

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2021

**MARTINA
KOLÍNOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů

Změny nitroočního tlaku po operaci katarakty u pacientů s a bez glaukomu

**Intraocular Pressure Changes after Cataract Surgery in Patients with and
without Glaucoma.**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor projektu: Martina Kolínová

Vedoucí práce: doc. MUDr. Šárka Pitrová, CSc., FEBO

Konzultant práce: Ing. Martin Fůs

Kladno 2021



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kolínová** Jméno: **Martina** Osobní číslo: **474332**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra přírodních věd**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Optika a optometrie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Změny nitroočního tlaku po operaci katarakty u pacientů s a bez glaukomu

Název bakalářské práce anglicky:

Intraocular Pressure Changes after Cataract Surgery in Patients with and without Glaucoma

Pokyny pro vypracování:

Studentka v bakalářské práci vyhodnotí literární rešerš z pohledu vztahu mezi chirurgií katarakty a nitroočním tlakem a detailněji rozpracuje pasáže, které se týkají operace katarakty metodou fakoemulzifikace a její vliv na různé aspekty glaukomu, především změny nitroočního tlaku. Experimentální část bude zahrnovat 2 studie, ve kterých bude sledován efekt fakoemulzifikace na pooperační nitrooční tlak u skupiny pacientů s kompenzovaným glaukomem a bez něj. Zjištěné hodnoty a sledované parametry budou statisticky zpracovány

Seznam doporučené literatury:

- [1] KUCHYNKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8
- [2] LING, J.D., Nicholas, P.B., Role of Cataract Surgery in the Management of Glaucoma, International Ophthalmology Clinics, ročník 58, číslo 3, 2018, 87-100 s.
- [3] HEISSIGEROVÁ, J., Oftalmologie: pro pregraduální i postgraduální přípravu, ed. 1, Praha: Maxdorf, 2018, Jessenius, ISBN 978-80-7345-580-4
- [4] VLKOVÁ, E., PITROVÁ, Š., VLK, F., Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník, ed. 1, Brno: František Vlk, 2008, ISBN 9788023989069

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

doc. MUDr. Šárka Pitrová, CSc.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Ing. Martin Fůs

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**

prof. RNDr. MUDr. Petr Maršálek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

Název bakalářské práce: Změny nitroočního tlaku po operaci katarakty u pacientů s a bez glaukomu

Abstrakt:

Změna nitroočního tlaku po operaci katarakty je v mnoha studiích velmi diskutovaným tématem, především v souvislosti s glaukomovým onemocněním. V teoretické části bakalářské práce byl popsán vznik nitrooční tekutiny, její dynamika a vztah s nitroočním tlakem. Dále pak různé techniky pro měření nitroočního tlaku. Byla zde uvedena problematika glaukomu a jeho typů, včetně diagnostických metod a možností terapie. Další část práce se zabývala kataraktou, její základní klasifikací a přehledem chirurgických technik. Podrobně byl popsán postup fakoemulzifikace a její vliv na aspekty glaukomu. Objasněn byl také pozitivní vliv chirurgie katarakty na nitrooční tlak a souvislost mezi předoperačním a pooperačním nitroočním tlakem. Předmětem experimentální části bylo sledování změny nitroočního tlaku po operaci katarakty u dvou skupin pacientů. V rámci této části byly ověřovány dvě hypotézy: Hypotéza H1: U pacientů skupiny 1 (bez glaukomového onemocnění) bude větší pokles NOT po operaci než ve skupině 2 (s glaukodem). Hypotéza H2: Efekt snížení NOT po operaci katarakty závisí na typu glaukomu. Hypotéza H1 byla vyvrácena a hypotéza H2 potvrzena.

Klíčová slova:

Katarakta, Nitrooční tlak, Glaukom, Fakoemulzifikace, Terapie glaukomu

Bachelor's Thesis title: Intraocular Pressure Changes after Cataract Surgery in Patients with and without Glaucoma.

Abstract:

Intraocular pressure changes after cataract surgery is a much-discussed topic in many studies, especially in connection with glaucoma. The theoretical part of the bachelor's thesis describes the origin of intraocular fluid, its dynamics and the relationship with intraocular pressure. Furthermore, various techniques for measuring intraocular pressure. The issue of glaucoma and its types was presented here, including diagnostic methods and treatment options. Another part of the work dealt with cataracts, its basic classification and an overview of surgical techniques. The process of phacoemulsification and its effect on aspects of glaucoma were described in detail. The positive effect of cataract surgery on intraocular pressure and the relationship between preoperative and postoperative intraocular pressure was also clarified. The subject of the experimental part was the monitoring of the change in intraocular pressure after cataract surgery in two groups of patients. In this section, two hypotheses were tested: Hypothesis H1: In patients of group 1 (without glaucoma) there will be a greater decrease in IOP after surgery than in group 2 (with glaucoma). Hypothesis H2: The effect of reducing IOP after cataract surgery depends on the type of glaucoma. Hypothesis H1 was refuted and hypothesis H2 was confirmed.

Key words:

Cataract, intraocular pressure, Glaucoma, phacoemulsification, glaucoma therapy

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí této práce doc. MUDr. Šárce Pitrové, CSc., FEBO za ochotu, vstřícnost a spolupráci při psaní bakalářské práce. V neposlední řadě také za poskytnutí dat pro experimentální část práce z databáze oční kliniky JL v Praze 5-Nové Butovice. Dále pak Ing. Martinu Fůsovi za cenné rady, trpělivost a konzultování mé práce.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Změny nitroočního tlaku po operaci katarakty u pacientů s a bez glaukomu*“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k práci.

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

V Kladně dne

.....

podpis

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Nitrooční tlak | 2 |
| 2.1 Nitrooční tekutina | 2 |
| 2.2 Způsoby měření nitroočního tlaku | 3 |
| 2.2.1 Kontaktní tonometry | 3 |
| 2.2.2 Bezkontaktní tonometry | 5 |
| 3. Glaukom | 6 |
| 3.1 Rizikové faktory | 6 |
| 3.2 Klasifikace glaukomu | 7 |
| 3.2.1 Kongenitální glaukom | 7 |
| 3.2.2 Primární glaukom | 7 |
| 3.2.3 Sekundární glaukom | 10 |
| 3.3 Diagnostika | 11 |
| 3.3.1 Anamnéza | 12 |
| 3.3.2 Vyšetření štěrbínovou lampou | 12 |
| 3.3.3 Tonometrie | 12 |
| 3.3.4 Gonioskopie | 12 |
| 3.3.5 Vyšetření zřetivého nervu | 13 |
| 3.3.6 Perimetrie | 14 |
| 3.3.7 Zobrazovací techniky | 15 |
| 3.4 Terapie glaukomu | 17 |
| 3.4.1 Farmakoterapie | 17 |
| 3.4.2 Laserová terapie | 17 |
| 3.4.3 Chirurgická terapie | 18 |

| | |
|--|----|
| 4. Katarakta..... | 21 |
| 4.1 Klasifikace katarakty | 21 |
| 4.2 Chirurgické techniky..... | 22 |
| 4.2.1 Reklinace | 23 |
| 4.2.2 Intrakapsulární extrakce | 23 |
| 4.2.3 Extrakapsulární extrakce | 23 |
| 4.2.4 Fakoemulzifikace..... | 24 |
| 4.2.5 Femtosekundová technologie | 26 |
| 4.3 Komplikace katarakty ovlivňující glaukom..... | 27 |
| 5. Vliv operace katarakty na změnu NOT | 28 |
| 6. Experimentální část | 30 |
| 6.1 Úvod..... | 30 |
| 6.2 Metodika | 31 |
| 6.3 Analýza získaných dat | 32 |
| 7. Diskuse | 42 |
| 8. Závěr..... | 45 |
| Seznam použité literatury | 46 |
| Seznam zkratek..... | 50 |
| Seznam obrázků..... | 51 |
| Seznam tabulek..... | 52 |
| Seznam grafů | 53 |
| Příloha č.1. Výchozí data skupina 1 | 54 |
| Příloha č.2 Výchozí data skupina 2 | 56 |
| Příloha č. 3 Předoperační léčba skupina 2 | 58 |

1. Úvod

Glaukom a katarakta jsou celosvětově řazeny mezi nejčastější onemocnění ovlivňující zrakové funkce. Velká část pacientů má však tato onemocnění diagnostikována současně. V dnešní době je k odstranění katarakty stále nejpožívanější technikou fakoemulzifikace. Tato metoda byla v roce 1967 poprvé popsána Charlesem Kelmanem, jako odstranění zkaleného jádra čočky pomocí ultrazvuku, tehdy třímilimetrovou korneosklerální incizí. V současnosti je k operaci potřebná velmi malá incize, kterou není nutno uzavírat. Dle výsledků mnoha studií lze konstatovat, že extrakce katarakty metodou fakoemulzifikace pozitivně ovlivňuje nitrooční tlak, a to i u pacientů s různým typem glaukomu. Míra tohoto efektu ovšem často závisí na tom, jaký nitrooční tlak měl pacient před operací. Mezi jeden z mnoha rizikových faktorů u glaukomového onemocnění patří právě nitrooční tlak. Jeho vyšší hodnoty mohou přispívat k progresi neuropatie zrakového nervu, ovšem pro každého pacienta je tato hodnota specifická. Nitrooční tlak během dne vykazuje různé hodnoty, ovšem existují i anatomické faktory které mohou jeho měření zkreslovat. Vzhledem k tomuto rizikovému faktoru je nutné nepodceňovat prevenci a provádět pravidelný screening, neboť včasnou diagnostikou glaukomu lze ovlivnit případný rozsah poškození.

Cílem této bakalářské práce je zjistit, zda u pacientů s glaukodem a bez něj skutečně došlo operací katarakty ke snížení nitroočního tlaku a případně zda je tato metoda vhodná pro glaukomovou terapii. Teoretická část se zabývá nitrooční tekutinou v souvislosti s nitroočním tlakem, dále pak problematikou glaukomu, katarakty, jejími chirurgickými technikami a samotným vlivem extrakce katarakty na nitrooční tlak. Experimentální část zahrnuje dvě studie, ve kterých je sledován efekt fakoemulzifikace na pooperační nitrooční tlak u skupiny pacientů s kompenzovaným glaukodem a bez něj. Pomocí analýzy dat budou ověřovány dvě hypotézy. Hypotéza **H1**: U pacientů skupiny 1 (bez glaukomového onemocnění) bude větší pokles NOT po operaci než ve skupině 2 (s glaukodem).

Hypotéza **H2**: Efekt snížení NOT po operaci katarakty závisí na typu glaukomu.

2. Nitrooční tlak

Nitrooční tlak (NOT) je charakterizován poměrem množství vyprodukované nitrooční tekutiny a snadností jejího odtoku do krevního řečiště. Pokud je tento poměr nerovnoměrný, může dojít ke zvýšení nebo naopak snížení nitroočního tlaku. Normální hodnoty NOT bývají uváděny v rozmezí 10-20 mm Hg, ale pro každé oko je tato hodnota specifická. Normální je tedy takový nitrooční tlak, při kterém nedochází k poškození zrakového nervu. Vyšší NOT nutně neznamená přítomnost glaukomového onemocnění, je to pouze jeho rizikový faktor. [1, 2]

2.1 Nitrooční tekutina

Nitrooční tekutina je produkována výběžky řasnatého tělesa, které představují sekreční plochu. Výběžky jsou kryty zevním pigmentovým listem a vnitřním nepigmentovým, ve kterém na sebe buňky těsně naléhají a vytváří hematookulární bariéru, která zabraňuje větším molekulám v přístupu z krve do nitrooční tekutiny. Tato bariéra může být ovšem při zánětech a traumatech narušena. Nitrooční tekutina je tvořena z krevní plazmy, nejčastěji ultrafiltrací, aktivní sekrecí nebo pomocí difuze. Mezi její hlavní funkce patří zásobování nitroočních struktur živinami, odstraňování katabolitů a udržování stálé hladiny NOT. [1, 2, 3, 4]

Složení nitrooční tekutiny

Nitrooční tekutina je hypertonická a obsahuje velké množství kyseliny askorbové, pyruvátu, laktátu a některých aminokyselin. V menším množství obsahuje také proteiny, čímž se liší od krevní plazmy, shodují se však ve výskytu stejných iontových prvků. Nalezneme zde i nižší koncentraci glukózy a urey, jejichž uplatnění spočívá v metabolismu rohovky a čočky. [2, 4]

Odtok nitrooční tekutiny

Nitrooční tekutina tvoří výplň přední a zadní komory oční. Z řasnatého tělesa proudí směrem do zadní oční komory, obtéká kolem čočky a zornicí proudí do přední oční komory.



Obrázek 1 Odtok nitrooční tekutiny [3]

Primárně odtéká trámčinou (trabekulární odtok) do Schlemmova kanálu a dále pak do episklerálních vén (přerušovaná šipka na obrázku 2.1). V menší míře odtéká i kořenem duhovky (uveosklerální cestou) a vazivem řasnatého tělesa do suprachoroidálního prostoru. [2, 4]

2.2 Způsoby měření nitroočního tlaku

Hodnota NOT je významná z důvodu prokazatelného vlivu NOT na vývoj glaukomové neuropatie. Nitrooční tlak zpravidla během dne kolísá, maximálních hodnot dosahuje v dopoledních hodinách, a naopak nejnižší je v noci. Existují ovšem i faktory, které přesnost měření NOT ovlivňují. Příkladem je zakřivení a centrální tloušťka rohovky, která může výsledky zkreslovat a nadhodnocovat nebo podhodnocovat. Nejjednodušší způsob pro orientační vyšetření je palpace přes víčko, kdy je prsty na bulbus vyvíjen tlak. K přesnějšímu vyšetření jsou využívány kontaktní, či bezkontaktní tonometry. [1]

2.2.1 Kontaktní tonometry

Schiötzův impresní tonometr

Schiötzův impresní tonometr je typ kontaktního tonometru, který se v současné době používá minimálně. Během měření pacient leží na zádech a na anestetizovanou rohovku se kolmo přikládá pelota, jejíž hloubku imprese měříme. Pelota je zatížena závažím a spojena s ukazatelem stupnice měřených hodnot, na které dvacet dílků odpovídá *deformaci* rohovky o 1 mm. Na ukazateli poté vidíme hodnoty, které je nutné převést podle kalibrační křivky

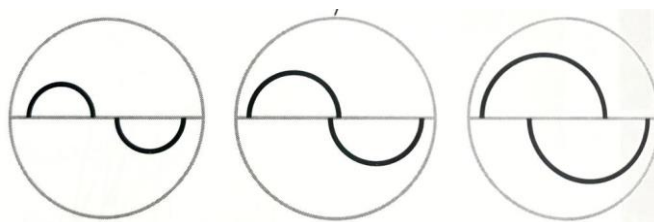
na hodnoty NOT v mm Hg. Přesnost měření je ovšem ovlivněna vlivem mechaniky tonometru, a především sklerální rigiditou. [1, 3, 5]



Obrázek 2 Schiötzův impresní tonometr [5]

Goldmannův aplanační tonometr

Tento tonometr patří mezi nejpoužívanější mezi kontaktními metodami. Přístroj pracuje na Imbert-Fickově principu a je instalován na štěrbinovou lampu. Součástí tonometru je biprizma tvořící kužel, který je krytý plastovým cylindrem, s jehož pomocí je na rohovku působen tlak. Během vyšetření pacient sedí, má anestetizovanou rohovku a pomocí fluoresceinu je obarven slzný film. Na štěrbinové lampě je poté zřetelné rozdělení slzného menisku na dva půlkruhy. Hodnotu nitroočního tlaku lze měřit, pokud se vnitřní části půlkruhů dotknou vlivem působení tlaku na rohovku. Aplanace rohovky se provádí na ploše o průměru 3,06 mm, kde aplanáční síla 1 g představuje 10 mmHg. Toto měření je závislé na korneální rigiditě a na adhezní síle slzného filmu mezi rohovkou a kuželem tonometru. [1, 2, 5]



Obrázek 3 Konfigurace půlkruhů slzného menisku [1]

PASCAL tonometr

Dynamický konturní tonometr PASCAL je digitální přístroj, který bývá součástí štěrbinové lampy a jeho princip vychází z Pascalova zákona. Měření se provádí pomocí měřící hlavice

s koncovkou tvaru konkávní plošky, která se dotýká anestetizované rohovky a jejíž součástí je piezoelektrický tlakový senzor. Při této metodě provádíme přímé, kontinuální měření NOT, které není ovlivněno tloušťkou rohovky a dalšími biomechanickými vlastnostmi. Přístrojem lze měřit také oční pulzní amplitudu definovanou jako rozdíl mezi systolickým a diastolickým NOT. Hodnoty nitroočního tlaku jsou tonometrem zaznamenávány v reálném čase. [1, 2, 5]

Tonopen

Tonopen je přenosný tonometr ve tvaru pera, jehož hrot se na pár vteřin dotkne rohovky. Přístroj provádí čtyři měření, ze kterých získáme výslednou hodnotu NOT zobrazenou na digitálním displeji. Výsledné měření je velice přesné, a to rovněž v případě vysokého rohovkového astigmatismu. [2, 5]

2.2.2 Bezkontaktní tonometry

U tohoto typu tonometrů je využíván tlak pulzu vzduchu, který aplanuje rohovku v její centrální části. Se vzduchovým pulzem je vyslán infračervený paprsek, který se po oploštění rohovky vrátí zpět na systém fotodiod, a tím je vytvořen elektrický signál vyhodnocující maximum světelného signálu. Čas od vypuštění proudu vzduchu až doby aplanace je přímo úměrný hodnotě NOT. Bezkontaktní tonometry bývají dnes již součástí autorefraktometrů a měření probíhá bez použití anestezie. [1, 5]

Ocular Response Analyzer (ORA)

ORA je automatický bezkontaktní tonometr, který za pomoci rychlého proudu vzduchu využívá obousměrného dynamického aplanačního procesu. Pro pozorování deformace rohovky je využíván infračervený paprsek. Zařízení měří čtyři hodnoty: NOT korelovaný dle Goldmanna, NOT kompenzovaný rohovkou, hysterezi rohovky (CH) a faktor rostoucí rohovkové rezistence (CRF). Ve chvíli, kdy dojde k aplanaci, se infračervené světlo odráží od rohovky a je vyrovnáno s detektorem, tím je zaznamenán vrchol (P1). Díky proudu vyslaného vzduchu se rohovka stává konkávní, světlo je rozptýleno a aplanační signál klesá. Poté je světlo znovu zarovnáno s infračerveným detektorem, vzduchový pulz je přerušen a rohovka prochází druhou aplanací, vrchol (P2). Po měření se rohovka opět vrací do svého konvexního tvaru. Rozdíl mezi vrcholem P1 a P2 udává rohovkovou hysterezi. [1, 6, 7]

3. Glaukom

Glaukom je progresivní neurodegenerativní onemocnění charakterizované optickou neuropatií s exkavací papily zrakového nervu. Obecně je Glaukom považován za multifaktoriální onemocnění zahrnující skupinu chorob, u kterých rozlišujeme rizikové faktory jako je zvýšený nitrooční tlak (NOT), genetická predispozice, věk, etnikum a další. Kombinací výše uvedených faktorů dochází ke ztrátě gangliových buněk a jejich axonů. Z důvodu poškození nervových vláken následně pozorujeme změny v zorném poli jedince. [1, 3, 8, 9, 10]

Toto onemocnění je často v počátečních stádiích asymptomatické, proto polovina pacientů zůstává nedignostikována. Glaukom má vyšší výskyt u starších osob, ale může vzniknout kdykoli během života. [3, 9]

3.1 Rizikové faktory

Glaukomové onemocnění je charakteristické tím, že jednoznačná příčina neexistuje. Jedná se o multifaktoriální onemocnění, na kterém má podíl větší množství genů a rizikových faktorů. [1]

Mezi rizikové faktory řadíme věk, zvýšený nitrooční tlak, genetickou predispozici, etnikum, pohlaví, systémová onemocnění, refrakční vady a další. [1, 11]

Věk

Glaukom může vzniknout v jakémkoliv věku, tedy i u dětí a novorozenců, ovšem nejohroženější skupinou jsou lidé starší čtyřiceti let. [1, 11]

Zvýšený nitrooční tlak

Výše nitroočního tlaku je definována jako poměr mezi produkcí a odtokem nitrooční tekutiny. Přesto, že se nitrooční tlak považuje za jeden z nejvýznamnějších rizikových faktorů, nemusí jeho vlivem vždy docházet k poškození zrakového nervu. Existuje i normotenzní forma glaukomu, a z tohoto důvodu není možné přesně určit hranice glaukomového NOT. [11]

Genetická predispozice

Pokud se již glaukom v rodině vyskytl, považujeme dědičnost za rizikový faktor. Ovšem není pravidlem, že dítě rodičů trpících glaukomem, bude také tímto onemocněním postiženo. Genetická informace je ovlivněna i vlivem okolního prostředí. Genetický kód jedince nám z části může pomoci určit, zda je možné tolerovat vyšší hodnoty NOT bez poškození. [1, 12].

