáková, M. a J. Novák, eds. Fórum optiky a optometrie 2017 studentská vědecká konference : 7. dubna 2017, Kladno. Fórum optiky a optometrie 2017, FBMI ČVUT, 2017-04-07. Kladno: FBMI ČVUT, 2017. s. 23-26. 1. sv. 1. ISBN 978-80-01-06122-0.
12. Žáková, M. a J. Novák, eds. Fórum optiky a optometrie 2017 studentská vědecká konference : 7. dubna 2017, Kladno. FBMI ČVUT, 2017-04-07. Kladno: FBMI ČVUT, 2017. 1. sv. 1. ISBN 978-80-01-06122-0.
13. Novák, J.; Žáková, M. Novinky v oboru Optika a optometrie na FBMI ČVUT v roce 2015, Jemná mechanika a optika. 2016, 61(2), 58. ISSN 0447-6441
14. Žáková, M. Testování zraku řidičů, Pražská technika. 2016,(6), 27. ISSN 1213-5348
15. Žáková, M.; Novák, J. Optika a optometrie na ČVUT v roce 2015, Trendy v oční optice. 2016, 10-11
16. Žáková, M.; Novák, J. Novinky v oboru optika a optometrie na ČVUT v posledních dvou letech, Trendy v oční optice. 2015, 14-15
17. Žáková, M.; Novák, J. Inovace v oboru optika a optometrie na FBMI ČVUT, Česká oční optika. 2015, 56(1), 66-67. ISSN 1211-233X
18. Žáková, M.; Novák, J. Obor optika a optometrie na FBMI inovuje svoji tvář, Jemná mechanika a optika. 2015, 60(2), 57-58. ISSN 0447-6441

Autorka je vedoucí mnoha bakalářských prací a několika diplomových.

Autorka pravidelně přednáší na FBMI ČVUT, v The Vision Care Institute Praha, na optometristických kongresech v České republice, na kongresech Masarykovy Univerzity v Brně, účastní se výukových programů Erasmus +, kde přednáší pro zahraniční studenty.

Autorka je tvůrkyní posterů pro obor Optika a optometrie na FBMI ČVUT při reprezentačních akcích fakulty v ČR a zahraničí.

8.2.1. Nejvýznamnější uveřejněné publikace

BIOMEDICAL REPORTS 10: 273-276, 2019

Effects of a change in the direction of view to near uncorrected visual acuity following implantation of monofocal intraocular lens

MARKÉTA ŽÁKOVÁ¹, MARTIN FŮS^{1,2}, JÁN LEŠTÁK^{1,2} and ŠÁRKA PITROVÁ^{1,2}

¹CTU in Prague, Faculty of Biomedical Engineering, 272 01 Kládko 2;

²Eye Clinic JLFBMI CTU in Prague, 158 00 Prague 5, Czech Republic

Received January 24, 2019; Accepted March 13, 2019

DOI: 10.3892/br.2019.1203

Abstract. The objective of the present study was to evaluate the effect of the direction of view of the eye on the postoperative near visual acuity of patients with monofocal intraocular lens. A total of 121 eyes in which we performed conventional cataract surgery with implantation of a monofocal lens were included in the study group. The postoperative examination of near visual acuity was performed at two different positions of the eye at a constant distance from the reading table, with the assumption of improving visual acuity when looking perpendicularly to the plane of the floor. The mutual relation of the postoperative parameters central keratometry (K_c), keratometry in the visual axis (K_{VA}) and anterior chamber depth (ACD) for the single axial length ranges was determined using the correlation coefficients. In the case of vertical position of the eye (visual axis of the eye perpendicular to the floor), the uncorrected visual acuity following implantation of the monofocal lens was higher or equal compared to the horizontal position of the eye (visual axis of the eye parallel to the floor). The mean visual acuity at the horizontal position of the eye was 0.508 according to Jaeger's tables ($P < 0.001$); at the vertical position, the mean value was 0.555 ($P < 0.001$). Within the entire group, a weak association at best was observed between the postoperative parameters (K_c , K_{VA} and ACD) and subsequent near visual acuity. Different

dependence was found after categorising the group according to the axial length of the eye. In conclusion, the near visual acuity in eyes with an implanted monofocal lens for emmetropia to distance reached higher values at the vertical vs. horizontal position of the eyes. However, neither of the observed parameters (K_c , K_{VA} or ACD) can be unambiguously determined as decisive for the assumption of the described feature.

Introduction

In the framework of cataract surgery, a comfortable postoperative uncorrected distance visual acuity (UDVA) may be successfully achieved due to the development of modern biometric methods and calculation formulas. However, patients also require to be able to see a normal reading text without further correction, which has led to the development of multifocal or accommodation intraocular lenses (IOLs). The challenge of these models is the number of contraindications, risk of asthenopic problems caused by higher-order aberrations, as well as the additional required payment by the patient.

For pseudophakic eyes, in addition to the optimal UDVA, the optimal uncorrected near visual acuity (UNVA) may also be seen, although a monofocal IOL has been implanted. In a previous study (1) it was proven that optimal near visual acuity may be achieved even without targeted postoperative myopia in eyes with a short axial length (AL). For 30.33% of eyes with a UNVA of ≥ 0.6 , the AL was ≤ 23.5 mm, whereas even for a UNVA of 0.8, the AL was up to 22.5 mm. Theoretically, a significant role of the postoperative pseudo-accommodation amplitude in such eyes may be expected, particularly the effect of an axial shift of the IOL causing a reduction of the anterior chamber depth (ACD), which occurs even when the direction of view of the eye is changed. It was proven that a change in the position of the eye affects the ACD, albeit to a lesser extent than predicted (2). The hydrodynamic status in the eye is practically indefinable with regard to several influencing factors. However, the validity of Pascal's law is hypothesised, and due to the hydrostatic pressure under the influence of a small gravitational force, the shift of the IOL causes a slight myopia shift that likely confers an increase in near visual acuity.

The subject of the present study was a statistical evaluation of a change in the UNVA depending on the position of the text or a change of the direction of the eye, including an analysis of a mutual correlation of the individual eye parameters.

Correspondence to: Dr. Ján Lešták or Mrs. Markéta Žáková, CTU in Prague, Faculty of Biomedical Engineering, Sítňá sq. 3105, 272 01 Kládko 2, Czech Republic
E-mail: lestak@seznam.cz
E-mail: marketa.zakova@fbmi.cvut.cz

Abbreviations: ACD, anterior chamber depth; AL, axial length of the eye; IOL, intraocular lens; K_c , postoperative keratometry value-centre of the cornea; K_{VA} , postoperative keratometry value-visual axis of the cornea; UDVA, decimal value of uncorrected distance visual acuity; UNVA_H, decimal value of uncorrected near visual acuity in horizontal position; UNVA_V, decimal value of uncorrected near visual acuity in vertical position

Key words: near visual acuity, cataract surgery, post-ataract refraction, reading plane, monofocal intraocular lenses

Table I. Input values and parameters of the study.

