



**Masarykova univerzita v Brně**

**Lékařská fakulta**



**ZMĚNY TOPOGRAFIE ROHOVKY  
PŘI OPERACI KATARAKTY**

**Diplomová práce**

**Vedoucí diplomové práce:**

doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

**Vypracovala:**

Bc. Maliňáková Eva

Optometrie

Brno, květen 2010

# Masarykova univerzita

## Lékařská fakulta

Katedra optometrie a ortoptiky

### Anotace:

jméno: Eva Maliňáková  
obor: Optometrie  
zadání práce: Změny topografie rohovky při operaci katarakty  
vedoucí práce: doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

Diplomová práce na téma Změny topografie rohovky při operaci katarakty popisuje samostatnou operaci katarakty. Vystihuje historii, rozdělení katarakt a chirurgickou léčbu katarakty. Důkladněji je rozebrána fakoemulzifikace, její techniky, části a následná implantace nitroočních čoček. Součástí diplomové práce jsou také popsány možné komplikace při nebo po operaci katarakty.

Zvláštní kapitola je věnována přístrojům rohovkové topografie, jejich historii a popisu jejich principů, zvláště charakteristika rohovkovému topografu Pentacam.

Na závěr své práce porovnávám změny topografie rohovky před a po operaci katarakty. Srovnávám lomivosti rohovky před operací, 1. den po operaci a u některých pacientů i 2. měsíce po operaci.

# Masaryk University Faculty of Medicine

Department of Optometry and Orthoptics

## Annotation:

name: Eva Maliňáková  
specialization: Optometry  
theme of the work: Changes in topography of before and after the cararacta surgery  
leader of the work: doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

Thesis Changes in topography of cornea before and after the cararacta surgery. This thesis follows its history, division of cataracts and progressively describes chirurgical healing of cataract. We can find there detailed definition of phacoemulsification, the technics, segments and following implantation of intraocular lenses. This thesis includes possible complications before or after cataract operation

Special chapter is for machines used for cornea topography, machines history and description of their princip, especialy description of cornea topograph Pentacam.

In conclusion I am comparing changes of cornea topography before and after the operation of cataract. Changes before surgery, 1st day after surgery and 2nd months after surgery in some patiens.

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Maliňáková Eva

**Název diplomové práce:** Změny topografie rohovky při operaci katarakty

**Pracoviště:** Klinika nemocí očních a optometrie, Fakultní nemocnice U svaté Anny, Brno

**Vedoucí diplomové práce:** doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2010

**Klíčová slova:** katarakta, rohovka, astigmatismus, fakoemulzifikace, nitrooční čočky, topografie rohovky, pentacam.

**Key words:** cataract, cornea, astigmatism, phacoemulsification, intraocular lenses, cornea topography, pentacam

Souhlasím, aby práce byla půjčována ke studijním účelům a byla citována dle platných norem.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Velké poděkování patří mému vedoucímu diplomové práce doc. MUDr. Svatopluku Synkovi, CSc., za jeho cenné rady a připomínky, při psaní diplomové práce. Také děkuji sestřám na očním oddělení a refrakčním centru Fakultní nemocnice U sv. Anny za jejich ochotu, vstřícnost a trpělivost.

**PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Změny topografie rohovky při operaci katarakty“ jsem vypracovala samostatně, pod odborným vedením a dohledem vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury, která je uvedena v seznamu literatury.

V Brně 5. května 2010

.....

Eva Maliňáková

## Obsah:

1	ÚVOD	-11-
2	ROHOVKA	-12-
2.1	ANATOMIE	-12-
2.2	HISTOLOGIE	-12-
2.3	FYZIOLOGIE	-13-
2.4	ZMĚNY VELIKOSTI ROHOVKY	-14-
2.5	ZMĚNY TVARU ROHOVKY	-14-
2.6	PATOLOGICKÉ ZMĚNY STAVBY ROHOVKY	-15-
3	ASTIGMATISMUS	-17-
3.1	ASTIGMATISMUS PRAVIDELNÝ	-18-
3.2	ASTIGMATISMUS NEPRAVIDELNÝ	-19-
3.3	ASTIGMATISMUS FYZIOLOGICKÝ	-19-
4	OČNÍ ČOČKA	-20-
4.1	ANATOMIE	-20-
4.2	FYZIOLOGIE	-22-
5	KATARAKTA	-23-
5.1	DĚTSKÁ KATARAKTA	-23-
5.2	FARMAKOLOGICKY ZPŮSOBENÁ KATARAKTA	-24-
5.3	TRAUMATICKÁ KATARAKTA	-25-
5.3.1	Mechanické poškození	-25-
5.3.2	Poškození zářením	-25-
5.3.3	Chemické poranění	-25-
5.3.4	Poškození elektrickým proudem	-26-
5.3.5	Cizí tělísko	-26-
5.4	KATARAKTY METABOLICKÉ	-26-
5.5	PRESENILNÍ KATARAKTA	-28-
5.6	SENILNÍ KATARAKTA	-28-
5.7	KOMPLIKOVANÁ KATARAKTA	-29-
6	HISTORIE	-30-
7	CHIRURGICKÁ LÉČBA	-31-
7.1	INTRAKAPSULÁRNÍ EXTRAKCE	-31-
7.2	EXTRAKAPSULÁRNÍ EXTRAKCE	-32-
8	ANESTÉZIE	-34-