Etnikum

V dnešní době je již známo že etnikum ovlivňuje výši NOT a zároveň glaukomovou neuropatii. Například u černochoů je obecně NOT vyšší než u bělochů a poškození zrakového nervu vzniká také s větší pravděpodobností. Podstatnou roli opět hraje i vliv okolního prostředí. [12]

Refrakční vady

U hypermetropického oka je prokazatelně vyšší riziko výskytu glaukomu s uzavřeným úhlem, důvodem může být například mělká přední oční komora. U myopů je vyšší riziko výskytu pigmentového glaukomu. Myopické oko je obecně citlivější na vyšší NOT, zároveň je u něj obtížnější diagnostikovat exkavaci papily zrakového nervu. Z tohoto důvodu bývají myopičtí pacienti s glaukomem více sledováni oftalmologem. [1, 12]

3.2 Klasifikace glaukomu

Základní klasifikace Glaukomu vychází ze stavu komorového (Iridokorneálního) úhlu a z příčiny jeho vzniku [2].

3.2.1 Kongenitální glaukom

Kongenitální glaukom je geneticky podmíněné onemocnění, které může vznikat i sporadicky během těhotenství matky. Charakteristickým znakem primárního typu je vrozená vyšší hodnota nitroočního tlaku. Důvodem pro vyšší NOT je vývoj tzv. Barkanovy membrány, která způsobí změny úhlu přední komory oka a narušuje odtok nitrooční tekutiny trámčinou. V případě tohoto onemocnění je chirurgické řešení nutné. U sekundárního typu vrozeného glaukomu jsou patrná i postižení duhovky. [2]

3.2.2 Primární glaukom

Primární glaukom s otevřeným úhlem

Primární glaukom s otevřeným úhlem (POAG) je onemocnění, při kterém v počátečním stádiu pacient nepocituje žádné subjektivní potíže. Onemocnění je často oboustranné, ale postižení jednoho oka může být asymetrické. Postupně dochází ke změnám na papile zrakového nervu, které se projeví jako výpadky v zorném poli. [1, 2]

Při gonioskopickém vyšetření nalezneme otevřený, normálně široký komorový úhel. Na papile zrakového nervu jsou znatelné příznaky glaukomové neuropatie. [1, 13]

POAG provází vyšší nitrooční tlak, který zpravidla kolísá během dne. Na úrovni trabekulární sítě dochází postupně k omezenému odtoku nitrooční tekutiny, jehož důsledkem je právě zvyšování NOT. Toto onemocnění bývá uváděno jako nejrozšířenější typ glaukomu. Vyšší riziko výskytu je v rodinách glaukomatiků, diabetiků či myopů, přesto se jedná o multifaktoriální onemocnění. Postihuje spíše starší osoby bez ohledu na jejich pohlaví. [2, 9]

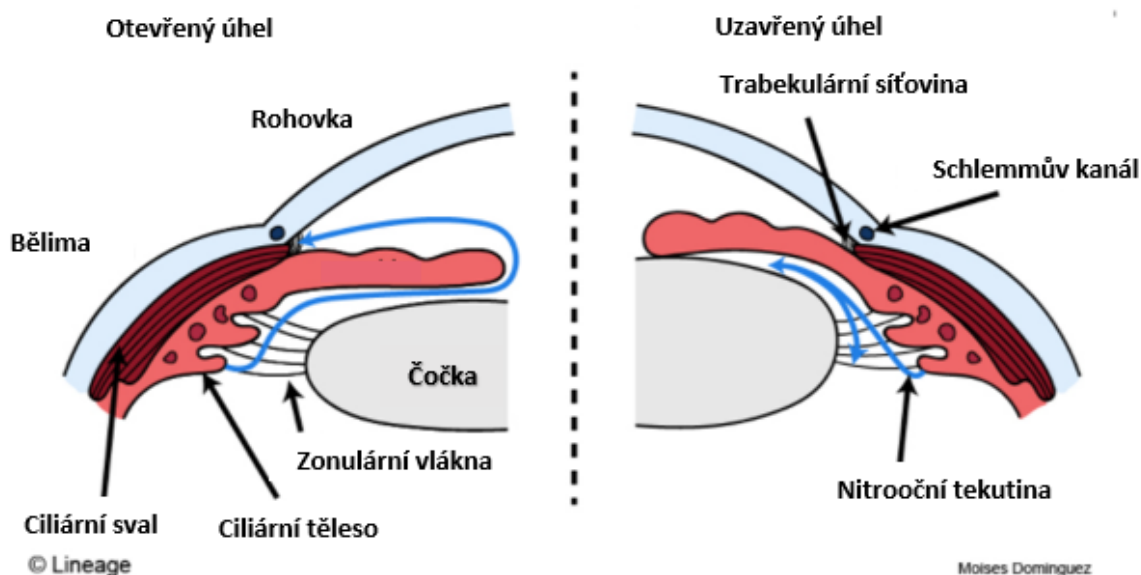
Léčba tohoto typu spočívá především ve snížení a stabilizaci NOT. K tomu se využívají léky, které snižují produkci nitrooční tekutiny nebo zlepšují její odtok. Pokud se NOT nepodaří stabilizovat, následuje laserové nebo chirurgické řešení. [1]

Primární glaukom s uzavřeným úhlem

Primární glaukom s uzavřeným úhlem (PACG) je stav, pro nějž je charakteristický zvýšený NOT v důsledku uzavření iridokorneálního úhlu. V tomto případě duhovka naléhá na trabekulární síť a tím se vytvoří překážka, která brání odtoku nitrooční tekutiny. [9]

U PACG lze rozlišit dvě formy, pupilární blok a vzácně se vyskytující syndrom Plateau iris. Vzájemným postavením oční čočky a zadní plochy duhovky vznikne bariéra pro průtok nitrooční tekutiny ze zadní oční komory do přední oční komory. Vyšší predispozice pro vznik této bariéry mají hypermetropické oči. [3]

PACG má tři stádia. V prvním, klidovém stádiu pacient nepocítuje žádné subjektivní potíže. Ve druhém stádiu se vyskytují občasné obtíže, jako je rozostřené vidění kolem bodových zdrojů světla. Tyto obtíže obvykle ustanou při zvýšení intenzity osvětlení. Třetím stádiem je glaukomový záchvat charakteristický prudkými bolestmi hlavy a nauzeou, který je často mylně zaměňován s migrénou. V případě PACG léčba spočívá v laserové iridotomii, která napomůže v rozšíření úhlu přední komory, vyrovná její tlak a zprůchodní odtok nitrooční tekutiny. [1, 2]



Obrázek 4 Porovnání otevřeného a uzavřeného úhlu, upraveno dle [14]

Akutní glaukomový záchvat

Akutní glaukomový záchvat je stav, který vyžaduje okamžitý zásah oftalmologa a neprodlené zahájení léčby. Vyskytuje se ve čtvrtině případů, kdy má pacient diagnostikován primární glaukom s uzavřeným úhlem. Nejčastější výskyt je u starších žen, Asiatů a hypermetropů. Větší dispozice ke vzniku mají oči, pro které je typická mělká přední komora a užší komorový úhel. [1, 2, 15]

V případě akutního glaukomového záchvatu dochází k zahlcení zadní komory oka a sklivce nitrooční tekutinou. Objem sklivce se začne zvětšovat a vytlačovat přední plochu čočky proti duhovce, čímž vznikne zadní pupilární blok. Nahromaděním nitrooční tekutiny v zadní oční komoře se vytlačí radix duhovky vpřed a cirkulárně uzavře trámčinu komorového úhlu, čímž vznikne přední pupilární blok. Nitrooční tekutina následně nemůže odtékat a nastane prudké zvýšení NOT, které dosahuje hodnot 50-80 mmHg. [2, 15]

Tento jev může vzniknout z důvodu psychického vypětí, čtením za šera, ale i medikamentózním vlivem, a to konkrétně mydriatiky. Pro odeznění záchvatu aplikujeme lokálně osmoticky působící látky, jako je glycerin, inhibitory karboanhydrázy. Následně se indikuje laserová iridotomie, která vyrovná rozdíl nitroočního tlaku mezi přední a zadní komorou oční, uvolní nakloněnou duhovku a rozšíří komorový úhel. [1, 2]

Existuje ovšem i vzácnější typ uzávěru odtokových cest, který nazýváme Plateau iris. Tento typ je způsoben anatomickými změnami, kdy jsou výběžky ciliárního tělesa posunuty vpřed, nebo je duhovka postavena příliš blízko k trámčině. Pokud je zornice dilatovaná, může dojít k uzavření komorového úhlu periferním hřebenem duhovky. V tomto případě je indikována laserová iridotomie. [1]

Intermitentní primární glaukom

Intermitentní primární glaukom s uzavřeným úhlem je forma glaukomu, kdy se subjektivní příznaky objevují opakovaně. Pacient často pociťuje záchvaty zamlženého vidění, bolest hlavy a okolí očí, vzácně i nauzeu až zvracení. Příznaky nejsou příliš závažné, protože komorový úhel není zcela uzavřen, ale je nutné odstranit anatomickou příčinu. Poté se úhel opět otevře a nitrooční tlak se vrací do normálních hodnot. [1, 12]

Z důvodu častého postavení duhovky příliš blízko k trámčině, zůstává tato struktura trvale poškozena. Následkem tohoto poškození je opět mírné zvýšení NOT definované jako „simplex komponent“ [12].

Primární léčba spočívá v podání léků na snížení NOT a miotik, která způsobí opětovné otevření komorového úhlu. Další možností je laserová iridotomie nebo kombinace postupů. [12]

Chronický primární glaukom

Chronický primární glaukom je typem glaukomu vznikajícího v důsledku intermitentního nebo akutního glaukomu, kdy se v komorovém úhlu vytvoří synechie a nitrooční tlak se nevrátí do normálu. Přítomnost synechií uzavírá komorový úhel a v závislosti na rozsahu uzávěru se začne zvyšovat nitrooční tlak. Na papile zřetelně zrakového nervu poté nacházíme postupující glaukomovou neuropatii. Tento stav zpravidla vyžaduje chirurgické řešení pomocí iridotomie či iridektomie. [1]

3.2.3 Sekundární glaukom

Pro sekundární glaukomy je typická přítomnost jiného systémového onemocnění. Mezi tato onemocnění můžeme řadit záněty, traumata, cévní okluze, či nádory. Sekundární glaukom bývá častěji jednostranný. Cílem léčby je vždy nejprve zaléčit onemocnění, které vedlo k rozvoji glaukomu [2, 8].

Sekundární glaukom s otevřeným úhlem (SOAG)

Při tomto onemocnění zůstává komorový úhel otevřen, ale nitrooční tekutina odtéká v omezeném množství, což vede ke zvýšení nitroočního tlaku. Příčinou bývá jiné oční onemocnění [2]. SOAG může vzniknout z několika příčin a rozlišujeme u něj několik forem. Mezi formy SOAG patří: pseudoexfoliační glaukom (PEX glaukom), pigmentový glaukom, glaukom vyvolaný čočkou, neovaskulární glaukom, glaukom vyvolaný nitroočním zánětem a hemolytický glaukom. [1, 2, 8]

Sekundární glaukom s uzavřeným úhlem (SACG)

V případě sekundárního glaukomu s uzavřeným úhlem je znemožněn přístup nitrooční tekutiny k trabekulární síti z různých příčin. V důsledku toho se zvyšuje nitrooční tlak. Mezi příčiny řadíme dislokaci čočky, poúrazové či zánětlivé změny, nebo oční tumory. SACG se vyskytuje ve dvou formách, a to s pupilárním blokem nebo bez pupilárního bloku. [1, 2]

Příčinou SACG s pupilárním blokem je stav, jehož důsledkem je uzavření komorového úhlu a zvýšení NOT. Příkladem může být vrozená či získaná dislokace čočky (vrozená bývá u Marfanova syndromu), působení parasympatomimetik či intumescentní katarakta. Princip uzavěru komorového úhlu je stejný jako u primárního glaukomu, tedy vytvoření tlakového rozdílu mezi přední a zadní oční komorou. Terapií tohoto stavu je primárně snížení NOT a následně řešení příčiny, například extrakce čočky. [1, 12]

Při SACG bez pupilárního bloku je komorový úhel uzavřen z důvodu tahu nebo tlaku duhovky přes trabekulární síť. Příčinou jsou stavy jako neovaskulární glaukom, či iridokorneální endotelový syndrom. [1]

3.3 Diagnostika

U glaukomového onemocnění je důležitá prevence, neboť v primárním stádiu onemocnění nemusí mít pacient žádné subjektivní obtíže. Včasnou diagnostikou lze ovlivnit úspěšnost léčby, pokud je však onemocnění diagnostikováno pozdě, mohlo již dojít k poškození většího rozsahu. [1, 11, 12]

Stanovení diagnózy vyžaduje množství nezbytných vyšetření, jako jsou:

- Anamnéza
- Vyšetření na štěrbinové lampě
- Tonometrie

- Gonioskopie
- Vyšetření zrakového nervu
- Perimetrie
- Zobrazovací techniky

[1, 8, 15]

3.3.1 Anamnéza

Jednotlivé otázky je nutné pacientovi klást cíleně, důležitý je výskyt glaukomu v jeho rodině. V celkové osobní anamnéze se ptáme na systémová onemocnění, například hypertenze, diabetes mellitus či na onemocnění štítné žlázy. V lékové anamnéze je důležité, zda pacient užívá kortikosteroidy. V oční anamnéze jsou podstatné příznaky, jako jsou záchvaty bolesti, subjektivní zhoršení vize, výpadky zorného pole, dále pak i refrakční vady, presbyopie a potíže se čtením nebo oční úrazy. [1, 15]

3.3.2 Vyšetření šterbinovou lampou

Vyšetření pomocí šterbinové lampy má uplatnění především v posouzení předního segmentu oka. V souvislosti s glaukomovým onemocněním je pro nás podstatné posouzení hloubky přední komory, postavení duhovky, ale také z důvodu výskytu synechií či neovaskularizací. Vyšetření hloubky přední komory lze poměrně snadno provést metodou Van Hericka. Na šterbinové lampě promítáme svazek světla na rohovku pod úhlem 60° tak, aby byl paprsek kolmý na limbus. Na rohovce se zobrazí světelný proužek, jehož šíři porovnááme s šíří prostoru vzniklého mezi rohovkou a duhovkou. Hodnocení se provádí dle pěti stupňů reprezentujících šíři prostoru. [1, 16]

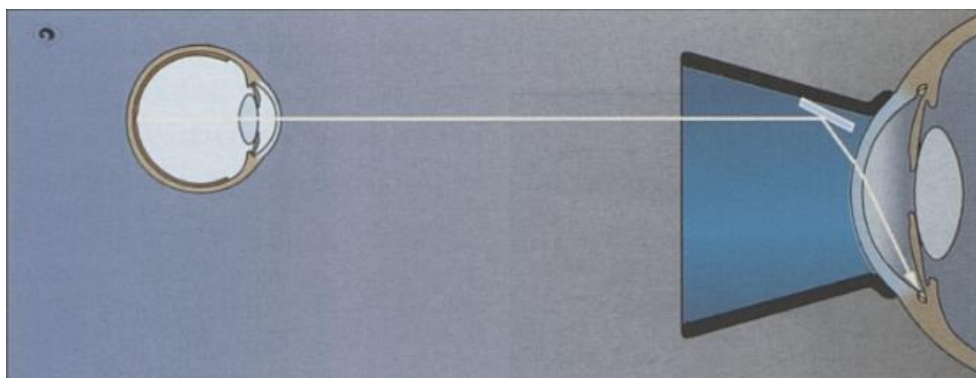
3.3.3 Tonometrie

Měření výše nitroočního tlaku je v souvislosti s glaukomovým onemocněním důležitá část vyšetření. Metodika vyšetření je popsána v kapitole 2.2.