A, AL <22.5 mm								
Eye no.	AL (mm)	IOL	UDVA	ACD (mm)	K _c (D)	K _{vA} (D)	UNVA ₀	UNVA ₀
1	21.16	27.5 SA	0.80	3.90	44.68	44.95	0.40	0.50
2	21.28	26.5 SA	1.00	3.90	43.77	42.65	0.80	0.80
3	21.28	27.0 SA	1.00	4.00	46.05	45.33	0.50	0.60
4	21.43	23.0 SA	1.20	4.10	46.50	46.71	0.60	0.60
5	21.46	30.5 SA	1.00	3.40	42.15	41.68	0.80	0.80
6	21.47	23.0 SA	1.20	4.10	46.50	46.74	0.60	0.60
7	21.54	25.5 SA	1.20	3.80	44.86	45.46	1.00	1.00
8	21.64	24.5 SA	1.20	3.80	46.10	45.77	0.80	0.80
9	21.68	24.0 SA	1.20	3.80	46.10	45.84	0.80	0.80
10	21.75	26.0 SA	1.00	3.80	43.12	44.14	0.40	0.60
11	21.75	25.5 SA	1.00	3.80	42.00	43.00	0.40	0.60
12	21.80	24.5 SA	1.00	4.19	45.57	45.45	0.80	0.80
13	21.80	25.0 SA	1.00	4.19	44.67	45.06	0.80	0.80
14	21.80	27.0 SA	1.20	3.80	47.16	45.55	1.00	1.00
15	21.87	24.0 SA	1.20	3.50	45.20	45.67	0.50	0.50
16	21.87	24.5 SA	1.00	3.70	44.78	44.45	0.50	0.60
17	21.94	24.5 MA	1.00	3.30	45.91	44.76	0.30	0.40
18	21.95	24.0 SA	1.50	3.80	45.81	45.19	0.20	0.30
19	21.95	24.5 SA	1.00	3.50	45.00	44.81	0.40	0.40
20	21.96	24.0 SA	1.20	3.50	45.58	45.54	0.50	0.50
21	21.96	23.5 SA	1.50	3.90	45.64	45.93	0.20	0.30
22	21.99	25.0 SA	1.00	3.50	45.07	44.36	0.40	0.40
23	21.99	24.5 MA	1.00	3.50	45.70	44.47	0.30	0.40
24	22.12	26.5 SA	1.00	4.00	46.06	45.54	0.50	0.60
25	22.13	24.5 SA	1.00	3.50	44.84	44.53	0.50	0.60
26	22.14	22.0 SA	1.20	3.60	46.35	45.79	0.40	0.40
27	22.16	24.0 IQ	1.00	2.00	45.64	45.66	0.60	0.60
28	22.20	22.5 SA	1.20	3.80	45.93	46.25	0.50	0.60
29	22.22	25.0 IQ	1.20	4.20	44.00	44.01	0.30	0.30
30	22.28	22.0 SA	1.20	3.80	46.26	46.48	0.50	0.60
31	22.32	23.5 IQ	1.00	2.00	45.61	44.80	0.50	0.60
32	22.35	22.0 SA	1.00	3.60	45.94	46.52	0.60	0.60
33	22.38	24.5 SA	1.00	3.70	43.94	43.30	0.50	0.50
34	22.40	22.0 SA	1.00	3.70	45.28	45.11	0.60	0.60
35	22.42	24.5 IQ	1.20	3.60	44.27	44.38	0.30	0.30
36	22.46	24.0 SA	1.00	3.70	42.72	42.65	0.50	0.50
37	22.47	23.0 SA	1.20	4.20	44.45	44.80	0.30	0.40
B, AL 22.5-23.5 mm								
Eye no.	AL (mm)	IOL	UDVA	ACD (mm)	K _c (D)	K _{vA} (D)	UNVA ₀	UNVA ₀
38	22.51	23.0 SA	1.20	4.30	44.46	44.42	0.30	0.40
39	22.56	23.0 SN	1.00	3.27	42.50	45.34	0.50	0.50
40	22.58	23.0 SA	1.20	3.70	46.47	44.55	0.40	0.40
41	22.58	23.0 SA	1.00	3.40	47.90	47.48	0.80	0.80
42	22.64	23.0 SA	1.00	3.97	43.62	43.96	0.40	0.50
43	22.66	23.0 SA	1.00	3.80	46.48	44.41	0.80	0.80
44	22.70	22.0 SA	1.20	3.70	46.50	45.44	0.80	0.80
45	22.73	21.0 SA	1.00	4.20	46.56	46.78	0.60	0.80

Table I. Continued.

B, AL 22.5-23.5 mm								
Eye no.	AL (mm)	IOL	UDVA	ACD (mm)	K _c (D)	K _{vax} (D)	UNVA ₀₁	UNVA ₀₂
46	22.74	26.51Q	1.20	3.80	41.24	40.46	0.40	0.50
47	22.80	22.0 SN	1.20	3.28	44.50	44.24	0.50	0.50
48	22.80	21.5 SA	1.20	3.80	45.14	46.19	0.80	0.80
49	22.81	22.5 SA	1.50	3.96	45.15	45.16	0.60	0.60
50	22.81	22.0 SA	1.50	3.80	44.36	44.44	0.60	0.60
51	22.81	21.5 SA	1.50	3.90	43.93	43.74	0.50	0.60
52	22.85	22.0 SA	1.00	3.90	42.15	41.15	0.40	0.50
53	22.87	20.0 SA	1.00	4.20	47.18	46.32	0.60	0.80
54	22.87	22.0 SA	1.20	4.30	42.81	42.44	0.50	0.60
55	22.92	21.51Q	1.50	4.00	45.12	44.66	0.60	0.60
56	22.94	22.0 MA	0.80	3.60	44.10	45.39	0.40	0.50
57	22.95	22.0 MA	0.80	3.70	45.60	45.69	0.40	0.50
58	22.96	22.0 SA	1.00	2.20	43.73	43.50	0.50	0.50
59	22.96	22.5 SA	1.00	3.80	45.19	43.50	0.50	0.60
60	22.98	22.0 SA	1.00	3.80	42.37	43.06	0.50	0.60
61	22.99	22.0 SA	1.00	4.00	45.96	45.71	0.50	0.50
62	23.00	21.5 SA	1.00	3.60	43.93	44.73	0.60	0.60
63	23.10	20.5 SA	1.00	3.80	44.65	44.57	0.50	0.50
64	23.10	22.5 MA	1.50	4.10	42.48	43.13	0.40	0.50
65	23.12	24.0 SA	1.50	4.10	40.82	40.93	0.60	0.60
66	23.17	21.5 SA	1.00	4.20	42.78	41.76	0.50	0.50
67	23.24	24.51Q	1.20	3.80	40.20	41.07	0.40	0.40
68	23.26	21.0 MA	1.00	4.20	45.66	44.75	0.60	0.60
69	23.29	21.0 MA	1.00	4.20	44.32	45.19	0.60	0.60
70	23.30	23.01Q	1.20	3.60	42.09	42.12	0.50	0.60
71	23.31	21.0 SA	1.50	3.80	43.90	43.45	0.50	0.60
72	23.32	23.01Q	1.00	3.60	43.09	43.29	0.50	0.60
73	23.35	20.0 MA	1.20	3.60	45.36	45.26	0.60	0.60
74	23.37	20.5 SA	1.20	3.70	43.54	44.35	0.50	0.50
75	23.40	21.5 SA	1.00	3.60	44.26	44.94	0.60	0.60
76	23.40	24.5 SA	1.50	4.10	41.62	42.64	0.60	0.60
77	23.40	23.0 SA	1.20	4.20	41.88	42.71	0.40	0.50
78	23.41	20.0 MA	1.20	3.90	44.45	45.69	0.50	0.60
79	23.41	20.5 MA	1.20	3.80	44.79	45.02	0.50	0.50
80	23.41	21.5 MA	1.20	3.90	43.94	41.59	0.50	0.50
81	23.42	21.5 MA	1.20	3.80	42.43	43.26	0.60	0.80
82	23.42	22.0 MA	1.20	3.90	42.29	43.29	0.40	0.40
83	23.44	20.5 SA	1.20	3.90	44.15	44.36	0.50	0.50
84	23.44	21.0 MA	1.20	3.80	43.44	43.37	0.50	0.50
85	23.48	20.5 SN	1.20	4.30	43.22	44.76	0.50	0.50
86	23.50	20.0 SN	1.20	4.40	44.90	45.30	0.50	0.50
87	23.50	21.5 MA	1.20	3.60	45.65	44.57	0.60	0.60
88	23.50	20.0 SA	1.20	4.00	43.62	43.51	0.30	0.30
89	23.50	20.0 SA	1.50	3.70	43.83	45.61	0.20	0.30
C, AL >23.5 mm								
Eye no.	AL (mm)	IOL	UDVA	ACD (mm)	K _c (D)	K _{vax} (D)	UNVA ₀₁	UNVA ₀₂
90	23.51	21.5 MA	1.20	3.80	41.93	42.99	0.40	0.40

Table I. Continued.

C, AL >23.5 mm								
Eye no.	AL (mm)	IOL	UDVA	ACD (mm)	K _C (D)	K _{VIA} (D)	UNVA _H	UNVA _V
91	23.53	19.5 IQ	1.00	3.70	44.56	44.47	0.50	0.50
92	23.54	23.5 SA	1.20	3.70	40.92	41.41	0.60	0.80
93	23.55	21.5 SA	1.00	4.20	43.05	43.81	0.60	0.60
94	23.57	20.0 MA	1.20	3.90	44.22	44.57	0.50	0.50
95	23.58	20.5 SN	1.00	3.96	46.21	44.91	0.50	0.50
96	23.60	21.5 IQ	1.50	4.10	45.90	45.86	0.60	0.60
97	23.61	19.5 MA	1.00	4.10	45.13	45.66	0.20	0.30
98	23.63	18.5 IQ	1.00	3.80	45.43	45.99	0.50	0.50
99	23.66	20.0 MA	1.00	4.20	45.81	46.16	0.20	0.30
100	23.67	19.5 SN	1.00	4.00	43.54	44.85	0.50	0.50
101	23.69	18.5 MA	1.20	4.20	45.96	44.33	0.50	0.60
102	23.73	22.5 SA	1.20	3.80	42.53	42.05	0.60	0.80
103	23.74	21.0 MA	1.20	4.10	43.57	42.96	0.30	0.30
104	23.78	21.0 SA	1.00	4.20	41.24	44.98	0.50	0.60
105	23.81	20.5 MA	1.20	4.10	42.83	44.14	0.30	0.30
106	23.85	20.5 MA	1.20	3.80	43.19	43.56	0.60	0.80
107	23.88	22.5 SA	1.20	4.20	41.28	41.42	0.50	0.50
108	23.90	20.0 SA	1.00	3.90	46.56	45.50	0.50	0.60
109	23.90	20.0 SA	1.00	3.90	45.81	43.06	0.50	0.60
110	23.92	22.5 SA	1.20	4.10	41.04	41.07	0.50	0.50
111	23.97	22.0 SA	1.00	4.00	40.43	40.80	0.50	0.50
112	24.12	21.5 IQ	1.20	3.90	41.40	41.60	0.20	0.30
113	24.13	21.5 IQ	1.20	3.80	41.50	41.97	0.20	0.30
114	24.27	21.5 SA	1.00	3.90	40.68	41.15	0.50	0.50
115	24.35	17.5 MA	1.00	3.90	44.72	44.94	0.50	0.60
116	24.46	17.0 MA	1.50	3.90	44.84	44.91	0.60	0.80
117	24.65	22.0 MA	1.00	4.10	41.66	41.68	0.50	0.50
118	24.75	18.5 IQ	1.50	4.20	42.74	42.50	0.50	0.50
119	24.76	18.5 IQ	1.50	4.40	42.85	42.80	0.50	0.50
120	24.81	15.5 MA	1.20	4.00	44.71	45.81	0.60	0.60
121	24.83	22.0 MA	1.00	4.10	41.26	41.15	0.50	0.50