3.3.4 Gonioskopie

Gonioskopie je vyšetření iridokorneálního úhlu pomocí goniočocky. Tato diagnostická metoda je podstatná pro rozlišení glaukomu s otevřeným, či uzavřeným úhlem. Gonioskopií lze rozeznat i další patologické změny komorového úhlu, podle kterých můžeme rozlišit, zda se jedná o primární či sekundární glaukom. Nejpoužívanější metodou je nepřímá gonioskopie. Technika tohoto vyšetření spočívá v použití šterbinové lampy a speciální čocky přikládáné

přímo na rohovku za pomoci anestezie. Komorový úhel je zobrazen stereoskopicky pomocí zrcadlového systému Goldmannovy čočky, na kterém se světlo odrazí a osvětlí úhel. [1, 2, 12]



Obrázek 5 Gonioskopické vyšetření [12]

Goldmannova čočka je založena na principu skleněného konusu, do kterého lze vsunout zrcadlo zkosené o 62° proti přední ploše. Tato čočka může ovšem mít i tři zkosená zrcadla, a to 79° , 67° a 57° , kterými lze vyšetřit i periferie očního pozadí [2]

3.3.5 Vyšetření zřakového nervu

Diagnostika papily zřakového nervu patří mezi nejdůležitější vyšetření v souvislosti s glaukomovým onemocněním. Vzhled papily je podstatný pro stanovení diagnózy, ale také ke sledování stádia onemocnění. Terč zřakového nervu můžeme pozorovat pomocí nepřímé oftalmoskopie na šterbinové lampě, či přímé oftalmoskopie s použitím Goldmannovy čočky nebo oftalmoskopu. Vyšetření provádíme hlavně z důvodu výskytu glaukomové neuropatie, kdy nacházíme změny na papile a v jejím okolí. Čím dříve dokážeme tyto změny identifikovat, tím dříve je možné zahájit terapii a zachovat tak stabilitu zřakových funkcí. [1, 8, 12]

Velikost a tvar papily

Průměr papily se pohybuje v rozmezí 1,2-2,5 mm, kde vertikálně je průměr o desetinu milimetru větší, tudíž papila je oválného tvaru. Velikost je dána geneticky a ovlivněna etnikem a refrakční vadou jedince. U hypermetropů bývá terč menší a u myopů naopak větší, ale pravděpodobnost glaukomu přímo nesouvisí s velikostí terče. I přes to je však nutno rozdělit velikost terče na malý, střední a velký. [1, 8, 11]

Neuroretinální lem

Tvar neuroretinálního lemu odpovídá tvaru papily, tvar je tedy také vertikálně oválný. Šíři neuroretinálního lemu určuje tzv. pravidlo ISNT vycházející z latinského názvosloví (inferior, superior, nasale, temporale). Nejširší lem nacházíme v dolní části (inferior), následně nahoře (superior), užší část se nachází nazálně a nejtencí temporálně. Vlivem glaukomové neuropatie dochází k úbytku tkáně, která se projeví ovalizací a prohloubením exkavace papily. [1, 8, 17]

Exkavace

Exkavace je prohloubení na papile zrakového nervu, na kterém se nevyskytují axony nebo jen v malé míře. Posuzujeme zde tvar, hloubku a velikost průměru. Tvar exkavace je oválný v horizontálním směru, rozšířením u glaukomové neuropatie dochází k úbytku neuroretinálního lemu. Průměr exkavace (C) porovnáváme s průměrem celého disku (D) vůči velikosti papily, tzv. C/D poměr. Tento poměr klasifikuje papily, které jsou bez exkavace až po papily s širokou exkavací. [1, 8]

Přítomnost hemoragie

Pokud se na papile zrakového nervu nachází hemoragie, hovoříme již o postupujícím glaukomovém onemocnění. Hemoragie rozlišujeme na čárkovité a třískovité. Po několika týdnech nacházíme v místech jejich výskytu defekty vrstvy axonů gangliových buněk a úbytek neuroretinálního lemu. [1]

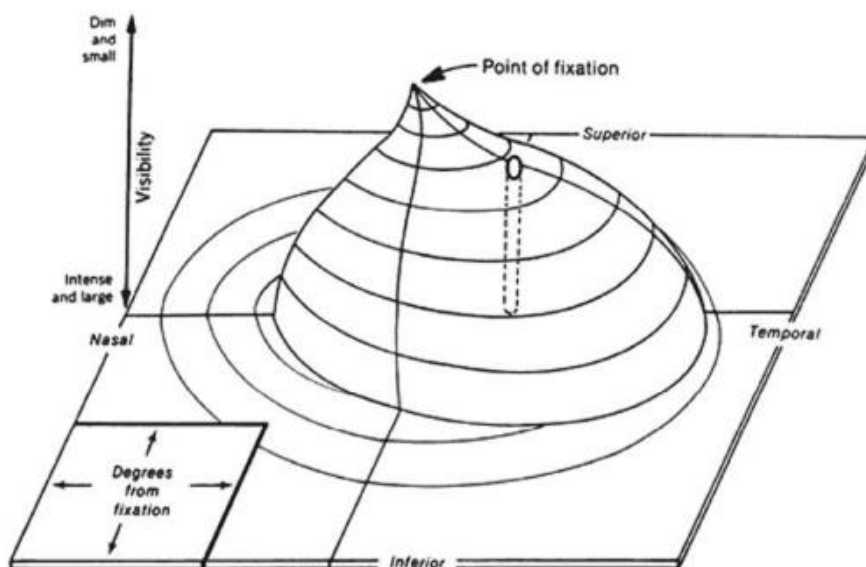
3.3.6 Perimetrie

Perimetrie je diagnostická metoda, která slouží k vyšetření rozsahu a kvality zorného pole. Rozlišujeme dva typy perimetrie, kinetickou a statickou. V dnešní době se nejvíce používá modernější statická (počítačová), kterou lze vyšetřit i kontrastní citlivost či barvocit. [1, 2, 5, 17]

Statická perimetrie využívá promítání testové značky s proměnlivou intenzitou na konstantně osvětlené pozadí polokoule. Pokud je značka jasnější než práh citlivosti pacienta, jedná se o nadprahovou hodnotu, naopak když má značka nízký kontrast, jedná se o podprahovou hodnotu, kterou pacient nevidí [1]. Vyšetření probíhá ve spolupráci s pacientem, kdy je vyzván, aby vždy když zaznamená světelný stimul, stiskl tlačítko. Světelná značka je pak promítána v různých místech pacientova zorného pole. [5, 17]

Pomocí počítače jsou vyhodnoceny výsledky. Na místech zorného pole pacienta, kde je vysoká senzitivita, nacházíme vysoké hodnoty decibelů (dB) a naopak. Tímto způsobem získáme

prostorové znázornění zorného pole, tzv. Hill of vision („kopec vidění“), který je rozdílný dle věku pacienta. [5]



Obrázek 6 Hill of vision („kopec vidění“) [5]

Z tohoto důvodu je nutné porovnávat výsledky se stejnou věkovou skupinou. Poruchy zorného pole se projeví defektem v normálním „kopci vidění“. Pojmeme absolutní skotom označujeme místo, na kterém nebyl zaznamenán žádný podnět. Příkladem takového místa může být část výstupu zrakového nervu, kde není možné zaznamenat světelný stimul z důvodu absence fotoreceptorů. [5]

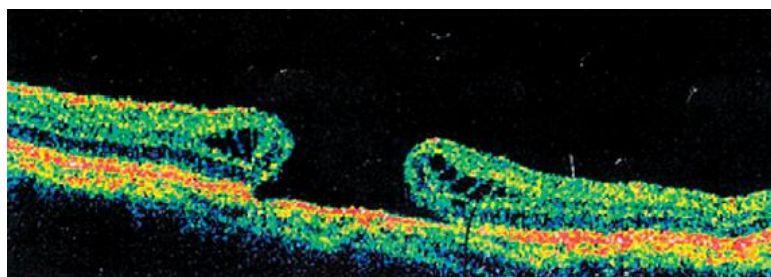
3.3.7 Zobrazovací techniky

Digitální zobrazovací techniky jsou dnes považovány za běžnou součást vyšetření u glaukomového onemocnění. Lze u nich sledovat a dokumentovat změny na papile zrakového nervu a jejich vývoj. [1]

Optická koherenční tomografie

OCT (Optical Coherence Tomography) definujeme jako neinvazivní diagnostickou metodu zobrazující struktury retiny, papily zrakového nervu a také vrstvu nervových vláken. Přístroj vytváří obraz příčného řezu tkáně, kde jednotlivé vrstvy jsou barevně odděleny díky optické reflektivitě jednotlivých struktur tkání. OCT pracuje na principu nízkokoherentní interferometrie z důvodu analýzy odraženého světla. Infračervené záření o *vlnové délce* 820 nm, jehož zdrojem je superluminiscentní dioda, se dělí na dva paprsky. Pomocí Michelsonova

interferometru lze měřit fázový posun mezi paprskem odraženým od referenčního zrcadla a paprskem odraženým od sítnice. [1, 2, 9, 18]



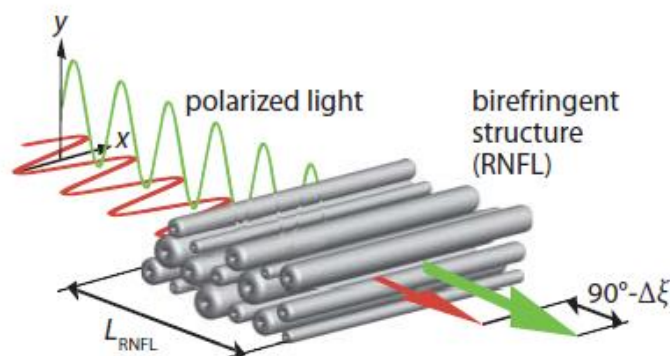
Obrázek 7 Barevná škála sítnice vytvořená OCT (makulární díra) [16]

Heidelberský retinální tomograf

HRT je konfokální laserový skenovací oftalmoskop zobrazující 3D strukturní analýzu zadního segmentu oka pomocí monochromatického koherentního záření. V souvislosti s glaukomem je používán ke sledování změn na papile zrakového nervu a vrstvy nervových vláken. Tímto vyšetřením získáme stereometrické parametry, udávající například tvar exkavace a topografickou mapu, která je barevně kódována. [1, 2, 9]

GDx analyzátor nervových vláken

GDx je přístroj, jehož principem je laserová polarimetrie. Využívá se pro kvantitativní vyšetření vrstvy nervových vláken v peripapilární oblasti. Vrstva se skládá z válcovitých mikrotubulů, které jsou paralelně uspořádány a chovají se jako dvojlomné optické prostředí. Polarizovaný paprsek se skládá ze dvou kolmých světelných vln. Jedna z vln probíhá v paralelním směru stejně jako nervová vlákna a druhá je kolmá na průběh vláken. Po průchodu vrstvou nervových vláken dochází ke zpětnému odrazu vln, ovšem s rozdílným časovým posunem. Zpoždění mezi dvěma vlnami odpovídá tloušťce vrstvy nervových vláken. [1, 2, 9]



Obrázek 8 Orientace polarizovaných paprsků vůči mikrotubulům [9]

3.4 Terapie glaukomu

Při glaukomové terapii se snažíme snížit hodnotu NOT, zachovat zrakové funkce pacienta a zamezit další progresi poškození zrakového nervu. [15]

Léčbu můžeme dělit na:

- Farmakoterapii
- Laserovou terapii
- Chirurgickou terapii

3.4.1 Farmakoterapie

U medikamentózní léčby se snažíme zachovat zrakové funkce za použití minimálního množství léků a nežádoucích účinků. Pomocí léků cíleně snižujeme nitrooční tlak a zlepšujeme krevní průtok. Většina léků je podávána ve formě očních kapek. Farmakoterapii dělíme dle účinku podávaných léků na několik skupin. [1, 8]

Léky snižující tvorbu nitrooční tekutiny

Betablokátory (beta adrenergní antagonisté), sympatomimetika (alfa adrenergní antagonisté), inhibitory karboanhydrázy (lokální ICA a celkové ICA), hyperosmotika a kombinované preparáty. [1, 8]

Léky usnadňující odtok nitrooční tekutiny

Analoga prostaglandinů a prostamidy, parasympatomimetika (miotika). [1, 8]

3.4.2 Laserová terapie

Pokud medikamentózní léčba nezabírá, přistupuje se k neinvazivním laserovým technikám prováděným v lokální anestezii. Výkon většinou probíhá rychle a bez komplikací, proto se pro pacienta jeví jako velmi pohodlný. [1, 2, 3, 8]

Laserová trabekuloplastika

Tento výkon je používán z důvodu snížení NOT, kdy se laserová energie přímo aplikuje do trabekulární sítě a tím selepší odtok nitrooční tekutiny. Rozlišujeme dvě techniky: Argon laserová trabekuloplastika (ALT) a selektivní laserová trabekuloplastika (SLT). Tyto techniky mají využití zejména při léčbě glaukomu s otevřeným úhlem. [1, 8] ALT funguje na principu fotokoagulace. Na rohovku se po lokální anestezii přiloží Goldmannova čočka, přes kterou je zaměřen laserový paprsek velikosti 50 μm do trabekulární sítě. Výkon se provádí

v jednom sezení se 100 body po celém obvodu úhlu nebo ve dvou sezeních, kdy se použije pouze 50 bodů v jedné polovině úhlu. Argon laser působí rozrušení a termální poškození trámčiny s kontrakcí trabekula a následným mechanickým otevřením okolní tkáně a usnadněním odtoku. V prvních hodinách po zákroku může NOT lehce stoupnout, ale po několika dnech dojde ke snížení. [1, 2, 12]

SLT je novější a v současnosti více používaná technika. Dochází při ní k zásahu pigmentových buněk trabekula speciálním Nd:YAG laserem o *vlnové délce* 532 nm. SLT nezpůsobuje termální poškození trabekulární trámčiny. Fixní stopa velikosti 400 μm pokryje kontinuálně komorový úhel přesně zacíleným paprskem. V prvním půl roce po výkonu se hodnota NOT prokazatelně snižuje, ovšem v průběhu let může také selhat, pak se výkon opakuje nebo je zvolen jiný postup. [1, 2]

Iridotomie

Laserová iridotomie (LI) je technika fungující na principu fotodisrupce. Jedná se o zákrok prováděný pomocí Nd: YAG nebo argonového laseru, při kterém se za použití lokální anestezie vytvoří otvor do horní části periferie duhovky. Cílem je odstranění pupilárního bloku s následným vyrovnáním NOT mezi přední a zadní komorou oka. V některých případech je ovšem možné i zpětné uzavření otvoru v duhovce. [1, 2, 8, 12]

Gonioplastika

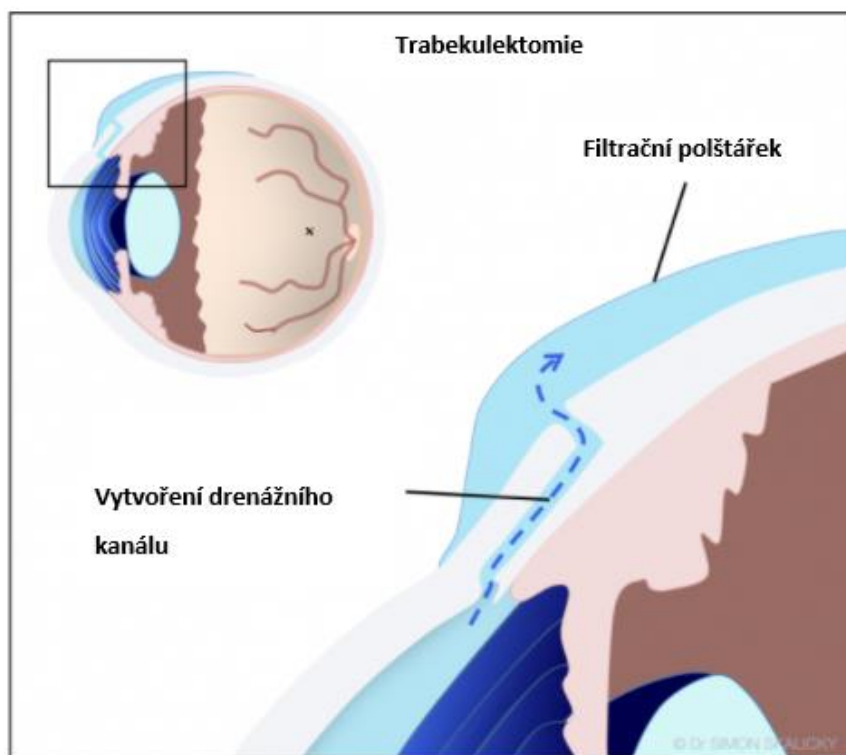
Gonioplastika neboli iridoplastika je zákrok užívaný u úzkého komorového úhlu. Provádí se pomocí fotokoagulačního argonového laseru, jehož impulzy aplikujeme periferně po obvodu duhovky. Tento zákrok má jen nízký vliv na snížení NOT, primárně se snažíme rozšířit komorový úhel a následně zvolit další způsob léčby. [1, 2, 12]

3.4.3 Chirurgická terapie

Pokud se nepodaří progresi glaukomového poškození zastavit pomocí medikamentózní či laserové terapie, přichází v úvahu chirurgický zákrok. Jeho cílem je snížení NOT a zachování zrakových funkcí pacienta. V žádném případě negarantuje pacientovi, že se operací zbaví lokální medikace. V dnešní době existuje poměrně velké množství operačních technik, které můžeme rozlišit dle způsobu snižování NOT na: zvýšení odtoku nitrooční tekutiny, snížení tvorby nitrooční tekutiny a zlepšení průtoku nitrooční tekutiny mezi přední a zadní komorou oka. [1, 2, 8, 12]

Chirurgické zvýšení odtoku nitrooční tekutiny

Mezi tyto operační techniky řadíme penetrující, nepenetrující, miniinvazivní operace a také drenážní implantáty. Nejpoužívanější penetrující filtrující operací je trabekulektomie, při které je vytvořen drenážní kanál z přední komory do podspojivkového prostoru. Známkou dobré filtrace je vytvoření cystického filtračního polštářku. Mezi nepenetrující operace řadíme například hlubokou sklerektomii, podstatou je vytvoření trabekulodescemetské membrány s následným vznikem sklerálního jezírka, které je známkou dobré filtrace. V moderní chirurgii glaukomů se používají miniinvazivní metody, kdy se zavádějí různé implantáty intraokulárně přímo do komorového úhlu s vývodem subkonjunktiválně. Z výše uváděných metod je nejefektivnější trabekulektomie, tato operace však má nejvíce pooperačních komplikací. Drenážní implantáty se používají v případě selhání dříve provedené filtrující operace, při onemocnění spojivky a povrchu oka, u afakie dětí a u aktivního neovaskulárního onemocnění. Tělo implantátu je fixováno do oblasti ekvátoru, trubička z něj vycházející ústí do přední komory limbálním řezem. Tekutina je odváděna do zadních částí oka. [1, 2, 8]



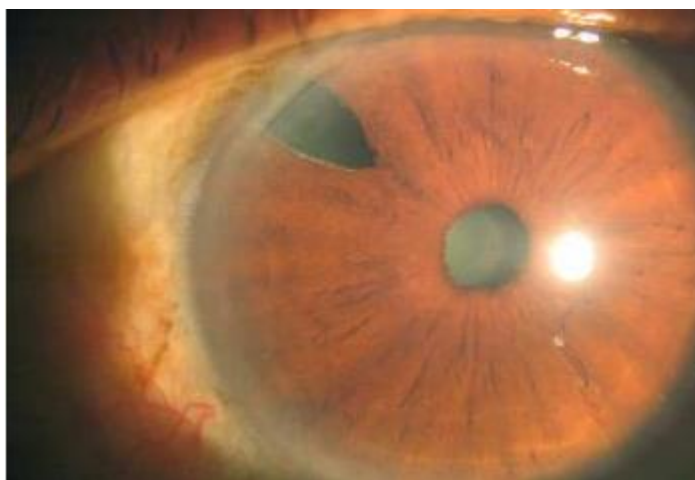
Obrázek 9 Schéma provedení Trabekulektomie, upraveno dle [19]

Chirurgické snížení tvorby nitrooční tekutiny

V této kategorii operací dochází k destrukci pigmentového epitelu řasnatého tělesa a tím i ke snížení tvorby nitrooční tekutiny. Nejpoužívanějšími technikami jsou v dnešní době transsklerální cyklofotokoagulace, endoskopická cyklofotokoagulace a ultrazvuková cyklokoagulace. Při transsklerální cyklofotokoagulaci se v lokální anestezii aplikují laserové pulsy nad řasnaté těleso tak, aby zůstal jeden kvadrant nedotčen. Endoskopická cyklofotokoagulace je metoda, při které dochází k fotokoagulaci pomocí endoskopické laserové sondy zavedené zornicí či přes pars plana. Při ultrazvukové cyklokoagulaci je využito koncentrované ultrazvukové energie pro destrukci výběžků řasnatého tělesa. Pro tuto metodu je charakteristické nedotčení skléry a stromatu corpus ciliare. [1, 2]

Chirurgické zlepšení průtoku nitrooční tekutiny

Mezi tyto techniky řadíme periferní LI, která je indikována u pupilárního bloku, kdy mezi přední a zadní komorou oka vzniká tlakový gradient. Vytvořeným otvorem v duhovce se tlak vyrovná a nitrooční tekutina může normálně odtékat. Další technikou je extrakce čočky, která je používána v případech akutního glaukomového záchvatu s pupilárním blokem. Tímto zákrokem dosáhneme prohloubení přední oční komory, rozšíření komorového úhlu, zlepšení odtoku nitrooční tekutiny a také snížení NOT. [1]



Obrázek 10 Periferní iridektomie [20]

Tomuto efektu je věnována samostatná kapitola.

4. Katarakta

Katarakta je patologický stav, kdy v oční čočce vznikají zákalý vedoucí k poruše její transparentnosti. Dochází zde k většímu rozptylu světla, který vede k postupnému snižování zrakové ostrosti. Za normálních okolností je oční čočka transparentní díky uspořádané struktuře proteinových vláken, které se nazývají krystaliny. Pokud dojde k poruše této struktury a proteiny agregují, v oční čočce se začne tvořit zákal. [1, 9]

Katarakta bývá uváděna jako nejčastější příčina slepoty na celém světě. Dosud nebylo objeveno, jakým způsobem by se dalo kataraktě úplně předejít. Dnes již víme, že existují určité rizikové faktory, které mohou vést k tvorbě katarakty, jako je alkohol, UV záření, diabetes, kouření a další. [1, 2, 8, 9]

4.1 Klasifikace katarakty

Jednotlivé typy katarakt můžeme rozlišovat podle příčiny vzniku na vrozené, senilní, traumatické (tupé poranění oka, dislokace či subluxe čočky, perforující poranění čočky), katarakty u nutričních a metabolických poruch (diabetes mellitus, galaktosémie, hypokalcemie), katarakty lékové (vlivem kortikoidů, steroidů, psychotropních léků), radiační katarakty (vlivem ionizujícího záření, RTG paprsků, UV záření, IR záření), katarakty z jiných očních onemocnění (uveitida, glaukom) a další. [1, 2]

Dále katarakty klasifikujeme dle oblasti zakalení na:

Nukleární

U tohoto typu je zákal patrný v jádře čočky. Vývoj je pomalý a subjektivně se projeví myopizací, z důvodu zvýšení indexu lomu. Pacient často nemá problém s viděním do blízka, ale mívá poruchy barevného vidění, nejčastěji v modré barvě. Nukleární katarakta častěji vzniká u získaných, senilních a kongenitálních typů katarakt. [1, 2, 3, 8, 17]

Kortikální

U kortikální katarakty nacházíme klínovité zákalý v kortexu čočky, důvodem bývá hydratace vláken čočky důsledkem poruchy iontové rovnováhy. Pacient má problémy s ostrým světlem, snižuje se jeho zraková ostrost a může docházet i k monokulární diplopii. Pokud se v čočce začne hromadit voda a čočka zbotná, může se vyvinout intumescentní katarakta. Kortikální katarakta nejčastěji vzniká u získaných a senilních typů. [1, 2, 3, 8, 17]



Obrázek 11 Kortikální katarakta [1]

Zadní subkapsulární

U zadní subkapsulární katarakty je zákal lokalizován v oblasti zadního pouzdra čočky vlivem migrace epitelových buněk z ekvatoriální části a jejich zvětšování. U pacientů obvykle bývá snižená zraková ostrost, problémy s oslněním a zhoršené vidění na blízko. Tento typ katarakty vzniká častěji u mladších jedinců a může být důsledkem užívání kortikosteroidů nebo ovlivněn působením ionizujícího záření. [1, 2, 3, 8, 17]

Přední subkapsulární

U tohoto typu katarakty zákal lokalizujeme v oblasti předního pouzdra čočky. Přední subkapsulární katarakta bývá spojena s fibrózní metaplazií buněk čočkového epitelu. [1, 3]

U všech těchto typů katarakty můžeme rozlišovat také stupeň zakalení na incipiens (počínající), nondum matura (nezralá), matura (zralá), hypermatura (přezralá). [2]

4.2 Chirurgické techniky

Dosud nebyla objevena žádná konzervativní technika léčby katarakty, a proto jedinou účinnou léčbou je chirurgický zákrok. Před operací katarakty je nutné zjistit pacientovu oční anamnézu, vyšetřit přední segment oka pomocí štěrbinové lampy, vyšetřit oční pozadí, stanovit refrakci, změřit hodnotu nitroočního tlaku a provést interní předoperační vyšetření včetně krevního obrazu. Indikací k chirurgii katarakty je omezující snížení zrakové ostrosti pacienta a další s kataraktou spojené obtíže, které komplikují jeho každodenní život. [1, 3, 8, 13]

4.2.1 Reklince

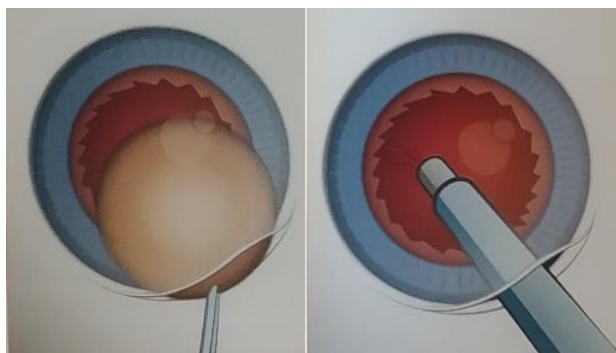
Reklince byla historicky první operační technikou, kdy se zakalená oční čočka odstraňovala luxací do sklivce pomocí ostré jehly. S čočkou se manipulovalo, dokud pacient nezačal vidět ostřeji. Zlepšené vidění bylo pouze krátkodobé a pooperační komplikace mnohdy vedly až ke ztrátě zraku. Výskyt komplikací byl při této technice velmi vysoký, a proto se začaly později vyvíjet nové techniky pro extrakci čočky. [3, 13, 17]

4.2.2 Intrakapsulární extrakce

Intrakapsulární extrakce je metoda v dnešní době už minimálně používaná, při níž je odstraněna celá čočka včetně intaktního pouzdra. Pomocí širokého korneosklerálního řezu je do oka zavedena kryoextrakční sonda, jejíž teplota je náhle snížena. Tím dojde k přimražení pouzdra čočky k sondě a následně k jejímu vyjmutí. U operační rány je nutné po zákroku provést suturu. Z důvodu odstranění celé oční čočky je následný refrakční deficit řešen pomocí brýlové korekce či kontaktní čočky. Z důvodu výskytu pooperačních komplikací se tato metoda dnes využívá zcela výjimečně. [2, 3, 8, 10, 13]

4.2.3 Extrakapsulární extrakce

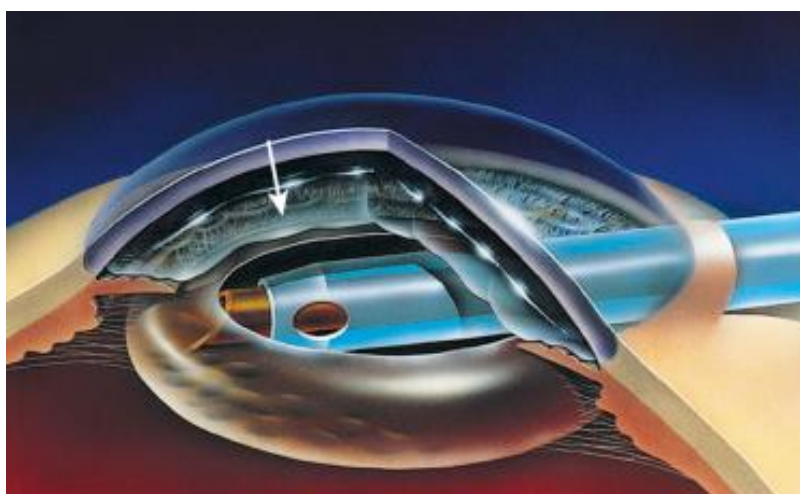
Principem této metody je extrakce jádra a kortexu čočky, kdy je zachována většina jejího pouzdra pro implantaci intraokulární čočky. Při extrakapsulární extrakci s expresí jádra se pomocí injekční jehly otevře přední kapsula („Can opener kapsulotomie“), následně je otvor rozšířen a provede se luxace jádra čočky do přední komory. Odsud je poté hydroexpresí či viskoexpresí odstraněno z oka. Pomocí irigační-aspirační kanyly jsou odsáty zbytky čočkových hmot, zároveň je díky irigaci speciálního roztoku udržován stálý nitrooční tlak. Poté se provede implantace intraokulární čočky. [2, 8, 10]



Obrázek 12 Extrakce jádra s následným odsátím čočkových zbytků [8]

4.2.4 Fakoemulzifikace

Tato metoda patří dnes mezi nejpoužívanější v chirurgii katarakty. Poprvé byla popsána v roce 1967 Charlesem Kelmanem, ovšem prosazovat se začala až v devadesátých letech 20. století díky vývoji nových přístrojů. Před zahájením operačního výkonu je nutné do přední komory aplikovat viskoelastický materiál OVD (ophthalmic viscosurgical devices) sloužící k mechanické ochraně endotelu rohovky a k stabilizaci přední komory. Viskoelastický materiál by měl být snadno aplikovatelný a následně i snadno odstranitelný, ovšem čím větší bude viskozita materiálu, tím obtížnější bude jeho odstranění. Látky s vyšší viskozitou mohou také zablokovat trabekulární síťovinu a pokud nejsou po operaci kompletně odstraněny, mohou zvýšit nitrooční tlak. Přítomnost OVD však tlumí šokovou vlnu, která se šíří prostředím. Velkou výhodou fakoemulzifikace je malý hlavní řez rohovky (clear cornea o velikosti ± 2 mm), který není nutné uzavírat stehy a díky němuž se snižuje riziko astigmatismu a dalších pooperačních komplikací. Během operace dojde k destrukci jádra čočky pomocí ultrazvukové fako koncovky, rozdrčený materiál je jí následně odsáván. Potom jsou zbytky čočkových hmot odstraněny aspirační/irigační koncovkou. Pokud použitá fako koncovka obsahuje všechny tři funkce (ultrazvuk, aspiraci a irigaci), prováděná metoda operace se nazývá koaxiální fakoemulzifikace. Existuje tzv. biaxiální fakoemulzifikace, kdy je aspiračně / irigační kanýla součástí samostatného nástroje a v ultrazvukové koncovce chybí. [1, 2, 3, 8, 21]. Tato metoda se používá minimálně.



Obrázek 13 Fakoemulzifikace se znázorněním viskoelastického materiálu (šipkou) [22]

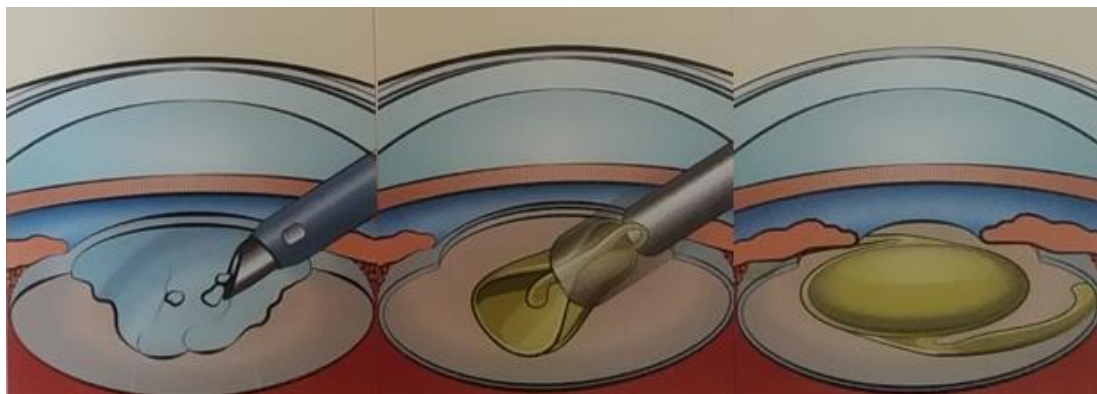
Fakoemulzifikační koncovka

V přiváděči fakoemulzifikační koncovky jsou piezoelektrické krystaly, pomocí nichž se elektrická energie transformuje na mechanické vlnění s *frekvencí* 27-45 kHz a přenáší se jako vysokofrekvenční vibrace do jejího hrotu, který je rozkmitán. Součástí tohoto systému je automatická kontrola vibrací hrotu, která je určena k monitorování a udržení frekvence. Hrot fakokoncovky je účinně zpomalován prostředím, ve kterém se nachází. K rozdrčení jádra čočky dochází díky tomu, že vysokoenergetický ultrazvuk má na hmotu destruktivní účinky v důsledku kavitace.[1, 2, 23]

Odstranění jádra čočky

Kromě řezu rohovky pro vstup fako koncovky se provádí ještě 1 malý boční řez 1,1 mm (tzv. paracentéza), který slouží chirurgovi pro manipulaci s druhým nástrojem. Jde o tzv. bimanuální techniku, která je pro současnou fakoemulzifikaci standardem. Následuje provedení kapsulorexe (CCC), kdy se otevře přední pouzdro čočky pomocí jehly nebo pinzety a následně se odstraní jeho střední kruhovitá část. Tím je umožněn vstup do obsahu čočky. Dalším krokem je hydrodisekce, kdy je pomocí tekutiny oddělen kortex od kapsuly. [1]

Jádro čočky je možné pomocí ultrazvuku mechanicky rozdělit několika technikami, např. divide and conquer (DC) nebo phaco chop (PC). Při DC technice se vytvoří hluboký vryp v jádře čočky, ale ekvatoriální část jádra zůstává zachována. Následně se jádro rozdělí na čtyři kvadranty, které jsou dále rozmělněny ultrazvukem a odsáty. PC technika má mnoho dalších modifikací. Principem však zůstává mechanické rozlámání jádra na nestejně fragmenty za pomoci tlaku dalšího nástroje (choperu) proti hrotu fakokoncovky. Po odsátí čočkových zbytků a vyčištění pouzdra aspirací/irigací může být do takto připraveného pouzdra pomocí injektoru implantována umělá intraokulární čočka (IOL). Po implantaci IOL je nutné odstranit viskoelastický materiál z přední komory. [1, 2]



Obrázek 14 Postup fakoemulzifikace s implantací IOL [8]

4.2.5 Femtosekundová technologie

Femtosekundový laser se v souvislosti s chirurgií katarakty začal využívat v roce 2009 pro vytvoření rohovkové incise, kapsulorexi a destrukci jádra, aby se minimalizovala potřeba ultrazvukové energie a zároveň se zpřesnily některé fáze operace. Tato technika využívá ultrakrátkého světelného pulzu a snižuje vedlejší efekty laseru v přilehlých tkáních, jako je například exces tepla. Femtosekundový laserový paprsek vytvoří jednotlivá místa fotodisrupce a pomocí zaostřených pulzů vytváří souvislé řezy. Laser je veden pomocí počítače a napojen na optický zobrazovací systém. Před samotnou operací je nutné změřit řadu parametrů, jako dilataci zornice, tloušťku čočky a další. Následně se vytvoří chirurgický plán. Nastavované parametry zahrnují velikost, tvar a požadovaný střed laserové ablace pro kapsulotomii. Dalšími parametry jsou průměr, hloubka a vzor řezu pro fragmentaci čočky. Výhodou této metody je oproti manuálnímu chirurgickému postupu lepší kvalita řezu, snížené riziko indukovaného astigmatismu, vyšší spolehlivost a reprodukovatelnost kapsulotomie a zvýšená stabilita implantované čočky. V neposlední řadě také omezení použití ultrazvukové energie. Kritici této metody tvrdí, že je klasická ultrazvuková fakoemulzifikace v ruce zkušeného chirurga stejně bezpečná a efektivní [1, 3, 24]. Hlavním problémem femto kataraktové chirurgie zůstává její vysoká cena, přesto i přes tento fakt našla své širší uplatnění v klinické praxi.



Obrázek 15 Plánování fragmentace čočky Femtosekundovým laserem [24]

4.3 Komplikace katarakty ovlivňující glaukom

V dnešní době je operace katarakty velmi častý a poměrně úspěšný chirurgický zákrok. Ovšem i přes moderní metody zde existuje určité riziko komplikací. Některé z nich mohou mít vliv na vznik či progresi glaukomu. [1, 25]

Pooperačně mělká přední komora

Mělká přední komora po operaci katarakty může vzniknout vlivem netěsnosti rány, pupilárním či ciliárním blokem. Nutné je zde akutní řešení. Při výskytu pupilárního bloku je primárním řešením laserová iridotomie. Ciliární blok bývá nazýván také jako maligní glaukom, vzniklý pronikáním komorové tekutiny do sklivce. Nejúčinnějším řešením je v tomto případě pars plana vitrektomie. [1]

Pooperační zvýšení NOT

Jedná se o běžnou a však krátkodobou komplikaci. Příčinou může být neúplné odsátí viskoelastického materiálu z přední komory. Pro pacienty s pokročilejším stádiem glaukomu může být tato komplikace větším rizikem a je nutné provést lokální antiglaukomovou farmakoterapii. [1, 8, 25]

Ruptura zadního pouzdra

Příčinou této komplikace bývá trhлина způsobená kapsulorexi. Velmi záleží na míře ruptury, pokud je velká a většina jádra čočky zůstala ve vaku, je nutné fakoemulzifikaci přerušit. Další komplikací může být luxace fragmentů čočky do sklivce, což vede ke vzniku uveitid, glaukomu a rohovkovému edému. [1, 8, 25]

Maligní glaukom

Při této komplikaci jsou čočka a duhovka tlačeny směrem dopředu, přední komora je tak mělká a komorový úhel se uzavírá. Dochází tak k misdirekci toku komorové tekutiny do sklivce a následně ke zvýšení nitroočního tlaku. Jedním z řešení je pars plana vitrektomie. [1, 8]

V následující kapitole bude popsán naopak pozitivní vliv chirurgie katarakty na glaukom.