AL, axial length of eye; IOL, intraocular lens - power and model (SA=SA60AT, MA=MA50BM, IQ=SN60WF IQ); UDVA, decimal value of uncorrected distance visual acuity; ACD, anterior chamber depth; K_C, postoperative keratometry value - centre of the cornea; K_{VIA}, postoperative keratometry value - visual axis of the cornea; UNVA_H, decimal value of uncorrected near visual acuity in the horizontal position; UNVA_V, decimal value of uncorrected near visual acuity in the vertical position.

Materials and methods

Study parameters. In total, 121 eyes were evaluated following surgery in 65 patients. Patients who underwent cataract surgery with implantation of a monofocal IOL were included in the study. The patient selection was performed randomly, depending on the time the patients came for the check-up examinations between January and March 2017. The surgery was performed by a single surgeon using an identical technique (phacemulsification using the initial incision of 2.2 mm), and the relation SRK/T was used to calculate the optical power of the IOL for emmetropy; the evaluation period was at least 1 month post-surgery. The following models of IOL were implanted: MA 50BM (58.68%

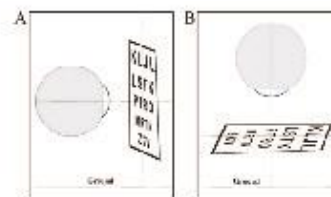


Figure 1. Demonstration of the position of the visual axes. (A) The viewing axis of the eye is parallel with the ground-UNVA_H; (B) the viewing axis of the eye is pointing towards the ground-UNVA_V. UNVA_H, decimal value of uncorrected near visual acuity in the horizontal position; UNVA_V, decimal value of uncorrected near visual acuity in the vertical position.

Table II. Mean parameters of the input group following categorization into the groups.

Parameters	Values of the whole group	Values based on the AL groups		
		<22.5	≤22.5-23.5	>23.5
Count (eyes)	121	37	52	32
AL (mm)	22.96±0.85	21.93±0.36	23.09±0.31	23.96±0.43
ACD (mm)	3.83±0.37	3.68±0.47	3.84±0.35	3.68±0.47
K _c (D)	44.19±1.73	45.11±1.21	44.04±1.65	43.36±1.91
K _{va} (D)	44.21±1.58	44.96±1.17	44.10±1.55	43.53±1.73

Values are presented as mean ± standard deviation. AL, axial length of eye; ACD, anterior chamber depth; K_c, postoperative keratometry value-centre of the cornea; K_{va}, postoperative keratometry value-visual axis of the cornea.

Table III. Mean values of UNVA_H and UNVA_V.

Category	Mean (mm)	SD	t	P-value
All AL				
UNVA _H	0.51	0.15	-8.18	<0.001
UNVA _V	0.56	0.15		
AL<22.5				
UNVA _H	0.53	0.20	-4.62	<0.001
UNVA _V	0.58	0.18		
AL<22.5-23.5				
UNVA _H	0.52	0.12	-5.25	<0.001
UNVA _V	0.56	0.12		
AL>23.5				
UNVA _H	0.47	0.13	-4.19	<0.001
UNVA _V	0.52	0.16		

AL, axial length of eye (different groups); UNVA_H, decimal value of uncorrected near visual acuity in the horizontal position; UNVA_V, decimal value of uncorrected near visual acuity in the vertical position; SD, standard deviation.

of eyes), SA60AT (23.14%), SN60WF (13.22%) and SN6ATx (4.96%). Only the postoperatively emmetropic eyes among the eyes examined were included, with 97.52% of the eyes achieving a vision of 1.0 or better (the remaining 2.48% of the eyes achieved a vision of 0.8, whereas no correction improved the vision). Input data for the study are summarised in Table I.

The evaluated postoperative parameters included the topography values (Anterior Segment Analyser Orbscan II) for optical power in the central part of the cornea (KC), as well as in the visual axis (KVA), anterior chamber depth (ACD; OcuScan biometer) and eye axial length (AL; OcuScan biometer).

To determine the near vision values, each eye was examined separately using the Jäeger table ZEISS at a distance of 40 cm and its perpendicular position relative to the eye viewing axis. First, the value of the least read text was recorded at the horizontal position of the eye (UNVA_H, viewing axis of the eye parallel with the floor) and subsequently at the vertical position (UNVA_V, viewing axis of the eye perpendicular to the floor). Demonstration of the position of the mutual axes is shown on

Table IV. Correlation coefficients for the whole group and different ALs.

AL (mm)	Variables			
	ACD	K _c	K _{va}	AL
Whole group				
UNVA _H	-0.06	0.24	0.18	-0.21
UNVA _V	-0.04	0.22	0.17	-0.22
<22.5				
UNVA _H	0.06	0.11	0.06	-0.39
UNVA _V	0.07	0.06	0.04	-0.45
22.5-23.5				
UNVA _H	-0.09	0.45	0.34	-0.21
UNVA _V	0.01	0.42	0.33	-0.29
>23.5				
UNVA _H	-0.11	0.03	-0.01	0.12
UNVA _V	-0.28	0.07	0.02	0.05

AL, axial length of eye; ACD, anterior chamber depth; K_c, postoperative keratometry value-centre of the cornea; K_{va}, postoperative keratometry value-visual axis of the cornea; UNVA_H, decimal value of uncorrected near visual acuity in the horizontal position; UNVA_V, decimal value of uncorrected near visual acuity in the vertical position.

Fig. 1. The observed parameters were evaluated for the whole group of patients, but also following categorisation of the group into three cohorts according to the AL: The group of short eyes (AL<22.5) included eyes up to 22.5 mm, AL 22.5-23.5 mm was identified as the group of normal eyes (AL<22.5-23.5) and the cohort of long eyes had a nAL >23.5 mm (AL>23.5).

Results

Mean parameters of the input group following categorization. The mean age of the group was 71 years. The mean parameter values of the eyes included in the study are presented in Table II.

Mean values of UNVA_H and UNVA_V. The paired t-test was used to compare visual acuity at the horizontal and vertical

position of the eye for the whole group of patients. The results revealed that, in the case of UNVA_H for the horizontal position of the eye, the values were lower compared with UNVA_V for the vertical position of the eye (mean 0.51 vs. 0.56, respectively; $P < 0.001$). A higher or identical UNVA_V value compared with UNVA_H was always achieved in all groups based on the AL. Visual improvement in UNVA_V was observed in 40.2% of the eyes. The lowest mean value for the UNVA_H was recorded in eyes with an AL ≥ 3.5 mm. The highest mean value for the UNVA_V was achieved in short eyes (mean 0.58; $P < 0.001$). The complete values are summarised in Table III.

Correlation coefficients. Evaluation of the association of the eye parameters for UNVA_H and UNVA_V was performed using correlation coefficients (Table IV). We did not identify a more significant than weak correlation value for the whole group. For the AL_{-22.5-27.4} group, we observed a weak negative correlation of the UNVA_H with AL (-0.39), but a moderate negative correlation was observed for AL and UNVA_V (-0.45). In the AL_{-22.5-27.4} group of eyes, the positive correlation of the UNVA_H with K_C (0.45) and K_{V_A} (0.34), and of UNVA_V with K_C (0.42) and K_{V_A} (0.33), was found to be more significant. For eyes with an AL ≥ 3.5 mm there was only a weak negative correlation of UNVA_V with ACD (-0.28).

Discussion

During the postoperative evaluation of patients with implanted monofocal IOL following standard cataract surgery, an unexpectedly high postoperative near visual acuity was observed. To predict this effect, scientific studies have gradually attempted to identify a correlation between eye parameters and this phenomenon. The pupil size and AL were not conclusively found to be correlated with near vision in 84 patients. However, a pupil diameter < 2.6 mm along with AL < 23 mm demonstrated better near visual acuity (3). Our previous study partially supports these conclusions, as our data revealed a moderate negative correlation of the postoperative UNVA with a decreasing AL (< 22.5 mm) (1).