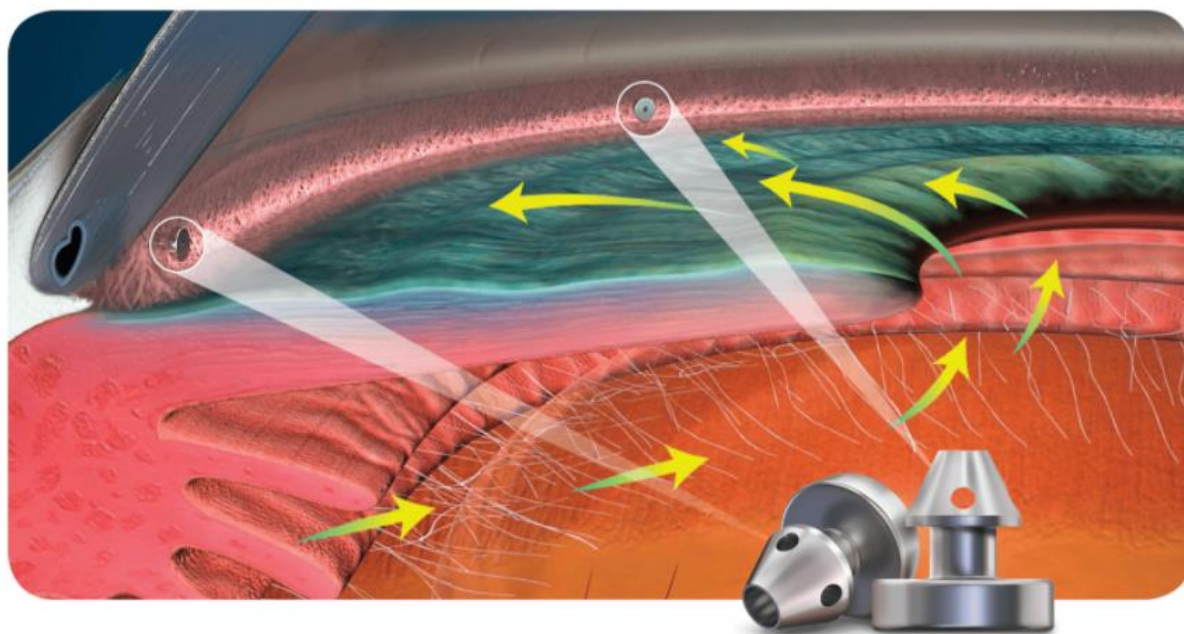
5. Vliv operace katarakty na změnu NOT

Velké množství pacientů s glaukomovým onemocněním má současně diagnostikovánu také kataraktu. Jak již bylo v mnoha výzkumech objasněno, fakoemulzifikace pozitivně ovlivňuje vyšší nitroočního tlaku a tím se stává vhodnou alternativou pro glaukomovou terapii. Nejčastěji pozorujeme dlouhodobé snížení nitroočního tlaku u pacientů s primárním glaukomem s otevřeným úhlem (POAG) a u pacientů s oční hypertenzí, kteří zatím nemají známky glaukomového poškození. U pacientů s glaukomem s uzavřeným úhlem (PACG) je často snížení nitroočního tlaku ještě výraznější. Bylo zjištěno, že tento efekt souvisí s předoperačním nitroočním tlakem, pokud tedy byl před extrakcí katarakty NOT vysoký, pacient získá průměrně výraznější snížení NOT. U očí s nejnižším předoperačním NOT bývá průměrné snížení nevýznamné, může dokonce dojít i k lehkému zvýšení. V některých případech mohou pečlivá vyšetření (gonioskopie, ultrazvuková biomikroskopie, OCT) pomoci chirurgovi předvídat, jak bude NOT pooperačně ovlivněn. Největší efekt bývá zaznamenán v několika prvních měsících po fakoemulzifikaci, nicméně studie prokazují, že snížený NOT zůstává i v průběhu dalších let. [26, 27, 28]

Přesný mechanismus snižování nitroočního tlaku po extrakci katarakty dosud není znám, ovšem některé studie pracují s určitými teoriemi. [26]

První teorie tvrdí, že rozšířením komorového úhlu a prohloubením přední komory po fakoemulzifikaci se zlepší odtok nitrooční tekutiny a tím dojde ke snížení NOT. Zároveň uvádí, že po kultivaci buněk trabekulární síťoviny bylo nalezeno uvolňování interleukinů a tumor nekrotických faktorů, které mohou vést ke zvýšené syntéze metaloproteináz v trabekulární síťovině. [26, 27] Další teorií je rozšíření trabekulární síťoviny a vzrůstající mechanické napětí na zonulárních vláknech, což vede ke klesání resistance odtoku nitrooční tekutiny a snížení NOT. Johnston a kolektiv uvádí [28], že systém pro odtok nitrooční tekutiny funguje podobně jako pumpa a je součástí cévního systému. Pro správný odtok nitrooční tekutiny do Schlemmova kanálu musí trabekulární síťovina zachovat svou schopnost filtrace. Ovšem u glaukomové neuropatie dochází k dysfunkci trabekulární sítě. Pokud po fakoemulzifikaci zaujme přední pouzdro čočky určité postavení, zonulární vlákna způsobí trakci čočky směrem k řasnatému tělesu a sklerální ostruže. Vlivem trakce čočky je trabekulární síť rozšířena a tím je zlepšen i odtok nitrooční tekutiny. Výhodou je, že implantovaná intraokulární čočka se ani po čase nezvětšuje. [26, 27, 28]

Další vhodnou alternativou pro výraznější snížení NOT je kombinace fakoemulzifikace a trabekulektomie, či zavedení drenážního implantátu. Jednou z možností drenážního implantátu je například zařízení iStent. Jedná se o malý kovový stent, který vytváří odtok nitrooční tekutiny z přední komory do Schlemmova kanálu a přitom obchází trabekulární síťovinu. Implantace dvou stentů se provádí současně s fakoemulzifikací. Výsledkem je pokles nitroočního tlaku a snížená aplikace antiglaukomatik. Nevýhodou této techniky je ovšem účinnost pouze u glaukomu s otevřeným úhlem. U uzavřeného úhlu je tento postup kontraindikován. [26, 29, 30, 31]



Obrázek 16 Implantace iStent [31]

Operace katarakty se jeví jako efektivnější řešení při rozvoji glaukomového onemocnění oproti konzervativní léčbě. Kromě snížení NOT pacient získá i lepší zrakovou ostrost. Další výhodou ve srovnání s jinými technikami je rychlejší zotavení a menší množství pooperačních komplikací. [28]

6. Experimentální část

6.1 Úvod

Experimentální část byla zaměřena na sledování efektu změny nitroočního tlaku po operaci katarakty. Dle mnoha studií má extrakce čočky pozitivní vliv na výši nitroočního tlaku a tedy i na vývoj glaukomového onemocnění.

V této práci byly provedeny studie u dvou skupin pacientů. První skupina zahrnovala pacienty s diagnostikovanou kataraktou a normálním nitroočním tlakem. Do druhé skupiny byli zařazeni pacienti s diagnostikovanou kataraktou a současně byli léčeni pro glaukom, který byl v době operace kompenzován (pouze medikamentosně).

Cílem této studie bylo zjistit, zda u pacientů s glaukomem a bez něj došlo operací katarakty ke snížení nitroočního tlaku a případně, zda je tato metoda vhodná pro glaukomovou terapii.

Dále byl zjišťován vliv operace samotné i pooperační léčby na hodnoty NOT. Všechny naměřené hodnoty a sledované parametry byly statisticky zpracovány.

Pomocí analýzy získaných dat a jejich statistickým zpracováním byly ověřovány dvě hypotézy:

Hypotéza H1: U pacientů skupiny 1 (bez glaukomového onemocnění) bude větší pokles NOT po operaci než ve skupině 2 (s glaukomem).

Hypotéza H2: Efekt snížení NOT po operaci katarakty závisí na typu glaukomu.

6.2 Metodika

Metodika této studie byla shodná u všech vyšetřovaných. Všem pacientům, kteří byli zahrnuti do souboru, byla provedena operace katarakty metodou fakoemulzifikace jedním chirurgem, doc. MUDr. Šárkou Pitrovou, CSc., FEBO. Data byla získána z databáze Privátní oční kliniky JL v Praze 5-Nové Butovice. První skupinu zahrnovali pacienti bez glaukomu a druhá skupina měla diagnostikovaný glaukom různého typu, který byl v době operace kompenzován medikamentosně. Všichni nemocní podstoupili kompletní předoperační vyšetření očí: korigovaná zraková ostrost do dálky, změření NOT, biomikroskopie předního segmentu, oftalmoskopie očního pozadí, biometrie oka. U skupiny pacientů s glaukomem byl při předoperačním vyšetření zjištěn typ glaukomu a jeho předoperační léčba. Nitrooční tlak byl měřen air-puff tonometrem Canon-TX. U každého oka byly provedeny 3 měření, z nichž byla získána průměrná hodnota NOT. Axiální délka oka byla měřena přístrojem Tomey OA1000. U všech sledovaných parametrů byly hodnoty měřeny kalibrovanými přístroji za konstantních podmínek.

Při pooperačním sledování operovaných očí pacientů byla provedena tato vyšetření: korigovaná zraková ostrost do dálky, změření NOT ve stanovených intervalech (1.den, 14 dnů, 1 měsíc, 3 měsíce, 6 měsíců), biomikroskopie předního segmentu, oftalmoskopie očního pozadí.

Pro hodnocení byly do obou skupin vybrány pouze oči bez operačních nebo pooperačních komplikací, které by mohly mít vliv na výši nitroočního tlaku.

6.3 Analýza získaných dat

V rámci experimentální studie bylo dohromady vyšetřeno a zhodnoceno 187 očí 96 pacientů, které byly rozděleny do dvou skupin. První skupina zahrnovala pacienty s diagnostikovanou kataraktou a normálním nitroočním tlakem (47 pacientů, 94 očí). Ve druhé skupině byli pacienti s diagnostikovanou kataraktou a současně byli léčeni pro glaukom, který byl v době operace kompenzován medikamentosně. Do druhé skupiny bylo zařazeno 49 pacientů a 93 očí, u 5 pacientů bylo operováno pouze jedno oko.

V tabulce 1 jsou dány základní charakteristiky obou skupin.

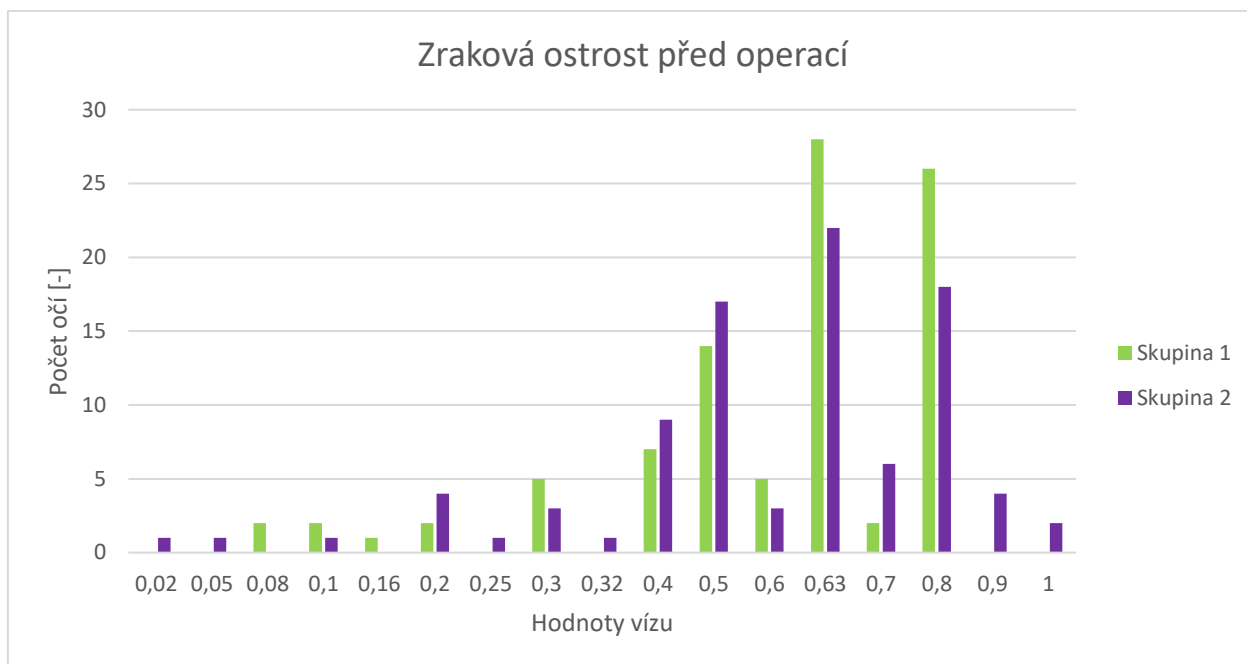
Tabulka 1 Počet pacientů a očí zařazených do skupiny 1 a 2

| | Skupina 1 | Skupina 2 |
|----------------|------------------|------------------|
| Počet pacientů | 47 | 49* |
| Počet očí | 94 | 93 |
| Věk | 75,6±7,16 | 72,8±8,81 |

* u 5 pacientů bylo operováno pouze 1 oko

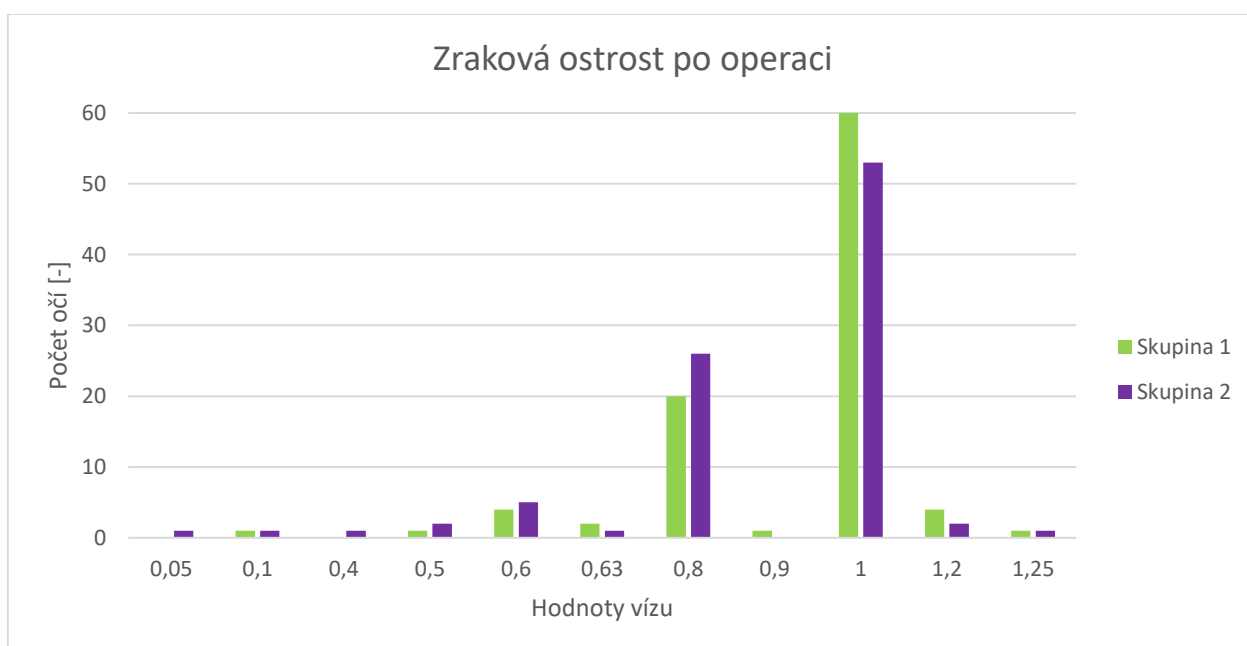
Jak z tabulky 1 vyplývá, byl počet operovaných očí v obou skupinách prakticky stejný, věkový průměr ve skupině 1 byl o něco vyšší.

Jedním z prvních sledovaných parametrů naší studie byla hodnota maximálního vízu očí jak před operací katarakty, tak i po ní. Pro přehlednost byly četnosti vízu graficky zpracovány v Grafu 1 a 2.



Graf 1 Četnost maximálního vízu před operací u obou skupin

Jak z grafu 1 vyplývá, oči bez glaukomu ze skupiny 1 se zrakovou ostroší od 0,6 do 1,0 bylo operováno 65 %, naproti tomu oči ze skupiny 2 se stejnou zrakovou ostroší bylo operováno 59 %. Lze konstatovat, že zraková ostrost před operací se v obou skupinách výrazně nelišila.



Graf 2 Četnost maximálního vízu po operací u obou skupin

Jak z grafu 2 vyplývá, byla u očí bez glaukomu ze skupiny 1 dosažena po operaci konečná maximální zraková ostrost od 0,8 do 1,25 u 91 % očí, naproti tomu u očí ze skupiny 2 byla konečná maximální zraková ostrost po operaci ve stejném rozpětí dosažena u 88 %.

Dalším sledovaným parametrem u obou skupin byla axiální délka oka v mm. Bylo zde zjišťováno, zda axiální délka oka koreluje se změnou NOT po operaci katarakty. Ve skupině pacientů bez glaukomu (94 očí) byla zjištěn korelační koeficient 0,16, tedy závislost pouze 16 %. U skupiny pacientů s glaukomem byl korelační koeficient 0,25 (25% závislost). Z toho vyplývá, že axiální délka oka nemá příliš velký vliv na změny nitroočního tlaku po operaci katarakty.

Hlavním sledovaným parametrem u obou skupin operovaných očí byly hodnoty NOT v mmHg. Tabulka 2 vyjadřuje průměrné hodnoty NOT v jednotlivých časových intervalech u první skupiny pacientů bez glaukomu. Dále pak průměrné změny hodnot a celkovou změnu NOT vůči předoperační hodnotě.

Tabulka 2 Průměrné hodnoty NOT a změny u první skupiny bez glaukomu (94 očí)

| Předoperačně | NOT [mmHg] | Změna [mmHg] | |
|--------------|------------|------------------------|--|
| | 14,45±2,84 | vůči předchozí hodnotě | celková vůči předoperační hodnotě po 6.m |
| 1.den | 15,13±4,12 | +0,68±3,84 | -2,9±2,33 |
| 14. den | 13,47±2,90 | -1,66±4,21 | |
| 1. měsíc | 12,98±3,26 | -0,49±3,20 | |
| 3. měsíc | 12,54±3,51 | -0,44±3,43 | |
| 6. měsíc | 11,54±1,97 | -1,00±3,05 | |

U první skupiny 94 očí bez glaukomu byl průměrný NOT před operací 14,45±2,84 mmHg. První den po operaci došlo ke zvýšení NOT na 15,13±4,12 mmHg. Dále byly hodnoty sledovány 14. den, 1. měsíc, 3. měsíc a 6. měsíc po operaci, kdy nastalo postupné snížení. V této skupině sledovaných byl v 6. měsíci po operaci naměřen NOT v průměru 11,54±1,97 mmHg. Celková změna NOT vůči předoperační hodnotě činila po 6 měsících - 2,9±2,33 mmHg.

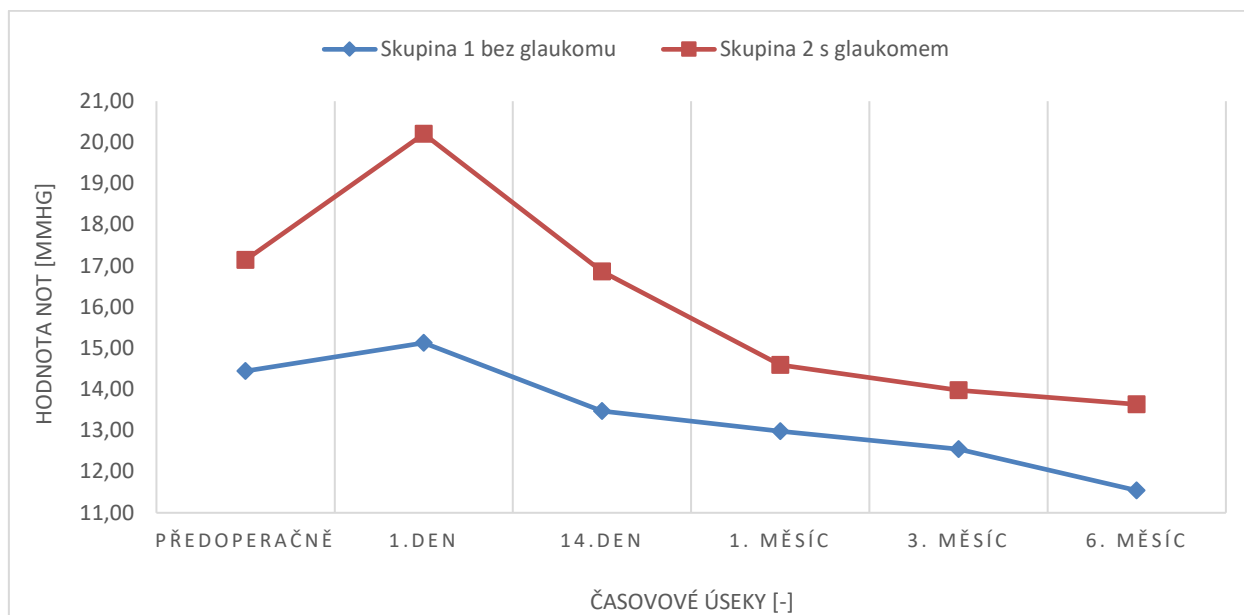
Tabulka 3 vyjadřuje průměrné hodnoty NOT v jednotlivých časových intervalech u druhé skupiny pacientů s glaukomem. Dále pak průměrné změny hodnot a celkovou změnu NOT vůči předoperační hodnotě. NOT byl měřen ve stejných časových intervalech jako u skupiny 1.

Tabulka 3 Průměrné hodnoty a změny NOT druhé skupiny s glaukomem (93 očí)

| | NOT [mmHg] | Změna [mmHg] | |
|---------------------|-------------------|------------------------|--|
| Předoperačně | 17,14±4,09 | vůči předchozí hodnotě | Celková vůči předoperační hodnotě po 6.m |
| 1.den | 20,20±6,31 | +3,06±6,09 | -3,51±3,39 |
| 14. den | 16,86±4,34 | -3,34±4,89 | |
| 1. měsíc | 14,59±2,84 | -2,27±3,69 | |
| 3. měsíc | 13,98±2,90 | -0,61±1,88 | |
| 6. měsíc | 13,63±2,74 | -0,34±1,30 | |

U druhé skupiny 93 očí s glaukomem byl průměrný NOT před operací 17,14±4,09 mmHg. První den po operaci došlo ke zvýšení NOT na 20,20±6,31 mmHg. Dále byly hodnoty sledovány 14. den, 1. měsíc, 3. měsíc a 6. měsíc po operaci, kdy nastalo postupné snížení. . V této skupině byl v 6. měsíci po operaci naměřen NOT v průměru 13,63±2,74 mmHg. Celková změna NOT vůči předoperační hodnotě činila po 6 měsících -3,51±3,39 mmHg.

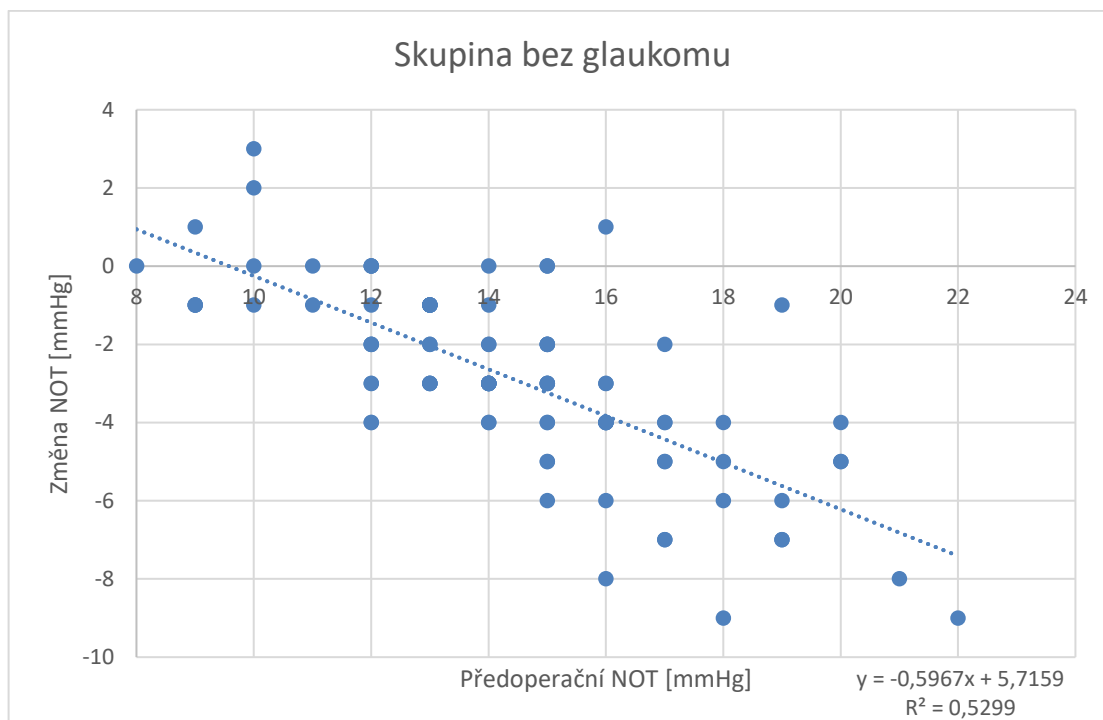
Graf 3 souhrnně vyjadřuje rozdíl průměrných hodnot NOT před operací a následně ve sledovaném intervalu 1. den, 14 dnů, 1 měsíc, 3 měsíce a 6 měsíců po operaci u obou skupin operovaných očí.



Graf 3 Průměrné změny NOT v obou skupinách

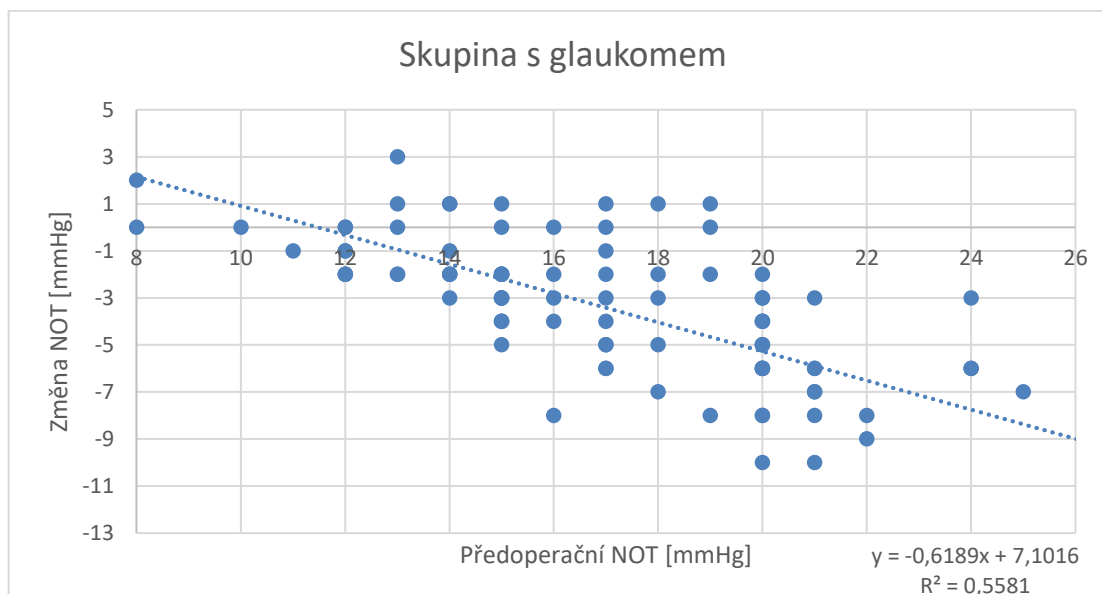
Z Grafu 3 je patrný rozdíl průměrných hodnot nitroočního tlaku před a po operaci. V obou skupinách pozorujeme nárůst NOT 1. den po operaci, přičemž u skupiny očí s glaukomem je první den po operaci katarakty nárůst NOT významnější. Díky tomuto zjištění je v dalším sledovaném období pokles NOT v této skupině pomalejší.

Ve skupině očí bez glaukomu byl při statistickém zhodnocení použit dvouvýběrový T-test. Na hladině významnosti 5 % byl nalezen signifikantní rozdíl hodnot NOT především 14. den po operaci ($p=0,0002$) a 6. měsíc po operaci ($p=0,002$). Předoperační NOT byl v této skupině průměrně $14,45 \pm 2,84$ mmHg a 6. měsíc po operaci průměrně $11,54 \pm 1,97$ mmHg. Dále byla nalezena korelace mezi předoperačním NOT a výší změny nitroočního tlaku po šesti měsících od operace. Absolutní hodnota korelačního koeficientu byla v této skupině 0,73 (tedy přímá závislost z 73 %). Čím vyšší NOT byl v této skupině před operací, tím větší změna hodnot nastala 6 měsíců po operaci. Korelace je graficky znázorněna v Grafu 4.



Graf 4 Korelace mezi předoperačním NOT a změnou NOT u pacientů bez glaukomu

Ve skupině pacientů s glaukomem byl pro statistické zhodnocení také použit T-test, kde na hladině významnosti 5 % byl zjištěn signifikantní rozdíl hodnot NOT v každém časovém úseku. První den po operaci $p=5,62E^{-06}$, 14. den po operaci $p=3,17E^{-09}$, první měsíc po operaci $p=6,30E^{-08}$, třetí měsíc po operaci $p=0,002$ a šestý měsíc po operaci $p=0,01$. Předoperační NOT byl zde průměrně $17,14 \pm 4,09$ mmHg a v šestém měsíci po operaci průměrně $13,63 \pm 2,74$ mmHg. V této skupině pacientů byla rovněž nalezena korelace mezi předoperačním NOT a výší změny NOT po šesti měsících od operace. Absolutní hodnota korelačního koeficientu zde byla 0,75 (tedy přímá závislost z 75 %). Grafické znázornění korelace popisuje Graf 5.



Graf 5 Korelace mezi předoperačním NOT a změnou NOT u pacientů s glaukomem

Při statistickém porovnání změny NOT u obou skupin byl použit dvouvýběrový T test.

Tabulka 4 Statistické hodnocení změny NOT operací v obou skupinách

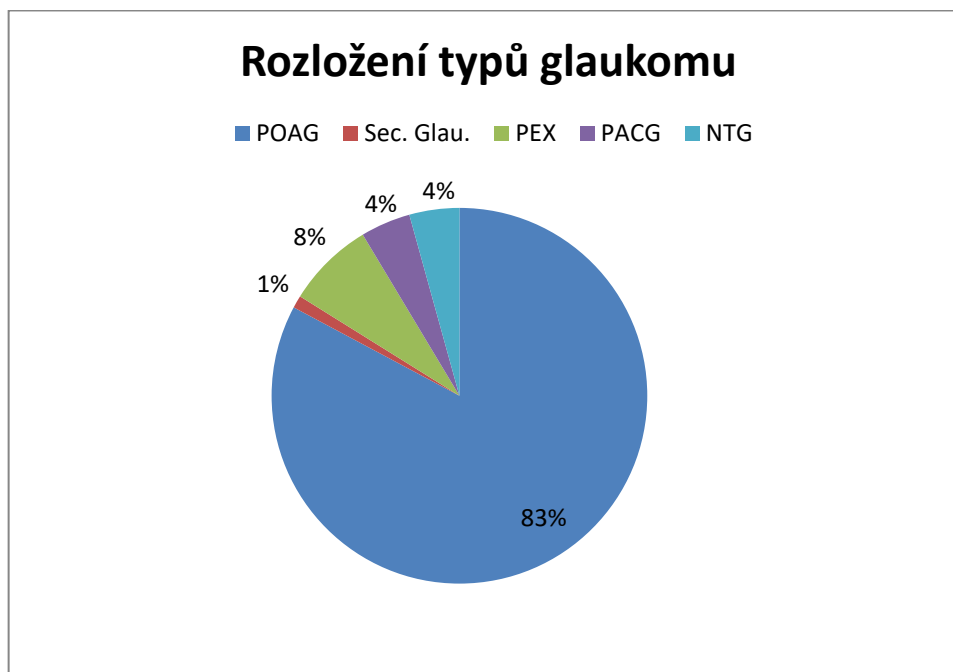
| | průměrný NOT před operací [mmHg] | průměrný NOT po 6 měsících [mmHg] | průměrný rozdíl NOT po 6 měsících [mmHg] | statistická významnost změny |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------|
| Skupina 1 | 14,45±2,84 | 11,54±1,97 | -2,9±2,33 | P<0,05 |
| Skupina 2 | 17,14±4,09 | 13,63±2,74 | -3,51±3,39 | P<0,05 |

Jak z tabulky 4 vyplývá, statisticky významný rozdíl mezi hodnotami NOT před operací a hodnotami po 6. měsíci po operaci se statisticky liší u obou skupin. Průměrný rozdíl NOT po 6 měsících je větší u skupiny 2, tj. u očí s glaukomem.

Pro experimentální část práce byla stanovena **Hypotéza H1**: U pacientů skupiny 1 (bez glaukomového onemocnění) bude větší pokles NOT po operaci než ve skupině 2 (s glaukomem). **Na základě výsledných hodnot nebyla hypotéza potvrzena.**

Skupina pacientů s glaukomem zahrnovala různé typy glaukomu, který byl v době operace katarakty kompenzován medikamentosně. Nejpočetněji byl zastoupen primární glaukom s otevřeným úhlem (POAG), 77 očí (83 %). Sekundární glaukom (při endokrinní orbitopatii) byl zjištěn pouze u 1 oka (1 %). Glaukom s pseudoexfoliačním syndromem (PEX) mělo 7 očí

(8 %), primární glaukom s uzavřeným úhlem (PACG) měly 4 oči (4 %) a normotenzní glaukom (NTG) rovněž 4 oči (4 %). Rozložení jednotlivých typů glaukomu vyjadřuje Graf 6.



Graf 6 Rozložení jednotlivých typů glaukomu

Způsob kompenzace NOT glaukomu před a po operaci u skupiny 2 uvádí přehledně tabulka 5.

Tabulka 5 Typ léčby glaukomu u skupiny 2 před a po operaci

| Typ léčby | Terapie před operací | | Terapie po operaci | |
|--------------------------------------|----------------------|------------|--------------------|------------|
| | Počet očí | % | Počet očí | % |
| Monoterapie 1 preparát | 52 | 56 | 51 | 55 |
| Kombinovaná terapie 2 preparáty | 30 | 32 | 31 | 33 |
| Kombinovaná terapie 3 preparáty | 11 | 12 | 11 | 12 |
| <i>Celková (přechodně 1-2 týdny)</i> | | | 23 | 25 |
| Celkem | 93 | 100 | 93 | 100 |

Jak z tabulky 5 vyplývá, nejvíce očí mělo glaukom před operací kompenzovaný monoterapií (56 %) a 32 % kombinovanou terapií, zbytek 12 % mělo ke kompenzaci 3 preparáty. Po operaci 55 % očí zůstalo na stejné monoterapii, pouze u jednoho oka se sekundárním glaukodem při endokrinní orbitopatii byla monoterapie zaměněna za kombinovanou 2 preparáty. Skupina

s kombinovanou terapií 3 preparáty zůstala beze změn. Vzhledem k vysokému NOT první dny po operaci u 25 % operovaných byl přidán celkově acetazolamid 1 či max 2 tablety denně, po kompenzaci byl vysazen (během 1-2 týdnů).

Byly sledovány průměrné hodnoty NOT u různých typů glaukomu ve zvoleném časovém intervalu: předoperačně, 1. a 14. den, 1 měsíc, 3 a 6 měsíců po operaci. Tabulka 6 uvádí souhrnně naměřené hodnoty.

Tabulka 6 Průměrné hodnoty NOT u různých typů glaukomu ve zvoleném časovém intervalu

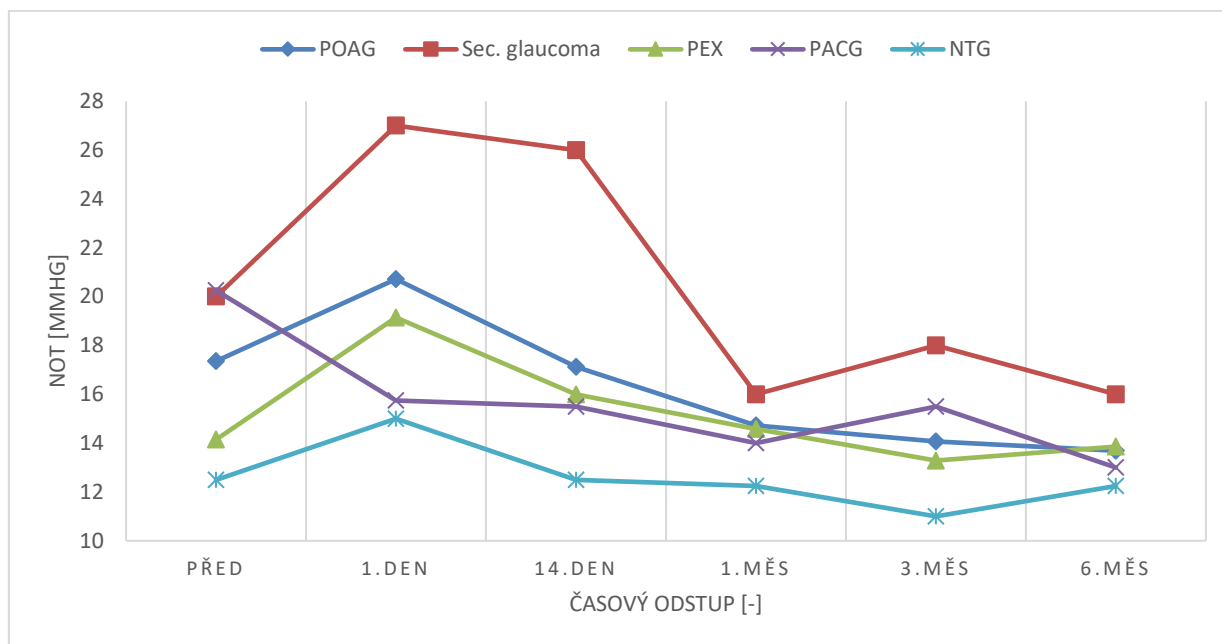
| Typ glaukomu | Předoperačně [mmHg] | 1.den [mmHg] | 14.den [mmHg] | 1 měsíc [mmHg] | 3 měsíce [mmHg] | 6 měsíců [mmHg] |
|-------------------|---------------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| POAG | 17,36±3,55 | 20,71±6,48 | 17,12±4,33 | 14,73±2,79 | 14,06±2,87 | 13,69±2,79 |
| Sekundární | 20,00 | 27,00 | 26,00 | 16,00 | 18,00 | 16,00 |
| PEX | 14,14±3,83 | 19,14±3,56 | 16,00±2,39 | 14,57±3,20 | 13,29±3,15 | 13,86±3,23 |
| PACG | 20,25±7,98 | 15,75±0,83 | 15,50±3,35 | 14,00±0,71 | 15,50±1,50 | 13,00±0,71 |
| NTG | 12,50±2,69 | 15,00±5,39 | 12,50±3,35 | 12,25±3,56 | 11,00±1,22 | 12,25±1,30 |

Dále byla porovnávána průměrná změna NOT u jednotlivých typů glaukomů mezi jednotlivými časovými intervaly a nakonec i mezi předoperačními a konečnými hodnotami NOT po 6 měsících. Souhrnně jsou výsledky uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Průměrná změna NOT u jednotlivých typů glaukomu

| Průměrná změna NOT v mmHg | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Typ glaukomu | před operací/1.den | 1.den /14.den | 14.den /1měsíc | 1měsíc /3měsíce | 3měsíce /6měsíců. | Předoperač. /6měsíců |
| POAG | 3,30±7,12 | -3,60±5,17 | -2,39±3,84 | -0,66±1,81 | -0,38±1,17 | -3,73±3,93 |
| Sekundární | 7,00±0,00 | -1,00±0,00 | -10,00±0,00 | 2,00±0,00 | -2,00±0,00 | -4,00±0,00 |
| PEX | 5,00±3,42 | -3,14±2,90 | -1,43±1,59 | -1,29±0,88 | 0,57±0,73 | -0,29±2,05 |
| PACG | -4,50±7,23 | -0,25±3,27 | -1,5±2,69 | 1,50±1,50 | -2,50±1,66 | -7,25±7,40 |
| NTG | 2,50±3,5 | -2,50±2,06 | -0,25±0,83 | -1,25±2,95 | 1,25±0,43 | -0,25±1,48 |

Náhledně jsou ukázány průměrné změny u jednotlivých typů glaukomu v grafu 7.