Association of age with UNVA was not proven in the present study, whereas Hayashi *et al* (4) confirmed that patient age is a negative factor affecting the postoperative amplitude of pseudo-accommodation (correlation coefficient of -0.49); however, that study also included patients aged < 40 years, while only 3 patients were < 60 years of age in the present study. A relevant assessment of the dependence on age would require a higher age range. According to Nainavaty *et al* (5), corneal astigmatism (against the rule) is a significant factor that increases the possibility of pseudo-accommodation up to 10-fold.

A more statistically significant dependence on preoperative ACD, K_C or K_{V_A} for the whole group of patients was not observed. When comparing different positions of the read text and the position of the eyes, there was a probability of increasing the value of the near vision for the vertical position (UNVA_V). The mean values show an increase of near visual acuity in all patients, particularly those with an AL < 22.5 mm. It is believed that, in short eyes with an implanted IOL of higher optical power, the same value of its displacement towards the cornea will cause a higher myopia compared with an IOL that of lower optical power.

Acknowledgements

The authors would like to thank the entire staff of the Eye Clinic JL FBMI CTU in Prague for their cooperation in this study.

Funding

No funding was received.

Availability of data and materials

The input data for the study are summarised in Table I and do not include any direct or indirect identifiers. The datasets generated and analysed in the present study are available from the corresponding author on reasonable request.

Author's contributions

MZ conceived, designed and performed the data analysis of this study. MF and JL coordinated preoperative and postoperative examinations of the eyes and made general revisions. SP performed cataract surgery in all the patients and made general revisions of study. All the authors have read and approved the final version of this manuscript for publication.

Ethics approval and consent to participate

All patients included in the present study provided written informed to participate, and the study protocol conformed to the principles outlined in the Declaration of Helsinki under approval from the ethic committee of JL Clinic FBMI CTU in Prague.

Patient consent to publication

All patients consented to disclose their postoperative condition, visual acuity and eye parameters to be published in the present study.

Competing interests

The authors state that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

References

- Lešták J, Pítrová Š, Pihl M and Žáková M: The Uncorrected Near Visual Acuity after the Monofocal Intraocular Lens Implantation. *Cesk Slov Ophthalmol* 73: 127-133, 2017 (in Czech).
- Lister LJ, Subcin M, Verkicharla PK, Mallen EA and Atchison DA: Influence of Gravity on Ocular Lens Position. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 57: 1885-1891, 2016.
- Lim DH, Han JC, Kim MH, Chung ES and Chung TY: Factors affecting near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 29: 200-204, 2013.
- Hayashi K, Hayashi H, Nalao F and Hayashi P: Aging changes in apparent accommodation in eyes with a monofocal intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 135: 432-436, 2003.
- Nainavaty MA, Vasavada AR, Patel AS, Raj SM and Desai TH: Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 32: 1091-1097, 2006.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license.

NEKORIGOVANÁ ZRAKOVÁ OSTROST DO BLÍZKA PO IMPLANTACI MONOFOKÁLNÍ IOL

SOUHRN

Cílem studie bylo retrospektivně zhodnotit vybrané parametry ovlivňující pooperační vztus do blíзка v souboru pseudofakických očí pacientů s nekorigovaným vztus do dálky (UDVA) a na základě získaných výsledků stanovit ty, které nejvíce ovlivnily dobrou nekorigovanou zrakovou ostrost do blíзка (UNVA) po implantaci monofokální IOL. Cílem bylo sledovat 122 pseudofakických očí 65 pacientů, přičemž u 57 z nich byly operovány obě oči. Hodnocena ostrost zrakové ostrosti pro trojici skupin operovaných očí kategorizovaných dle stěže jního parametru – axiální délky oka (krátká, průměrná, dlouhá). U každé skupiny byly stanoveny průměrné parametry (věk, axiální délka, keratometrie i hloubka přední komory) a relativní ostrost pooperační zrakové ostrosti do blíзка bez korekce na konvektivně využívaných čtecích tabulkách. Vyšetření vztus do blíзка bylo pro každé oko zvlášť prováděno v jeho horizontální poloze pomocí tabulky Zeiss. Studie nepotvrdila žádnou závislost pooperačního vztus do blíзка na věku pacienta, hloubce přední komory a ani implantovaném modelu IOL. Potvrzen byl předpoklad optimálního vztus do blíзка pro oči s axiální délkou kratší než 23,5 mm, přičemž byla mezi oběma parametry nalezena slabá negativní korelace. Naopak zjištěna střední pozitivní korelace mezi nekorigovanou ostrostí do blíзка a centrální optickou mohutností rohovky u očí s axiální délkou 22,5–23,5 mm.

Studie potvrdila, že vyšší hodnoty centrální optické mohutnosti rohovky a horní hranice axiální délky oka do 23,5 mm jsou předpokladem optimálního pooperačního nekorigované zrakové ostrosti do blíзка po implantaci monofokální IOL.

klíčová slova: nekorigovaný pooperační vztus do blíзка (UNVA), monofokální IOL, pseudoakomodace

SUMMARY

THE UNCORRECTED NEAR VISUAL ACUITY AFTER THE MONOFOCAL INTRAOCULAR LENS IMPLANTATION

Aim of the study was to evaluate retrospectively selected parameters, which influence the postoperative near visual acuity in a group of pseudophakic eyes of patients with Uncorrected Distance Visual Acuity (UDVA) and according to acquired results establish those, which mostly influenced good Uncorrected Near Visual Acuity (UNVA) after the implantation of monofocal IntraOcular lens (IOL). Altogether, 122 pseudophakic eyes of 65 patients were followed up, out of them in 57 patients both eyes were operated on. The frequency of visual acuity for three groups of operated eyes categorized according to the crucial parameter – eye's axial length (short, average, long) was evaluated. In each of groups, the average parameters (age, axial length, keratometry, and depth of the anterior chamber) were established, as well as relative frequency of postoperative uncorrected near visual acuity on conventionally used reading tables. The near visual acuity assessment for each eye separately was performed in its horizontal position using the Zeiss table. The study did not confirm positive correlation of postoperative near visual acuity on the age of the patient, depth of the anterior chamber, nor the implanted IOL type. It was confirmed the presumption of optimal near visual acuity for eyes with axial length shorter than 23.5 mm, and in the process, between both parameters slightly negative correlation was found. On the other hand, middle positive correlation between uncorrected near visual acuity and central corneal power (in dioptres) in eyes with the axial length 22.5 – 23.5 mm was found.

The study confirmed, that higher values of the central corneal power (in dioptres) and the higher borderline value of the axial length up to 23.5 mm are the condition for optimal postoperative uncorrected near visual acuity after the implantation of monofocal intraocular lens.

Key words: Uncorrected Near Visual Acuity (UNVA), monofocal intraocular lens, pseudoaccommodation

Článek v časopise *Oftalmologie*, 73, 2017, No. 4, p. 127–133

ÚVOD

Vzhledem k vývoji vzorců vyšších generací lze spolehlivě kalkulovat vhodnou optickou mohutnost nitrooční čočky (IOL) pro dosažení pooperačního vztus do dálky. Zraková

ostrost zůstává stěžejním kritériem úspěšnosti operačního zákroku a požadavek komfortního vztus do dálky i blíзка bez další brýlové korekce vyústil ve vývoj multifokálních a akomodčních IOL. Úskalím těchto modelů je vysoká finanční náročnost a u mnohých pacientů pozorované asteno-pické

Lešták J.^{1,2}, Pítrová Š.¹, Fáb M.¹,
Žáková M.²

¹Oční klinika JL FBMi ČVUT Praha
²FBMi ČVUT Praha

Autoři práce prohlašují, že vznik této práce nebyl financován žádnou firmou a je to výsledek jejich vlastní práce. Žádnou firmou nebyla poskytnuta žádná podpora.



Do redakce doručeno dne: 8. 8. 2017
Do tisku přijato dne: 20. 10. 2017

Doc. MUDr. Jan Lešták, CSc., MBA, FEBO
Oční klinika JL, Fakulta biomedicínské a inženýrské
Vědecký ústav ČVUT Praha
V Hůrkách 10
158 00 Praha 5 - Nové Butovice
E-mail: lestak@seznam.cz

potiže způsobené aberacemi vyšších řádů [9, 8]). U některých ne mocných s pseudofakilií byl zjištěn velmi dobrý nekorigovaný vize nejen do dálky (UDVA), ale i do blízka (UNVA) po implantaci monofokální IOL. Teoreticky lze u takovýchto očí předpokládat významnou roli pseudofakio modální amplitudy a schopnosti axiálního shiftu IOL. Mezi faktory mající vliv na pooperační vize do blízka patří věk, astigmatismus, velikost zornice, axiální délka oka, axiální posun IOL, centrální optická mohutnost rohovky a aberace [2]).

Cílem studie bylo retrospektivně zhodnotit vybrané parametry ovlivňující pooperační vize do blízka v souboru pseudofakických očí pacientů s UDVA a na základě získaných výsledků stanovit ty, které nejvíce ovlivnily dobru UNVA po implantaci monofokální IOL.