Graf 7 Průměrné změny NOT u různých typů glaukomu

Jak z tabulky 7 a grafu 7 vyplývá, průměrné změny NOT byly prakticky u všech typů glaukomu prokazatelné, největší změna byla pozorována u primárního glaukomu s uzavřeným úhlem (PACG), která dosahovala proti předoperačním hodnotám $-7,25 \pm 7,40$ mmHg. Jak můžeme sledovat na grafu, průměrné změny NOT byly zde zaznamenány hned od prvního pooperačního dne, což si lze vysvětlit změnou anatomických poměrů v oku, prohloubením přední oční komory a rozšířením komorového úhlu. Naproti tomu u normotenzního glaukomu byly tyto změny nejmenší, pouze $-0,25 \pm 1,48$ mmHg.

Pro experimentální část práce byla stanovena i druhá **Hypotéza H2**: Efekt snížení NOT po operaci katarakty závisí na typu glaukomu. **Na základě našich výsledků byla tato hypotéza potvrzena.**

7. Diskuse

Po operaci katarakty dochází ke změnám nitroočního tlaku, které mohou přetrvávat po dobu několika následujících měsíců a v některých případech i let. U skupiny pacientů bez glaukomu byl sledován efekt operace katarakty na hodnotu NOT v různých časových intervalech. Do souboru bylo zahrnuto 94 očí. Hodnoty NOT byly měřeny pomocí air-puff tonometru Canon TX. Průměrný nitrooční tlak před operací byl $14,45 \pm 2,84$ mmHg a šestý měsíc po operaci $11,54 \pm 1,97$ mmHg. Na hladině významnosti 5 % byl zjištěn signifikantní rozdíl hodnot NOT předoperačně a šestý měsíc po operaci ($p < 0,05$).

Studie z roku 2012 se zabývala podobnou problematikou. Práce s názvem Snížení nitroočního tlaku po extrakci katarakty: Studie léčby oční hypertenze (v anglickém originálu: Reduction in intraocular pressure after cataract extraction: the Ocular Hypertension Treatment Study) publikována Stevenem L. Mansbergerem a kolektivem, pro *American Academy of Ophthalmology*. Byla provedena za účelem zjistit změny nitroočního tlaku po extrakci katarakty. Zahrnovala skupinu 63 očí které podstoupily extrakci katarakty a kontrolní skupinu 743 očí, které ji nepodstoupily. Hodnoty NOT byly měřeny pomocí kalibrovaného Goldmannova aplanačního tonometru. Výsledkem byl výrazně nižší pooperační NOT ve skupině s kataraktou ($23,9 \pm 3,2$ mmHg předoperačně a $19,8 \pm 3,2$ mmHg pooperačně; $P 0,001$). Pooperační NOT zůstal nižší než předoperační po dobu nejméně 36 měsíců. [32]

Stejný pooperační efekt byl sledován i ve skupině pacientů s glaukomem. Do souboru bylo zahrnuto celkem 93 očí s různým typem glaukomu, který byl v den operace medikamentosně kompenzován. Nejvíce zastoupeným typem v souboru (83 %) byl primární glaukom s otevřeným úhlem (POAG). Hodnoty NOT byly měřeny pomocí air-puff tonometru Canon TX. Průměrný nitrooční tlak před operací katarakty byl v celém souboru $17,14 \pm 4,09$ mmHg a v šestém měsíci po operaci $13,63 \pm 2,74$ mmHg. Při statistické analýze byl na hladině významnosti 5 % nalezen signifikantní rozdíl hodnot NOT předoperačně a šestý měsíc po operaci ($p < 0,05$).

Podobnou problematiku řešila studie s názvem Vliv fakoemulzifikace na nitrooční tlak u pacientů s lékařsky kontrolovaným glaukomem s otevřeným úhlem (v anglickém originálu: The Effect of Phacoemulsification on Intraocular Pressure in Medically Controlled Open-Angle Glaucoma Patients). Publikována byla v roce 2014 Markem A. Slabaughem a kolektivem, pro *American Journal of Ophthalmology*. Jednalo se o retrospektivní sérii případů u pacientů s glaukomem s otevřeným úhlem bez předchozího chirurgického řešení. Studie zahrnovala

157 očí s průměrným předoperačním NOT $16,3 \pm 3,6$ mmHg, který se rok po operaci snížil na $14,5 \pm 3,4$ mmHg ($P < 0,001$). Výsledkem této analýzy bylo tvrzení, že fakoemulzifikace vedla k malému průměrnému snížení NOT u pacientů s glaukomem otevřeného úhlu. Část pacientů s kompenzovaným glaukomem s otevřeným úhlem zaznamenala zvýšení NOT nebo vyžadovala další léčbu. [33]

Při porovnání obou skupin pacientů se statisticky liší rozdíl mezi hodnotami NOT před operací a hodnotami po 6. měsíci po operaci. Skupina pacientů bez glaukomu získala průměrný pokles NOT $2,90 \pm 2,33$ mmHg a skupina s glaukomem $3,51 \pm 3,39$ mmHg. Průměrný rozdíl NOT po 6 měsících je větší u skupiny 2, tj. u očí s glaukomem. Pro experimentální část práce byla stanovena Hypotéza H1: U pacientů skupiny 1 (bez glaukomového onemocnění) bude větší pokles NOT po operaci než ve skupině 2 (s glaukomem). Na základě výsledných hodnot nebyla hypotéza potvrzena.

V rámci této experimentální části bakalářské práce byla ověřována Hypotéza 2, zda efekt snížení NOT závisí na typu glaukomu. Průměrné změny NOT byly prakticky u všech typů glaukomu prokazatelné, největší změna byla pozorována u primárního glaukomu s uzavřeným úhlem (PACG), která dosahovala proti předoperačním hodnotám $-7,25 \pm 7,40$ mmHg. Naproti tomu u normotenzního glaukomu byly tyto změny nejmenší, pouze $-0,25 \pm 1,48$ mmHg. Bylo zjištěno, že předoperační nitrooční tlak koreluje se změnou NOT po operaci katarakty, čím vyšší NOT byl naměřen před operací, tím větší změna hodnot nastala 6 měsíců po operaci. Pro experimentální část práce byla stanovena i druhá Hypotéza H2: Efekt snížení NOT po operaci katarakty závisí na typu glaukomu. Na základě našich výsledků byla tato hypotéza potvrzena.

Téměř podobných výsledků dosáhla studie s názvem Nitrooční tlak (NOT) po chirurgické extrakci katarakty (v anglickém originálu: Intraocular pressure (IOP) after cataract extraction surgery) publikována v roce 2014 Marií Picoto a kolektivem, pro *Revista Brasileira de Oftalmologia*. Cílem této studie bylo popsat variaci nitroočního tlaku u pacientů s glaukomem podrobených operaci katarakty. Retrospektivní studie zahrnovala 101 očí sledovaných po 6, 12, 24 a 36 měsících. Oči byly rozděleny do dvou skupin: oči s glaukomem (50 očí) a oči bez glaukomu (51 očí). Nitrooční tlak byl měřen pomocí Goldmannova tonometru. Předoperační NOT ve skupině bez glaukomu byl $16,07 \pm 2,87$ mmHg a po dvanácti měsících $14,23 \pm 2,57$ mmHg. Ve skupině s glaukomem byl předoperační NOT $16,09 \pm 3,24$ mmHg a dvanáct měsíců po operaci $14,89 \pm 2,94$ mmHg. Mezi oběma skupinami očí nebyl statisticky významný rozdíl ve variaci NOT ($p > 0,05$). Analýza různých typů

glaukomu ukázala, že pokles NOT byl nejvyšší u očí s PACG, dále s PEX a POAG. Rozdíly ve změně NOT mezi PACG a POAG byly statisticky významné ($p < 0,01$). [34]

Srovnatelných výsledků dosáhla i studie s názvem Změny nitroočního tlaku po operaci katarakty u pacientů s nebo bez glaukomu: přístup založený na informatice (v anglickém originálu: Intraocular Pressure Changes After Cataract Surgery in Patients with and without Glaucoma: An Informatics-Based Approach), publikována v roce 2020 Sophií Y. Wang a kolektivem pro Ophthalmology Glaucoma. Tato analýza zahrnovala 7574 očí po operaci katarakty s mediánem sledování 244 dnů. Průměrný předoperační NOT u všech pacientů byl $15,2 \pm 3,4$ mmHg, který poklesl na $14,20 \pm 3,0$ mmHg po 12 měsících po operaci. Jejich výsledky naznačují, že u pacientů s primárním glaukomem s otevřeným úhlem nebo s úzkými úhly bylo pravděpodobnější, že po operaci katarakty dosáhnou trvalé redukce NOT. [35]

8. Závěr

Dle mnoha studií má extrakce čočky pozitivní vliv na výši nitroočního tlaku a tedy i na vývoj glaukomového onemocnění. V teoretické části bakalářské práce byl popsán vznik nitrooční tekutiny, její dynamika a vztah s nitroočním tlakem. Dále pak různé metody pro měření nitroočního tlaku. Byla zde popsána problematika glaukomu a jeho typů, včetně diagnostických metod a možností terapie. Další část práce se zabývala kataraktou, její základní klasifikací a přehledem chirurgických technik. Podrobněji byl uveden postup fakoemulzifikace a její vliv na aspekty glaukomu. Objasněn byl také pozitivní vliv chirurgie katarakty na nitrooční tlak a souvislost mezi předoperačním a pooperačním nitroočním tlakem.

Experimentální část byla zaměřena na sledování efektu změny nitroočního tlaku po operaci katarakty. V této práci byly provedeny studie u dvou skupin pacientů. První zahrnovala pacienty s diagnostikovanou kataraktou a normálním nitroočním tlakem. Do druhé skupiny byli zařazeni pacienti s diagnostikovanou kataraktou a současně byli léčeni pro glaukom, který byl v době operace kompenzován medikamentosně.

Cílem studie bylo zjistit, zda u pacientů s glaukomem a bez něj došlo operací katarakty ke snížení nitroočního tlaku a případně zda je tato metoda vhodná pro glaukomovou terapii. Všechny naměřené hodnoty a sledované parametry byly statisticky zpracovány.

Pomocí analýzy získaných dat a jejich statistickým zpracováním byly ověřovány dvě hypotézy:

Hypotéza H1: U pacientů skupiny 1 (bez glaukomového onemocnění) bude větší pokles NOT po operaci než ve skupině 2 (s glaukomem).

Hypotéza H2: Efekt snížení NOT po operaci katarakty závisí na typu glaukomu.

Na základě zpracovaných výsledků experimentální studie byla Hypotéza H1 vyvrácena a hypotéza H2 potvrzena.

Seznam použité literatury

- [1] KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788024750798.
- [2] VLKOVÁ, Eva, Šárka PITROVÁ a František VLK. *Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník*. Brno: František Vlk, 2008. ISBN 9788023989069.
- [3] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Druhé, přepracované vydání. Praha: Galén, [2017]. ISBN isbn978-80-7492-316-6.
- [4] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [5] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-9.
- [6] REALINI, Tony, MD. The Ocular Response Analyzer. *Glaucoma Today* [online]. [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: https://glaucomatoday.com/articles/2008-july-aug/GT0708_04-php/pdf
- [7] RAMM, Lisa, Robert HERBER, Eberhard SPOERL, Frederik RAISKUP, Lutz E. PILLUNAT a Naim TERAI. Intraocular Pressure Measurement Using Ocular Response Analyzer, Dynamic Contour Tonometer, and Scheimpflug Analyzer Corvis ST. *Journal of Ophthalmology* [online]. 2019, , 2 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/joph/2019/3879651/>
- [8] HEISSIGEROVÁ, Jarmila. *Oftalmologie: pro pregraduální i postgraduální přípravu*. Praha: Maxdorf, [2018]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-580-4.
- [9] KASCHKE, Michael, Karl-Heinz DONNERHACKE a Michael Stefan RILL. *Optical devices in ophthalmology and optometry: technology, design principles, and clinical applications*. Weinheim: Wiley-VCH, c2014. ISBN 9783527410682.
- [10] KRAUS, Hanuš. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [11] RŮŽIČKOVÁ, Eva. *Glaukom: průvodce ošetřujícího lékaře*. Praha: Maxdorf, c2006. *Farmakoterapie pro praxi*. ISBN 80-7345-083-6.

- [12] FLAMMER, Josef. Glaukom: průvodce pro pacienty : úvod pro zdravotníky : příručka pro rychlou informaci. Praha: Triton, 2003. ISBN 80-7254-351-2.
- [13] KOLÍN, Jan. Oční lékařství. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1325-3.
- [14] DOMINGUEZ, Moises. Glaukom. In: Med bullets step 2 [online]. 2020 [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: <https://step2.medbullets.com/ophthalmology/120507/glaucoma>
- [15] RŮŽIČKOVÁ, Eva. Glaukom: minimum pro praxi. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. Levou zadní. ISBN 80-7254-876-x.
- [16] DOSHI, Sandip a Bill HARVEY. Eye Essentials: Assessment & Investigative Techniques. Edinburgh, UK: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. ISBN 9780750688536.
- [17] KRAUS, Hanuš. Oční zákaly. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-967-5.
- [18] HYCL, Josef a Lucie TRYBUČKOVÁ. Atlas oftalmologie. 2. vyd. V Praze: Triton, 2008. ISBN isbn978-80-7387-160-4.
- [19] Trabeculectomy. Dr Simon Skalicky [online]. Malvern, 2020 [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: <https://www.drsimonskalicky.com.au/glaucoma-specialist/trabeculectomy/>
- [20] RAMGOPAL, Balu, MD. Iriskolobom nach Peripherer Iridektomie. In: Atlas of ophthalmology [online]. [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.atlasophthalmology.net/photo.jsf;jsessionid=5DCF8647111E8F812E740FCEB7743216?node=6704&locale=de>
- [21] STODŮLKA, Pavel. Mikroincizní operace katarakty. ROZSÍVAL, Pavel. Trendy soudobé oftalmologie. 1. Praha: Galén, 2007, s. 309-319. ISBN 978-80-7262-470-6.
- [22] BATTERBURY, Mark a Conor MURPHY. Ophthalmology: An Illustrated Colour Text [online]. 4th. Elsevier, 2019 [cit. 2020-11-17]. ISBN 978-0-7020-7502-5. Dostupné z: <https://www.clinicalkey.com/student/content/toc/3-s2.0-C20160048428>
- [23] CHOLEVA, Martin. Mikroincizní chirurgie katarakty. ROZSÍVAL, Pavel. Trendy soudobé oftalmologie. 1. Praha: Galén, 2005, s. 121-139. ISBN 80-7262-326-5.
- [24] SUN, Hui, Andreas FRITZ, Gerit DRÖGE a Tobias NEUHANN. Femtosecond-Laser-Assisted Cataract Surgery (FLACS). High Resolution Imaging in Microscopy and Ophthalmology [online]. Springer, 2019 [cit. 2020-11-21]. ISBN 978-3-030-16637-3. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554036/#ch14.Sec2>

- [25] FRANZCO, Elsie Chan, Omar A R MAHROO a David J SPALTON. Complications of cataract surgery. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. London, UK, 2010, 93(6), 379-389 [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: doi:10.1111/j.1444-0938.2010.00516.x
- [26] LING D Jeanie, BELL P Nicholas Role of Cataract Surgery in the Management of Glaucoma. *Int Ophthalmol Clin. Summer 2018;58(3):87-100.* doi: 10.1097/IIO.0000000000000234.
- [27] SHRIVASTAVA Anurag, SINGH Kuldev The effect of cataract extraction on intraocular pressure, *Curr.Opin.Ophthalmol.* 2010 Ma r21(2).doi:10.1097/ICU.0b013e3283360ac3.
- [28] POLEY, Brooks J., MD, Richard L. LINDSTROM, Thomas W. SAMUELSON a Richard SCHULZE. Intraocular pressure reduction after phacoemulsification with intraocular lens implantation in glaucomatous and nonglaucomatous eyes: evaluation of a causal relationship between the natural lens and open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg* [online]. 2009, (35), 1946–1955 [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: doi:10.1016 / j.jcrs.2009.05.061
- [29] HENGERER, Fritz H., Gerd U. AUFFARTH, Christoffer RIFFEL a Ina CONRAD-HENGERER. Prospective, Non-randomized, 36-Month Study of Second-Generation Trabecular Micro-Bypass Stents with Phacoemulsification in Eyes with Various Types of Glaucoma. *Ophthalmol Ther* [online]. England: Springer Healthcare, 2018, 7(2), 405-415 [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: doi:10,1007 / s40123-018-0152-9
- [30] ISTENT GLAUCOMA TECHNOLOGY. Cleveland eye clinic [online]. [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://www.clevelandeyeclinic.com/glaucoma/istent/>
- [31] IStent inject ® W. *Glaukos* [online]. San Clemente, USA, 2020 [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://www.glaukos.com/healthcare-professionals/istent-inject-w/>
- [32] MANSBERGER, Steven L, Mae O GORDON, Henry JAMPEL, Anjali BHORADE, James D BRANDT, Brad WILSON a Michael A KASS. Reduction in intraocular pressure after cataract extraction: the Ocular Hypertension Treatment Study. *American Academy of Ophthalmology* [online]. 2012, 1.9.2012, 119(9), 1827-1831 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: doi:10.1016 / j.opthta.2012.02.050
- [33] SLABAUGH, Mark A., Karine D. BOJIKIAN, Daniel B. MOORE a Philip P. CHEN. The effect of phacoemulsification on intraocular pressure in medically controlled open-angle glaucoma patients. *American Journal of Ophthalmology* [online]. 2014, 157(1), 26-31 [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: doi:10.1016 / j.ajo.2013.08.023

[34] PICOTO, Maria, José GALVEIA, Ana ALMEIDA, Sara PATRÍCIO, Helena SPOHR, Paulo VIEIRA a Fernanda VAZ. Intraocular pressure (IOP) after cataract extraction surgery. *Revista Brasileira de Oftalmologia* [online]. Rio de Janeiro, 2014, 73(4), 230-236 [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: doi:10.5935 / 0034-7280.20140050