METODIKA A SOUBOR

Do studie byli zařazeni pacienti operovaní pro kataraktu s implantací monofokální IOL. Operaci prováděl jediný chirurg (ŠP) identickou technikou (fakoektomií kace vstupní incizí 2,2 mm s předkládání indukovaného astigmatismu 0,50 D), hodnotící období bylo v rozmezí od 4 do 130 měsíců po operaci. UDVA operovaných očí dosahovala minimální hodnoty

0,8. K výpočtu optické mohutnosti IOL pro emetropii bylo využito vztahu SRK/T. Celkem bylo sledováno 122 operovaných očí 65 pacientů, přičemž u 57 z nich byly operovány obě oči.

Mezi sledované předoperační parametry byla zařazena průměrná keratometrie rohovky [K] (auto keratometr NIDEK KM 500) a axiální délka oka [AL] (OA 1000 – Tomey). Hodnocené pooperační parametry zahrnovaly centrální optickou mohutnost rohovky [KC] (Anterior Segment Analyser Orbscan II – Technolas), hloubku přední komory [AC] (Ocuscan – Alcon), věk pacienta [AGE], vize do blízka bez korekce [UNVA] a s korekcí dané optické mohutnosti [RCORR]. Pro stanovení hodnot vize do dálky byly pro každé oko zvlášť použity ETRIS optotypy. Vyšetření vize do blízka bylo pro každé oko zvlášť prováděno při jeho horizontální poloze pomocí tabulky Zeiss. Vyhodnocením získaných výsledků u výše uvedených předoperačních a pooperačních parametrů byl stanoven jejich vliv na UNVA po implantaci monofokální IOL.

VÝSLEDKY

Veškerá výchozí data jsou uvedena v tabulce 1. Vzhledem k povaze dat byla jejich statistická interpretace realizována

Tab. 1 Vstupní data sledované ho souboru operovaných očí

SEX/ věk	K [D]	KC [D]	AL [mm]	AC [mm]	IOL [D]	UDVA	UNVA	RCORR [D]
F/1938	44,50	44,50	22,80	3,28	22,0 SINGAT	1,00	0,50	2,00
	44,50	42,50	22,56	3,27	23,0 SINGAT	1,00	0,50	2,00
F/1946	44,00	45,90	23,60	4,10	21,5 SINGOWF	1,50	0,60	1,00
	45,25	45,12	22,92	4,00	21,5 SINGOWF	1,50	0,60	1,00
F/1947	44,50	45,61	22,32	3,80	23,5 SINGOWF	1,00	0,50	2,00
	45,50	45,64	22,16	3,80	24,0 SINGOWF	1,00	0,60	2,00
F/1953	43,25	42,72	22,46	3,70	24,0 SINGOAT	1,00	0,50	2,00
	43,25	43,94	22,38	3,70	24,5 SINGOAT	1,00	0,50	2,00
M/1936	43,75	44,10	22,94	3,60	22,0 MASOBBM	0,80	0,40	2,50
	44,25	45,60	22,95	3,70	22,0 MASOBBM	0,80	0,40	2,50
F/1940	43,25	44,00	22,22	4,20	25,0 SINGOWF	1,20	0,30	2,25
	43,00	44,27	22,42	3,60	24,5 SINGOWF	1,20	0,30	2,25
M/1968	41,00	42,15	21,46	3,40	30,5 SINGOAT	1,00	0,80	1,00
F/1945	45,25	45,57	21,81	4,10	24,5 SINGOAT	1,00	0,80	1,00
	44,75	44,67	21,80	4,10	25,0 SINGOAT	1,00	0,80	1,00
M/1956	43,75	45,15	22,81	3,90	22,5 SINGOAT	1,50	0,60	1,00
	44,00	44,36	22,81	3,80	22,0 SINGOAT	1,50	0,60	1,00
F/1943	45,75	45,93	22,20	3,80	22,5 SINGOAT	1,20	0,50	2,00
	45,75	46,26	22,28	3,80	22,0 SINGOAT	1,20	0,50	2,00
F/1947	45,50	46,56	22,73	4,20	21,0 SINGOAT	1,00	0,60	1,00
	45,75	47,18	22,87	4,20	20,0 SINGOAT	1,00	0,60	1,00
M/1935	43,50	43,73	22,96	2,20	22,0 SINGOAT	1,00	0,50	2,00
	43,75	45,96	22,99	4,00	22,0 SINGOAT	1,00	0,50	2,00
F/1940	45,00	45,20	21,87	3,50	24,0 SINGOAT	1,20	0,50	1,50
	45,00	45,58	21,96	3,50	24,0 SINGOAT	1,20	0,50	1,50
F/1953	44,50	44,68	21,16	3,90	27,5 SINGOAT	0,80	0,40	2,00
	44,75	43,77	21,28	3,90	26,5 SINGOAT	1,00	0,80	1,00

Pokračování tab. 1 Vstupní data sledovaného souboru operovaných očí

F/1952	45,25	45,64	21,96	3,90	23,5 S A6 OAT	1,50	0,20	2,00
	45,00	45,81	21,95	3,80	24,0 S A6 OAT	1,50	0,20	2,00
F/1943	44,75	44,86	21,54	3,80	25,5 S A6 OAT	1,20	1,00	0,00
	45,00	47,16	21,80	3,80	27,0 S A6 OAT	1,20	1,00	0,00
F/1948	45,75	46,10	21,68	3,80	24,0 S A6 OAT	1,20	0,80	0,75
	45,50	46,10	21,64	3,80	24,5 S A6 OAT	1,20	0,80	0,75
F/1950	44,50	43,93	22,81	3,90	21,5 S A6 OAT	1,50	0,50	1,00
F/1947	43,00	42,81	22,87	4,30	22,0 S A6 OAT	1,20	0,50	1,50
F/1941	47,50	46,50	21,47	4,10	23,0 S A6 OAT	1,20	0,60	1,50
	47,50	46,50	21,43	4,10	23,0 S A6 OAT	1,20	0,60	1,50
F/1945	43,50	43,62	22,64	3,90	23,0 S A6 OAT	1,00	0,40	2,50
	43,75	42,15	22,85	3,90	22,0 S A6 OAT	1,00	0,40	2,50
F/1954	44,50	46,05	21,28	4,00	27,0 S A6 OAT	1,00	0,50	1,50
	45,50	46,06	21,12	4,00	26,5 S A6 OAT	1,00	0,50	1,50
F/1942	45,75	45,28	22,40	3,70	22,0 S A6 OAT	1,00	0,60	1,50
	45,75	45,94	22,35	3,60	22,0 S A6 OAT	1,00	0,60	1,50
M/1943	44,00	46,47	22,58	3,60	23,0 S A6 OAT	1,20	0,40	2,00
	46,00	46,35	22,14	3,60	22,0 S A6 OAT	1,20	0,40	2,00
F/1948	44,00	45,07	21,99	3,50	25,0 S A6 OAT	1,00	0,40	1,50
	44,25	45,00	21,95	3,50	24,5 S A6 OAT	1,00	0,40	1,50
F/1941	44,00	47,90	22,58	3,40	23,0 S A6 OAT	1,00	0,80	1,00
	43,75	46,48	22,66	3,80	23,0 S A6 OAT	1,00	0,80	1,00
F/1939	43,75	43,12	21,75	3,80	26,0 S A6 OAT	1,00	0,40	2,00
	44,00	42,00	21,75	3,80	25,5 S A6 OAT	1,00	0,40	2,00
M/1958	44,75	46,50	22,70	3,70	22,0 S A6 OAT	1,20	0,80	1,00
	44,75	45,14	22,80	3,80	21,5 S A6 OAT	1,20	0,80	1,00
F/1951	44,25	44,46	22,51	4,30	23,0 S A6 OAT	1,20	0,30	1,50
	44,25	44,45	22,47	4,20	23,0 S A6 OAT	1,20	0,30	1,50
F/1930	44,50	44,78	21,87	3,70	24,5 S A6 OAT	1,00	0,50	1,50
	44,50	44,84	22,13	3,50	24,5 S A6 OAT	1,00	0,50	1,50
F/1946	45,00	45,91	21,94	3,30	24,5 M A5 OBM	1,00	0,30	2,00
	45,00	45,70	21,99	3,50	24,5 M A5 OBM	1,00	0,30	2,00
M/1963	40,50	41,24	22,74	3,80	26,5 S M6 OWF	1,20	0,40	1,50
F/1934	43,50	45,19	22,96	3,70	22,5 S A6 OAT	1,00	0,50	2,50
	44,00	42,37	22,98	3,80	22,0 S A6 OAT	1,00	0,50	2,50
M/1952	41,00	41,50	24,13	3,80	21,5 S M6 OWF	1,20	0,20	1,50
	41,25	41,40	24,12	3,90	21,5 S M6 OWF	1,20	0,20	1,50
M/1957	42,00	42,74	24,75	4,20	18,5 S M6 OWF	1,50	0,50	1,50
	42,00	42,85	24,76	4,40	18,5 S M6 OWF	1,50	0,50	1,50
M/1940	43,00	43,19	23,85	3,70	20,5 M A5 OBM	1,20	0,60	1,50
	43,25	42,43	23,42	3,80	21,5 M A5 OBM	1,20	0,60	1,50
M/1942	45,00	45,96	23,69	4,20	18,5 M A5 OBM	1,20	0,50	2,00
	44,75	44,45	23,41	3,90	20,0 M A5 OBM	1,20	0,50	2,00
F/1942	44,50	44,84	24,46	3,90	17,0 M A5 OBM	1,50	0,60	2,00
	44,50	44,72	24,35	3,90	17,5 M A5 OBM	1,00	0,50	2,00
F/1949	44,50	44,22	23,57	3,90	20,0 M A5 OBM	1,20	0,50	2,00
	44,50	44,79	23,41	3,80	20,5 M A5 OBM	1,20	0,50	2,00
F/1946	43,00	42,83	23,81	4,10	20,5 M A5 OBM	1,20	0,30	2,00
	42,75	43,57	23,74	4,10	21,0 M A5 OBM	1,20	0,30	2,00

Pokračování tab. 1 Vstupní data sledovaného souboru operovaných očí

M/1963	40,50	40,20	23,24	3,80	24,5 SNGOWF	1,20	0,40	1,50
F/1943	44,75	44,71	24,81	4,00	15,5 MASOBM	1,20	0,60	1,50
M/1943	44,75	44,90	23,50	4,40	20,0 SNGAT	1,20	0,50	2,00
	44,25	43,22	23,48	4,30	20,5 SNGAT	1,20	0,50	2,00
M/1946	43,00	43,54	23,67	4,00	19,5 SNGAT	1,00	0,50	2,25
	44,00	46,21	23,58	3,96	20,5 SNGAT	1,00	0,50	2,25
M/1941	44,50	45,36	23,35	3,60	20,0 MASOBM	1,20	0,60	2,00
	44,50	45,65	23,50	3,60	21,5 MASOBM	1,20	0,60	2,00
F/1954	43,75	43,62	23,50	4,00	20,0 SA60AT	1,20	0,30	2,00
	44,25	43,83	23,30	3,70	20,0 SA60AT	1,50	0,20	2,00
F/1952	40,50	40,92	23,54	3,70	23,5 SA60AT	1,20	0,60	1,50
	40,75	42,53	23,73	3,70	22,5 SA60AT	1,20	0,60	1,50
M/1949	40,50	41,28	23,88	4,20	22,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
	40,75	41,04	23,92	4,10	22,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
M/1942	42,25	43,09	23,32	3,60	23,0 SNGOWF	1,00	0,50	2,00
	42,00	42,09	23,30	3,60	23,0 SNGOWF	1,20	0,50	2,00
F/1950	43,50	43,90	23,31	3,80	21,0 SA60AT	1,50	0,50	1,50
M/1939	44,00	44,32	23,29	4,20	21,0 MASOBM	1,00	0,60	2,00
	44,25	45,66	23,26	4,20	21,0 MASOBM	1,00	0,60	2,00
F/1946	41,50	41,26	24,83	4,10	20,0 MASOBM	1,00	0,50	1,75
	41,50	41,66	24,65	4,10	22,0 MASOBM	1,00	0,50	1,75
F/1943	44,00	44,26	23,40	3,60	21,5 SA60AT	1,00	0,60	1,50
	44,00	43,93	23,00	3,50	21,5 SA60AT	1,00	0,50	1,50
M/1944	42,50	41,24	23,78	4,20	21,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	42,25	43,05	23,55	4,20	21,5 SA60AT	1,00	0,60	2,00
F/1966	41,00	41,62	23,40	4,10	24,5 SA60AT	1,50	0,60	1,50
	41,00	40,82	23,12	4,10	24,0 SA60AT	1,50	0,60	1,50
M/1952	45,00	46,56	23,90	3,90	20,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	45,25	45,81	23,90	3,90	20,0 SA60AT	1,00	0,50	2,00
M/1952	44,50	45,13	23,61	4,10	19,5 MASOBM	1,00	0,20	2,25
	44,25	45,81	23,66	4,20	20,0 MASOBM	1,00	0,20	2,25
F/1947	42,50	41,88	23,40	4,20	23,0 SA60AT	1,20	0,40	1,50
M/1949	43,50	42,78	23,17	4,20	21,5 SA60AT	1,00	0,50	2,00
	44,75	44,65	23,10	3,80	20,5 SA60AT	1,00	0,50	2,00
M/1948	43,75	43,54	23,37	3,70	20,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
	43,75	44,15	23,44	3,90	20,5 SA60AT	1,20	0,50	1,50
M/1931	43,00	43,94	23,41	3,90	21,5 MASOBM	1,20	0,50	2,25
	43,25	43,44	23,44	3,80	21,0 MASOBM	1,20	0,50	2,25
F/1958	40,75	40,68	24,27	3,89	21,5 SA60AT	1,00	0,50	1,75
	40,75	40,43	23,97	4,00	22,0 SA60AT	1,00	0,50	1,75
F/1947	45,50	45,43	23,63	3,80	18,5 SNGOWF	1,00	0,40	1,50
	44,75	44,56	23,53	3,70	19,5 SNGOWF	1,00	0,40	1,50
F/1947	43,00	41,93	23,51	3,90	21,5 MASOBM	1,20	0,40	2,25
	43,00	42,29	23,42	3,90	22,0 MASOBM	1,20	0,40	2,25
F/1954	42,50	43,64	22,10	4,10	23,0 MASOBM	1,50	0,40	2,00
	42,75	42,48	23,10	4,10	22,5 MASOBM	1,50	0,40	2,00
SEX/YoB	K [D]	KC [D]	AL [mm]	AC [mm]	IO L [D]	UDVA	UNVA	nCORR [D]

SEX pohlaví, YoB ročník narození, K [D] průměrná hodnota keratometrie, KC [D] centrální optická mohutnost rohovky, AL [mm] axiální délka oka, AC [mm] hloubka přední komory, UDVA nekorigovaná zraková ostrost do dálky, UNVA nekorigovaná zraková ostrost do blízka, nCORR [D] hodnota korekce pro vizi 1,0 do blízka

Tab. 2 Průměrné hodnoty jednotlivých kategorií a celého souboru

PRŮMĚRNÉ HODNOTY	ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [mm]			CELÝ SOUBOR
	< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
věk	70,37 ± 7,90	70,07 ± 8,70	69,11 ± 4,82	69,98 ± 7,64
AL [mm]	21,91 ± 0,37	23,08 ± 0,30	23,96 ± 0,42	22,95 ± 0,86
K [D]	44,74 ± 1,22	43,69 ± 1,13	42,91 ± 1,63	43,81 ± 1,48
AC [mm]	3,78 ± 0,23	3,83 ± 0,34	4,00 ± 0,18	3,86 ± 0,29

AL – axiální délka oka, K – hodnota keratometrie, AC – hloubka přední komory

Tab. 3 Četnost implantovaných modelů IOL

ČETNOST MODELŮ IOL	ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [MM]			CELÝ SOUBOR
	< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
MA50BM	3	13	13	29 (58,2%)
SA60AT	31	30	10	71 (23,8%)
SN6ATX	0	4	2	6 (13,1%)
SN60WF	4	5	7	16 (4,9%)

Graf 4 Závislost axiální délky oka (AL) na UNVA

PRŮMĚRNÉ HODNOTY	ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [MM]			CELÝ SOUBOR
	< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
věk	70,37 ± 7,90	70,07 ± 8,70	69,11 ± 4,82	69,98 ± 7,64
AL [mm]	21,91 ± 0,37	23,08 ± 0,30	23,96 ± 0,42	22,95 ± 0,86
K [D]	44,74 ± 1,22	43,69 ± 1,13	42,91 ± 1,63	43,81 ± 1,48
AC [mm]	3,78 ± 0,23	3,83 ± 0,34	4,00 ± 0,18	3,86 ± 0,29

UDVA – nekorigovaná zraková ostrost do dálky, UNVA – nekorigovaná zraková ostrost do blízka

Tab. 5 Relativní četnost UNVA v závislosti na počtu očí v jednotlivých skupinách

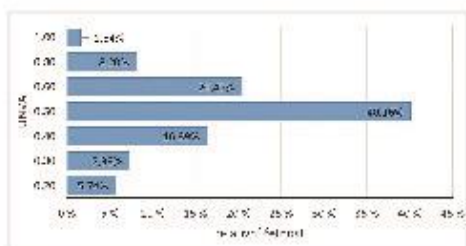
ZRAKOVÁ OSTROST		ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [MM]			CELÝ SOUBOR
		< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
UDVA	1,0 a lépe [%]	97,37	96,15	100,00	97,54
UNVA	0,5 a lépe [%]	19,67	31,97	18,85	70,49
	0,6 a lépe [%]	10,66	13,93	5,74	30,33
(v dané skupině)	0,8 a lépe [%]	6,96	3,28	0,00	9,84
	1,0 [%]	16,39	0,00	0,00	16,39