[35] WANG, Sophia Y., Ameer D. AZAD, Shan C. LIN, Tina HERNANDEZ-BOUSSARD a Suzann PERSHING. Intraocular Pressure Changes After Cataract Surgery in Patients with and without Glaucoma: An Informatics-Based Approach. *Ophthalmology Glaucoma* [online]. San Francisco, California, 2020, 3(5), 343-349 [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: doi:10.1016 / j.ogla.2020.06.002

Seznam zkratek

Seznam zkratek

| Zkratka | Význam |
|---------|--|
| NOT | Nitrooční tlak |
| ORA | Ocular Response Analyzer |
| CH | Hystereze rohovky (corneal hysteresis) |
| CRF | Faktor rohovkové rezistence (corneal resistance factor) |
| POAG | Primární glaukom s otevřeným úhlem (primary open angle glaucoma) |
| PACG | Primární glaukom s uzavřeným úhlem (primary closed angle glaucoma) |
| SOAG | Sekundární glaukom s otevřeným úhlem (secondary open angle glaucoma) |
| SACG | Sekundární glaukom s uzavřeným úhlem (secondary closed angle glaucoma) |
| ISNT | Inferior, superior, nasale, temporale |
| OCT | Optická koherentní tomografie (Optical Coherence Tomography) |
| HRT | Heidelberský retinální tomograf |
| ICA | Inhibitory karboanhydrázy |
| ALT | Argon laserová trabekuloplastika |
| SLT | Selektivní laserová trabekuloplastika |
| Nd:YAG | Neodymium doped yttrium aluminum garnet |
| LI | Laserová iridotomie |
| CCC | Kapsulorexe (circular continuous capsulorhexis) |
| DC | Divide and conquer technika |
| PC | Phaco chop technika |
| IOL | Intraokulární čočka (Intraocular lens) |
| PEX | Glaukom s pseudoexfoliačním syndromem |
| NTG | Normotenzní glaukom |
| IOP | Intraocular pressure (nitrooční tlak) |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 Odtok nitrooční tekutiny [3] | 3 |
| Obrázek 2 Schiötzův impresní tonometr [5]..... | 4 |
| Obrázek 3 Konfigurace půlkruhů slzného menisku [1]..... | 4 |
| Obrázek 4 Porovnání otevřeného a uzavřeného úhlu, upraveno dle [14]..... | 9 |
| Obrázek 5 Gonioskopické vyšetření [12] | 13 |
| Obrázek 6 Hill of vision („kopec vidění“) [5]..... | 15 |
| Obrázek 7 Barevná škála sítnice vytvořená OCT (makulární díra) [16]..... | 16 |
| Obrázek 8 Orientace polarizovaných paprsků vůči mikrotubulům [9] | 16 |
| Obrázek 9 Schéma provedení Trabekulektomie, upraveno dle [19] | 19 |
| Obrázek 10 Periferní iridektomie [20]..... | 20 |
| Obrázek 11 Kortikální katarakta [1]..... | 22 |
| Obrázek 12 Extrakce jádra s následným odsátím čočkových zbytků [8] | 23 |
| Obrázek 13 Fakoemulzifikace se znázorněním viskoelastického materiálu (šipkou) [22] | 24 |
| Obrázek 14 Postup fakoemulzifikace s implantací IOL [8] | 25 |
| Obrázek 15 Plánování fragmentace čočky Femtosekundovým laserem [24]..... | 26 |
| Obrázek 16 Implantace iStant [30]..... | 29 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Počet pacientů a očí zařazených do skupiny 1 a 2..... | 32 |
| Tabulka 2 Průměrné hodnoty NOT a změny u první skupiny bez glaukomu (94 očí)..... | 34 |
| Tabulka 3 Průměrné hodnoty a změny NOT druhé skupiny s glaukomem (93 očí)..... | 35 |
| Tabulka 4 Statistické hodnocení změny NOT operací v obou skupinách..... | 38 |
| Tabulka 5 Typ léčby glaukomu u skupiny 2 před a po operaci..... | 39 |
| Tabulka 6 Průměrné hodnoty NOT u různých typů glaukomu ve zvoleném časovém intervalu | 40 |
| Tabulka 7 Průměrná změna NOT u jednotlivých typů glaukomu..... | 40 |

Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1 Četnost maximálního vízu před operací u obou skupin | 33 |
| Graf 2 Četnost maximálního vízu po operací u obou skupin | 33 |
| Graf 3 Průměrné změny NOT v obou skupinách | 36 |
| Graf 4 Korelace mezi předoperačním NOT a změnou NOT u pacientů bez glaukomu..... | 37 |
| Graf 5 Korelace mezi předoperačním NOT a změnou NOT u pacientů s glaukomem..... | 38 |
| Graf 6 Rozložení jednotlivých typů glaukomu..... | 39 |
| Graf 7 Průměrné změny NOT u různých typů glaukomu | 41 |

Příloha č.1. Výchozí data skupina 1

| | NOT před | NOT před | NOT 1. den | NOT 1. den | NOT 14dn ů | NOT 14dn ů | NOT 1 měsíc | NOT 1 měsíc | NOT 3 měsíc e | NOT 3 měsíc e | NOT 6 měsíc ů | NOT 6 měsíc ů |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Po ř. č. | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mmH g) | OL (mmH g) | OP (mmH g) | OL (mmH g) |
| 1 | 12 | 9 | 25* | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 2 | 14 | 15 | 13 | 15 | 14 | 17 | 15 | 17 | 14 | 15 | 13 | 12 |
| 3 | 16 | 14 | 17 | 12 | 15 | 11 | 10 | 10 | 12 | 11 | 12 | 11 |
| 4 | 19 | 21 | 19 | 18 | 20 | 16 | 18 | 14 | 14 | 13 | 12 | 13 |
| 5 | 12 | 13 | 12 | 9 | 13 | 11 | 10 | 12 | 10 | 11 | 10 | 10 |
| 6 | 13 | 13 | 13 | 15 | 17 | 14 | 17 | 15 | 27* | 14 | 12 | 12 |
| 7 | 16 | 18 | 14 | 12 | 12 | 9 | 11 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 8 | 15 | 15 | 15 | 20 | 16 | 18 | 15 | 14 | 13 | 15 | 13 | 13 |
| 9 | 11 | 9 | 9 | 11 | 10 | 10 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 14 | 14 | 15 | 13 | 12 | 14 | 11 | 14 | 11 | 12 | 10 | 11 |
| 11 | 14 | 11 | 10 | 14 | 11 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 14 | 15 | 13 | 14 | 8 | 12 | 10 | 11 | 10 | 11 | 11 | 12 |
| 13 | 10 | 10 | 8 | 10 | 21 | 17 | 11 | 16 | 11 | 10 | 12 | 13 |
| 14 | 14 | 15 | 25* | 17 | 12 | 17 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 11 |
| 15 | 12 | 12 | 13 | 18 | 11 | 12 | 10 | 10 | 10 | 9 | 12 | 10 |
| 16 | 20 | 18 | 20 | 18 | 19 | 17 | 16 | 16 | 14 | 14 | 15 | 14 |
| 17 | 12 | 13 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10 | 11 | 10 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 19 | 17 | 13 | 18 | 14 | 16 | 13 | 12 | 13 | 14 | 13 | 15 |
| 19 | 16 | 14 | 15 | 16 | 16 | 16 | 13 | 13 | 14 | 14 | 12 | 11 |
| 20 | 14 | 15 | 13 | 13 | 13 | 12 | 14 | 15 | 12 | 14 | 12 | 12 |
| 21 | 15 | 16 | 27* | 15 | 12 | 15 | 14 | 14 | 12 | 14 | 12 | 13 |
| 22 | 22 | 15 | 23* | 15 | 18 | 16 | 14 | 28* | 13 | 15 | 13 | 15 |
| 23 | 17 | 17 | 15 | 18 | 11 | 12 | 10 | 12 | 11 | 12 | 10 | 12 |
| 24 | 12 | 13 | 11 | 12 | 12 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 11 |
| 25 | 10 | 14 | 13 | 15 | 13 | 13 | 13 | 14 | 10 | 14 | 10 | 11 |
| 26 | 12 | 12 | 14 | 30* | 11 | 14 | 10 | 10 | 10 | 11 | 9 | 9 |
| 27 | 16 | 13 | 17 | 13 | 19 | 15 | 14 | 12 | 16 | 15 | 13 | 12 |
| 28 | 13 | 13 | 20 | 25* | 15 | 14 | 10 | 15 | 11 | 11 | 10 | 10 |
| 29 | 15 | 15 | 14 | 17 | 9 | 10 | 9 | 10 | 11 | 12 | 10 | 11 |
| 30 | 12 | 13 | 14 | 16 | 14 | 13 | 12 | 12 | 13 | 13 | 12 | 12 |
| 31 | 14 | 13 | 15 | 16 | 15 | 14 | 10 | 13 | 13 | 14 | 11 | 10 |
| 32 | 16 | 19 | 16 | 20 | 14 | 14 | 19 | 23* | 16 | 19 | 17 | 18 |
| 33 | 13 | 18 | 14 | 15 | 14 | 14 | 17 | 15 | 12 | 13 | 11 | 9 |
| 34 | 14 | 16 | 18 | 16 | 13 | 16 | 11 | 10 | 10 | 11 | 11 | 10 |
| 35 | 8 | 9 | 9 | 8 | 8 | 10 | 9 | 11 | 8 | 9 | 8 | 8 |
| 36 | 15 | 16 | 12 | 14 | 13 | 12 | 13 | 12 | 12 | 11 | 10 | 12 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|------|-----|----|----|----|
| 37 | 13 | 14 | 15 | 13 | 10 | 11 | 13 | 17 | 35* | 17 | 12 | 12 |
| 38 | 15 | 14 | 13 | 14 | 14 | 16 | 13 | 13 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 39 | 10 | 9 | 9 | 10 | 12 | 9 | 14 | 9 | 10 | 9 | 9 | 8 |
| 40 | 16 | 15 | 17 | 18 | 19 | 16 | 12 | 13 | 12 | 13 | 12 | 13 |
| 41 | 12 | 16 | 15 | 13 | 10 | 8 | 9 | 10 | 9 | 10 | 8 | 8 |
| 42 | 17 | 17 | 17 | 13 | 15 | 13 | 12 | 15 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 43 | 20 | 20 | 17 | 19 | 18 | 18 | 19 | 17 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| 44 | 15 | 17 | 13 | 13 | 14 | 13 | 10 | 11 | 9 | 10 | 9 | 10 |
| 45 | 19 | 15 | 16 | 16 | 16 | 11 | 13 | 16 | 13 | 16 | 12 | 15 |
| 46 | 12 | 13 | 13 | 15 | 13 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 12 | 12 |
| 47 | 17 | 18 | 15 | 25* | 11 | 14 | 14 | 23** | 16 | 14 | 12 | 13 |

Příloha č.2 Výchozí data skupina 2

| | NOT před | NOT před | NOT 1.den | NOT 1.den | NOT 14dn ů | NOT 14dn ů | NOT 1měs | NOT 1měs | NOT 3měs | NOT 3měs | NOT 6měs | NOT 6měs |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Po ř. č. | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) | OP (mm Hg) | OL (mm Hg) |
| 1 | 16 | 21 | 29 | 25 | 17 | 16 | 17 | 14 | 15 | 14 | 16 | 15 |
| 2 | 14 | 13 | 22* | 16 | 13 | 17 | 15 | 13 | 15 | 13 | 15 | 14 |
| 3 | 20 | 20 | 14 | 16 | 15 | 16 | 20 | 19 | 17 | 17 | 17 | 18 |
| 4 | 27* | 25* | 24** | 21** | 24 | 17 | 16 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 5 | 19 | 19 | 29 | 31 | 20 | 23 | 18 | 19 | 21 | 18 | 20 | 19 |
| 6 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 15 | 13 | 13 | 12 | 13 |
| 7 | 24 | 24 | 19 | 22 | 19 | 20 | 16 | 18 | 21* | 20* | 18 | 18 |
| 8 | 12 | 14 | 14 | 26* | 15 | 16 | 13 | 15 | 13 | 14 | 12 | 11 |
| 9 | 20 | 12 | 18 | 12 | 19 | 12 | 17 | 12 | 15 | 12 | 12 | 10 |
| 10 | 21 | 22 | 26* | 38* | 23* | 16 | 17 | 18 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 11 | 20 | 19 | 27* | | 26* | | 16 | | 18 | | 16 | |
| 12 | 20 | 21 | 26* | 29* | 36* | 29* | 16 | 14 | 15 | 14 | 17 | 14 |
| 13 | 15 | 12 | 17 | 16 | 19 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 12 | 11 |
| 14 | 21 | 20 | 20 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 13 | 16 | 13 | 14 |
| 15 | 17 | 17 | 29 | 18 | 17 | 16 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 |
| 16 | 18 | 20 | 19 | 14 | 16 | 15 | 15 | 15 | 16 | 13 | 16 | 14 |
| 17 | 19 | 20 | 20 | 13 | 15 | 14 | 16 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 |
| 18 | 20 | 20 | 27* | 27* | 21 | 21 | 15 | 15 | 14 | 15 | 15 | 15 |
| 19 | 17 | 15 | 18 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 13 | 12 | 11 | 12 |
| 20 | 8 | 23 | 16 | | 11 | | 8 | | 7 | | 8 | |
| 21 | 17 | 18 | 28* | 30* | 22* | 26* | 14 | 21 | 14 | 15 | 14 | 13 |
| 22 | 18 | 20 | 15 | 22* | 14 | 19 | 14 | 17 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| 23 | 13 | 15 | 23* | 40**, * | 21 | 20 | 13 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 |
| 24 | 15 | 17 | 15 | 16 | 12 | 21 | 13 | 15 | 16 | 17 | 12 | 13 |
| 25 | 15 | 12 | 15 | 11 | 12 | 11 | 10 | 12 | 12 | 12 | 11 | 12 |
| 26 | 11 | 12 | 15 | 13 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| 27 | 14 | 15 | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 |
| 28 | 14 | 15 | 25* | 15 | 17 | 13 | 14 | 11 | 11 | 10 | 12 | 11 |
| 29 | 15 | 15 | 26* | 16 | 19 | 14 | 14 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 |
| 30 | 22 | 21 | 27* | 23* | 25* | 22* | 14 | 14 | 12 | 11 | 13 | 11 |
| 31 | 8 | 13 | 8 | 12 | 8 | 11 | 7 | 12 | 9 | 12 | 10 | 13 |
| 32 | 13 | 13 | | 13 | | 13 | | 12 | | 12 | | 11 |
| 33 | 13 | 10 | 22* | 16 | 16 | 15 | 16 | 12 | 15 | 10 | 16 | 10 |
| 34 | 13 | 16 | | 23* | | 18 | | 10 | | 9 | | 8 |
| 35 | 15 | 20 | 17 | 20 | 15 | 17 | 16 | 15 | 14 | 14 | 15 | 14 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|----|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 36 | 17 | 15 | 12 | 12 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 | 11 | 10 |
| 37 | 14 | 14 | 14 | 15 | 10 | 14 | 10 | 15 | 10 | 15 | 12 | 15 |
| 38 | 34* | 15 | 17** | 15 | 14 | 15 | 14 | 14 | 16 | 13 | 14 | 13 |
| 39 | 12 | 12 | 14 | 21* | 12 | 14 | 12 | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 |
| 40 | 20 | 19 | 28* | | 18 | | 16 | | 17 | | 14 | |
| 41 | 19 | 17 | 16 | 23* | 19 | 18 | 20 | 17 | 18 | 16 | 17 | 16 |
| 42 | 24 | 21 | 26* | 23* | 19 | 20 | 19 | 21 | 20 | 20 | 21 | 18 |
| 43 | 15 | 14 | 18 | 22* | 14 | 17 | 13 | 17 | 12 | 11 | 13 | 13 |
| 44 | 20 | 15 | 25* | 22* | 18 | 19 | 18 | 16 | 15 | 15 | 16 | 16 |
| 45 | 16 | 17 | 15 | 18 | 17 | 16 | 15 | 17 | 15 | 16 | 14 | 17 |
| 46 | 17 | 18 | 23* | 25* | 21 | 20 | 21 | 16 | 20 | 21 | 18 | 19 |
| 47 | 16 | 18 | 15 | 16 | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 |
| 48 | 17 | 20 | 35* | 32* | 15 | 17 | 14 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| 49 | 21 | 20 | 19 | 22* | 19 | 18 | 19 | 14 | 14 | 13 | 15 | 12 |

Příloha č. 3 Předoperační léčba skupina 2

| Poř. č. | Typ glaukomu | Léčba | Léčba |
|---------|------------------|--------------------|--------------------|
| | | OP | OL |
| 1 | POAG bilat | Xalacom,Azopt | Xalacom, Azopt |
| 2 | POAG bilat | Xalatan | Xalatan |
| 3 | POAG bilat | timolol | timolol |
| 4 | POAG bilat | timolol | timolol |
| 5 | POAG bilat | cosopt | cosopt |
| 6 | POAG bilat | travatan | travatan |
| 7 | POAG bilat | xalatan | xalatan |
| 8 | POAG bilat | Xalacom,Simbrinza | Xalacom, Simbrinza |
| 9 | POAG bilat | Carteol | carteol |
| 10 | POAG bilat | carteol,monopost | carteol,monopost |
| 11 | Glaucoma sec** | timolol | timolol |
| 12 | POAG bilat | Xalatan | Xalatan |
| 13 | POAG bilat | Xalacom | Xalacom |
| 14 | POAG bilat | xalacom | xalacom |
| 15 | POAG bilat | xalatan,azopt | xalatan,azopt |
| 16 | POAG bilat | xalacom | xalacom |
| 17 | POAG bilat | xalacom | xalacom |
| 18 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 19 | POAG bilat | xalatan | xalatan |
| 20 | PEX glaucoma | Duotrav,Trusopt | Duotrav, Trusopt |
| 21 | POAG bilat | xalacom | xalacom |
| 22 | POAG bilat | dorzotima | dorzotima |
| 23 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 24 | PACG bilat,po LI | trusopt,fotil | trusopt, fotil |
| 25 | POAG bilat | timolol | timolol |
| 26 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 27 | POAG bilat | xalatan | xalatan |
| 28 | POAG bilat | xalacom | xalacom |
| 29 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 30 | POAG bilat | Xalatan, dorzotima | Xalatan, dorzotima |
| 31 | NTG | po TE | sine |
| 32 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 33 | PEX glaucoma | timolol, monopost | timolo,monopost |
| 34 | POAG bilat | Xalatan | xalatan |
| 35 | POAG bilat | xalatan | xalatan |
| 36 | POAG bilat | cosopt | cosopt |
| 37 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 38 | PACG bilat,po LI | Pilo,Azopt,Diluran | |
| 39 | POAG bilat | monopost, Carteol | monopost, Carteol |
| 40 | POAG bilat | azopt | azopt |

| | | | |
|----|--------------|-----------------|-----------------|
| 41 | POAG bilat | carteol | carteol |
| 42 | POAG bilat | betoptic | betoptic |
| 43 | NTG bilat | luxfen | luxfen |
| 44 | PEX glaucoma | carteol,xalatan | carteol,xalatan |
| 45 | PEX glaucoma | timolol | timolol |
| 46 | POAG bilat | arutimol | arutimol |
| 47 | POAG bilat | timolol | timolol |
| 48 | POAG bilat | cosopt | cosopt |
| 49 | POAG bilat | xalatan | xalatan |