UDVA – nekorigovaná zraková ostrost do dálky, UNVA – nekorigovaná zraková ostrost do blízka

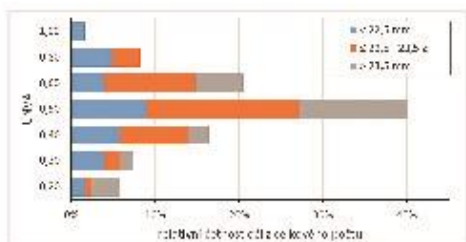
Tab. 6 Vzájemné vztahy parametrů popsané prostřednictvím korelačních koeficientů

KORELAČNÍ KOEFICIENTY		ROZDĚLENÍ SKUPIN DLE AXIÁLNÍ DÉLKY OKA [MM]			CELÝ SOUBOR
		< 22,5	≤ 22,5 - 23,5 ≥	> 23,5	
UNVA a	AL	-0,36	-0,17	0,16	-0,20
	AC	0,11	0,18	0,27	-0,05
	KC	0,12	0,46	-0,01	0,23

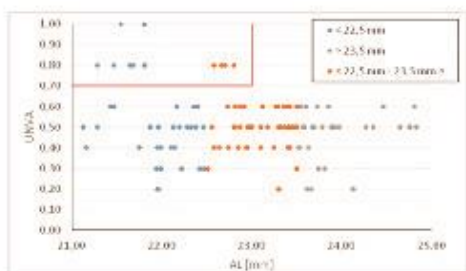
UNVA – nekorigovaná zraková ostrost do blízka, uncorrected near visual acuity, AL – axiální délka oka, K – hodnota keratometrie, AC – hloubka přední komory



Graf 1 Rozložení relativní četnosti UNVA



Graf 2 Rozložení relativní četnosti očí dle UNVA v závislosti na axiální délce oka



Graf 3 Závislost axiální délky oka (AL) na UNVA

prostřednictvím relativní četnosti a korelačního koeficientu mezi jednotlivými parametry. Nejvýznamnějším faktorem optimální pooperační UNVA byla axiální délka oka. Pro účely studie byl daný soubor kategorizován do tří skupin. Oči s axiální délkou kratší než 22,5 mm byly zařazeny do skupiny nazvané jako (potenciálně) hypermetropická, kategorií průměrné délky představovaly hodnoty v rozsahu 22,5 mm až 23,5 mm a jako (potenciálně) myopickou skupinu jsme kategorizovali axiální délky nad 23,5 mm. Nejvíce zastoupena byla skupina průměrné axiální délky (52 očí), poté skupina krátké délky (38 očí) a nejméně skupina očí myopických (32 očí).

Pro celý soubor a jednotlivé kategorie byly stanoveny průměrné hodnoty sledovaných parametrů včetně směrodatné odchylky (tabulka 2). Průměrný věk souboru 122 očí celkem 65 pacientů byl stanoven na 69,98 ± 7,64 let. Věkový průměr všech tří skupin byl prakticky shodný. Průměrné hodnoty korelačních

koeficientů jednotlivých skupin byly dle očekávání nepřímo úměrně axiální délce a průměrná hloubka přední komory se zvyšovala společně s axiální délkou oka.

Nejčastěji byla implantována IOL modelu SN60AT (u 71 očí = 58,2 %), dále MAS08M (20 očí = 23,8 %), SN60WF (16 očí = 13,1 %) a jen u 6 očí (4,9 %) byla implantována torická IOL řady SN6ATx (tabulka 3). Mezi jednotlivými modely a UNVA nebyla nalezena žádná závislost. Nicméně u všech očí s UNVA 0,8 a lepší byla implantována vždy IOL modelu SA60AT.

Vzhledem k metodice a výběru pacientů pro studii byla relativní četnost hodnot UDVA rovná 1,0 a lepší stanovena u 97,54 % očí, přičemž hodnota 0,8 byla stanovena u zbylých 2,46 %. Relativní četnost pooperační UNVA celého souboru téměř odpovídala rovnoměrnému rozložení (graf 1). Celkem 70,49 % očí v souboru dosáhlo uspokojivých hodnot UNVA (0,5 a lepší), u 30,33 % očí byla hodnota vztu vyšší (0,6 a lepší), u 9,84 % byla hodnota UNVA 0,8 a lepší a dokonce u 16,39 % očí byla UNVA 1,0 (tab. 4). Dle síže něho grafu 2 tvoří skupiny s krátkou a průměrnou axiální délkou nejčetnější část souboru, u kterých byla pozorována lepší než průměrná (0,5) zraková ostrost do blíзка. Závislost axiální délky oka na UNVA je zobrazena na grafu 3.

U všech očí bylo prostřednictvím adice do blíзка dosaženo optimální vztu. Doporučená korekce pro zrakovou ostrost do blíзка 1,0 nepřesáhla u 46,72 % očí 1,5 D a korekce v maximální výši 1,0 D pak byla nezbytná u 15,57 % očí.

Dle hodnot korelačního koeficientu mezi dvěma matice mi hodnot rozlišujeme: slabou (<0,3), střední (0,3–0,8) a silnou (>0,8) lineární závislost (korelaci). Mezi UNVA a KC byl stanoven slabý pozitivní koeficient korelace pro celý soubor (0,23), ale pro skupinu průměrné axiální délky byla u těchto dvou parametrů zjištěna střední pozitivní korelace (0,46). V případě parametru pooperační hloubky přední komory nebyla nalezena žádná relevantní souvislost s UNVA, pouze pro vysoké AL byla zjištěna slabá pozitivní korelace (0,27). Vzájemné vztahy parametrů popsané prostřednictvím korelačních koeficientů jsou souhrnně uvedeny v tabulce 5.

DISKUSE

Nemocní po operaci katarakty nebo extrakci čiré čočky s implantací multifokální nitrooční čočky mají ve lké očkávání a nároky na zrakové funkce a refrakční výsledek [11, 12, 13, 14]. Pooperační emetropie hraje významnou roli u těchto typů implantátů a je z pohledu pacienta hlavním kritériem úspěšnosti operace. Někteří nemocní však i přes dosažení optimální UDVA a UNVA nejsou spokojeni s výsledkem díky s níže ní kvalitě vidění, které se projevuje za míčným, fotofobií, haló efekty, diplopií atd. [8, 9].

U některých nemocných s pseudofakilií byl zjištěn po implantaci monofokální IOL velmi dobrý nekorigovaný vztu nejen do dálky, ale i do blíзка (UNVA). Mechanismus zjevně akomodace nebo pseudokomodace po implantaci monofokálních IOL, mající vliv na UNVA, není dostatečně znám, podílí se na tomto jevu několik faktorů [2]. Dle klinických zkušeností byla předpokládána nepřímá závislost UNVA na axiální délce oka. Teoretická studie (Nawa [1]) kalkulací pro průměrné hodnoty

modelu oka definuje možno u pseuđoakomodaci u krátkých očí (kalkulováno pro AL = 21 mm) až 2,3 D, a to za předpokladu u posunu IOL o 1 mm. U myopických očí (AL = 27 mm) byla kalkulována pro identický model oka pseuđoakomodace 0,8 D. Taktéž Lim [2] svou studií 84 očí s implantovaným modelem SN60WF potvrdil, že faktor krátké axiální délky společně s úzkou zornicí má pozitivní vliv na dosažení dobré UNVA po implantaci monofokální IOL. Po kategorizaci našeho souboru pacientů dle AL bylo též prokázáno, že 30,33 % očí, u kterých byla zaznamenána UNVA 0,6 a lepší, mělo z převážně větší axiální délky kratší nebo rovnou hodnotě 23,5 mm. Při zrakové ostrosti do blíзка bez korekce 0,8 jě převládala axiální délka do 22,5 mm.

U ne mocných po operaci katarakty je důležitá nejen predikovaná zraková ostrost do dálky, ale i nekorigovaná do blíзка. Souborné práce [10] posuzují zrakovo u ostrost do blíзка bez korekce u monofokálních nitroočních čoček uvádějí u typu AMD hodnoty od 0,3 log MAR (decimálních 0,5), u SA60AT až 0,6 log MAR (0,3 Z). V naší studii vliv designu jednotlivých modelů IOL ne byl jednoznačně prokázán. Přítomnost modelu SN60AT u všech očí UNVA 0,8 a lepší byla zřejmě z působení její výž na mně vysokou četností implantace.

Souvislost věku a hodnoty UNVA ne byla v našem souboru prokázána. Hayashiho studie [3] však potvrzuje věk pacienta jako negativní faktor pooperační amplitudy pseuđoakomodace (korelační koeficient roven -0,49). Ve své studii však zahrnuje i pacienty ve věku pod 40 let, přičemž v námi uváděném souboru pacientů byl nejmladší operovaný pacient ve věku 49 let a průměrný věk celého souboru činil 69,98 ± 7,64 let. Relevantní hodnoty ne závislosti pooperační pseuđoakomodace na věku

by vyžadovala větší věkový rozptyl operovaných pacientů. Signifikační vliv ovlivňující pooperační zrakovo u ostrost do blíзка při implantaci monofokálních IOL hraje dle Nanavatyho studie [4] pouze koreální astigmatismus (proti pravidlu), který zvyšuje pravděpodobnost pseuđoakomodace až desetkrát. V našem souboru byli zahrnuti pacienti bez výž na mných hodnot z bykového astigmatismu a nutnosti jeho korekce.

Vzájemné vztahy parametrů popisné prostřednictvím korelačních koeficientů vypovídají o nízké negativní korelaci UNVA a AL (-0,20), avšak u krátkých očí pod 22,5 mm je negativní korelace střední výše (-0,36), dále o nízké pozitivní korelaci hloubky přední komory s axiální délkou oka a také střední korelaci centrální optické mohutnosti rohovky pro průměrnou délku oka. Korelace pooperační hloubky přední komory má paradoxně střední pozitivní hodnotu (0,27), ale v rámci celého souboru pacientů nemá výž na mnější charakter.

ZÁVĚR

Naši studie ne byl jednoznačně potvrzen signifikační vliv věku pacienta, pooperační hloubky přední komory a implantovaný model IOL na optimální pooperační UNVA po implantaci monofokální IOL. Jako maximální axiální délka pro předpoklad optimální pooperační UNVA byla potvrzena hodnota 23,5 mm. Se snižující se axiální délkou (pod 22,5 mm) jě existuje střední negativní korelace s pooperační UNVA. Byla stanovena slabá hodnota korelace UNVA a KC, přičemž střední pozitivní korelace obo u parametrů byla nalezena pro kategorii průměrných AL.

LITERATURA

- Nawa, Yoshiaki et al.: Accommodation obtained per 1.0 mm forward movement of a posterior chamber intraocular lens. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 29 (11); 2003: 2069–2072.
- Lim, Dong Hui, Jong Chul Han, Myung Hun Kim, Eun-Sang Chung, Tae-Young Chung: Factors Affecting Near Vision After Monofocal Intraocular Lens Implantation. *Journal of Refractive Surgery*, 29(3); 2013: 200–204.
- Hayashi, Ken, Hideyuki Hayashi, Fumino Ni Nakao, Fumihiko Hayashi: Aging changes in apparent accommodation in eyes with a monofocal intraocular lens. *American Journal of Ophthalmology*, 135(4); 2003: 432–436.
- Nanavaty, Mayank A., Abhay R. Vasavada, Anil S. Patel, Shetal M. Raj, Tejas H. Desai: Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 32(7); 2006: 1091–1097.
- Leyland, M., Edward Pringle E.: Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1996 [cit. 2017-07-12]. DOI: 10.1002/14651858.CD003169.pub 2. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD003169.pub2>.
- MESC, Cem, Hasan Hasbi ERBIL, Ali OLGUN a Sevil Ari YAYLALI: Visual Performances with Monofocal, Accommodating, and Multifocal Intraocular Lenses in Patients With Unilateral Cataract. *American Journal of Ophthalmology*, 150(5); 2010: 609–618.
- Heatley, Catherine J., David J. Spalton, Jo Hancock, Anupma Kumar, John Marshall: Fellow Eye Comparison Between the ICLU Accommodative Intraocular Lens and the Acrysof MA30 Monofocal Intraocular Lens. *American Journal of Ophthalmology*, 140(2); 2005: 207.e1–207.e8.
- De Vries, Niels E., Carroll A.B. Webers, Webster H., Toews Lager, Noel J.C. Baue, John De Brabander, Tos T. Berendschot, Rudy M.M.A. Nuijts: Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 37(5); 2011: 859–865.
- Tassignon MJ, Bartholomeussen E, Roema JJ, Jongeneelen S, Mathysen DO: Feasibility of multifocal intraocular lens exchange and conversion to the bag-in-the-lens implantation. *Acta Ophthalmologica*, 92, 2014: 256–259.
- Cochener B, Lafuma A, Khoshrood B, Courouau L, Berdeaux G: Comparison of outcome with multifocal intraocular lenses: a meta-analysis. *Clinical Ophthalmology*, 5; 2011: 45–56.
- Marešová K, Mikšák P, Vlášil O: Výsledky operaci katarakty s implantací Acrysof Restor SN6AD3. *Čes a Slov Oftal*, 66 (1); 2010: 26–28.
- Urmínský J, Rozsival P, Feuermannová A, Lorenčová V, Jiřásková N: Implantace multifokální nitrooční čočky. *Čes a Slov Oftal*, 60 (1); 2004: 30–36.
- Brožová M, Filippec M, Filipová L, Hlubová A, Hlinořazová Z: Výsledky implantace trifokální torické čočky u pacientů s katarakty. *Čes a Slov Oftal*, 72 (3); 2016: 58–64.
- Velická V, Hejssek L, Raškus P: Klinické výsledky implantace dvou typů multifokální rotálně asymetrické nitrooční čočky. *Čes a Slov Oftal*, 73 (1); 2017: 3–12.

8.2.2. Projekty a granty

Od roku 2013 autorka pravidelně na FBMI ČVUT pořádá několikrát ročně reprezentační akce oboru Optika a optometrie na FBMI ČVUT - projekt Dny zraku.

Již ukončené

- **SGS16/114/OHK4/1T/17** Návrh metody pro zjištění kvalitativního vyhodnocení zrakové ostrosti u řidičů, její realizace a experimentální ověření. Byla hlavním řešitelem.
- **SVK 45/18/F7** kongres Fórum optiky a optometrie. Byla hlavním řešitelem.
- **SVK 46/17/F7** mezinárodní kongres Optics and Optometry Forum 2017. Byla hlavním řešitelem.
- **SGS17/111/OHK4/1T/17** Návrh efektivní a validní metody pro testování zraku řidičů a ověření dle požadavků na zrak k řízení motorových vozidel. Autorka byla hlavním řešitelem.
- **RPAPS 2017** Rozvoj praktické výuky předmětu 17PBOKC3 - Kontaktní čočky a příprava a charakterizace hydrogelů v bakalářském studijním oboru Optika a optometrie. Autorka byla spoluřešitelem.
- **SGS18/098/OHK4/1T/17** Výzkum a experimentální ověření validity nové metody měření velikosti pupily oka. Autorka byla hlavním řešitelem.
- **SGS19/086/OHK4/1T/17** Implementace videookulografie pro výzkum dynamiky akomodace lidského oka. Autorka byla hlavním řešitelem.
- **RPAPS 2019** Rozvoj praktické výuky předmětu Vyšetřování zrakových funkcí v bakalářském studijním oboru Optika a optometrie. Byla hlavní řešitelkou.

Probíhající

- **SGS20/085/OHK4/1T/17** Role eyetrackingu ve výzkumu pupilometrie lidského oka ve vztahu reakce na akomodační podnět.

8.3. Seznamy

Tabulky

Tabulka 1 - Efekt různých typů katarakt na zrakovou ostrost [3].....	18
Tabulka 2 - Rozdělení katarakt a jejich kódy dle VZP [33].....	19
Tabulka 3 - Běžně užívaná topická anestetika [34]	29
Tabulka 4 - Základní charakteristiky IOL [3]	31
Tabulka 5 - Četnost výskytu jednotlivých komplikací [34]	34
Tabulka 6 - Standardní odchylky a rozsahy průměrů pupil při různých podmínkách osvětlení u presbyopů [31]	40
Tabulka 7 - Souhrnné naměřené hodnoty všech probandů.....	49
Tabulka 8 - Průměrné hodnoty jednotlivých kategorií a celého souboru	49
Tabulka 9 - Četnost implantovaných modelů IOL	49
Tabulka 10 -Relativní četnost UNVA vztažená k počtu očí v jednotlivých skupinách	50
Tabulka 11 - Vzájemné vztahy parametrů popsané prostřednictvím korelačních koeficientů.....	50
Tabulka 12 - Typy implantovaných čoček a jejich charakteristiky.....	51
Tabulka 13 - Vstupní hodnoty a parametry.....	61
Tabulka 14 - Průměrné parametry vstupního souboru i po kategorizaci do skupin.....	61
Tabulka 15 - Průměrné hodnoty UNVAH a UNVAV.....	61
Tabulka 16 - Korelační koeficienty pro celý soubor a odlišné axiální délky	62
Tabulka 17 - Nekorigovaná zraková ostrost do blízka u jednotlivých typů IOL.....	65
Tabulka 18 - Souhrnné údaje o jednotlivých očích. AL – délka oka	67
Tabulka 19 - Výsledné hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu	67

Obrázky

Obrázek 1 – Katarakta	9
Obrázek 2 - Intumescentní katarakta muže věku 55 let	11
Obrázek 3 - Operace šedého zákalu metodou fakoemulzifikace	23
Obrázek 4 - Poloha oka v horizontálním směru (a) a ve vertikální m směru (b)	62

Grafy

Graf 1 - Rozložení relativní četnosti UNVA.....	50
Graf 2 - Rozložení relativní četnosti očí dle UNVA v závislosti na axiální délce oka.....	51