<b>9</b>	<b>FAKOEMULZIFIKACE</b>	-35-
<b>9.1</b>	<b>INCIZE</b>	-35-
9.1.1	Tunelový řez	-35-
9.1.2	Rohovkový řez	-36-
9.1.3	Boční incize	-36-
<b>9.2</b>	<b>PŘEDNÍ KAPSULOTOMIE</b>	-37-
<b>9.3</b>	<b>HYDRODISEKCE A HYDRODELAMINACE</b>	-38-
<b>9.4</b>	<b>FAKOEMULZIFIKACE JÁDRA</b>	-38-
9.4.1	Fakoemulzifikace pomocí ultrazvuku	-38-
9.4.1.1	Ultrazvuk	-38-
9.4.1.2	Fakoemulzifikační sonda	-39-
9.4.2	Fakoemulzifikace pomocí laseru	-39-
9.4.3	Fakoemulzifikace pomocí nízké frekvence zvuku	-40-
9.4.4	Fakoemulzifikace pomocí tryskové techniky	-40-
<b>9.5</b>	<b>FAKOEMULZIFIKAČNÍ TECHNIKY</b>	-40-
<b>9.6</b>	<b>MICS TECHNIKA</b>	-41-
<b>9.7</b>	<b>FAKO MANÉVRY</b>	-42-
<b>9.8</b>	<b>ASPIRACE</b>	-44-
<b>10</b>	<b>IMPLANTACE NITROOČNÍCH ČOČEK</b>	-45-
<b>10.1</b>	<b>HISTORIE IMPLANTACE IOL</b>	-45-
<b>10.2</b>	<b>STAVBA IOL</b>	-46-
<b>10.3</b>	<b>MÍSTO ULOŽENÍ IOL</b>	-46-
<b>10.4</b>	<b>MATERIÁL IOL</b>	-47-
10.4.1	Tvrdé nitrooční čočky	-47-
10.4.2	Měkké nitrooční čočky	-48-
<b>11</b>	<b>KOMPLIKACE</b>	-49-
<b>11.1</b>	<b>PEROPERAČNÍ KOMPLIKACE</b>	-49-
<b>11.2</b>	<b>POOPERAČNÍ KOMPLIKACE</b>	-50-
<b>11.3</b>	<b>POZDNÍ POOPERAČNÍ KOMPLIKACE</b>	-51-
<b>12</b>	<b>ROHOVKOVÁ TOPOGRAFIE</b>	-52-
<b>12.1</b>	<b>HISTORIE ROHOVKOVÉ TOPOGRAFIE</b>	-52-
<b>12.2</b>	<b>PRINCIP ROHOVKOVÉ TOPOGRAFIE</b>	-53-
12.2.1	Placidův kotouč	-53-
12.2.2	Slit-scanning systém	-54-
12.2.3	Scheimpflugovo zobrazení	-54-
12.2.4	Galilei	-56-

<b>13</b>	<b>STUDIE</b>	-57-
<b>13.1</b>	<b>ÚVOD</b>	-57-
<b>13.1.1</b>	<b>Cíl výzkumu</b>	-58-
<b>13.1.2</b>	<b>Pracovní hypotéza</b>	-58-
<b>13.2</b>	<b>METODIKA VÝZKUMU</b>	-58-
<b>13.2.1</b>	<b>Vyšetřované osoby</b>	-58-
<b>13.2.2</b>	<b>Použité přístroje</b>	-59-
<b>13.3</b>	<b>VÝSLEDKY</b>	-60-
<b>13.4</b>	<b>DISKUZE</b>	-66-
<b>14</b>	<b>ZÁVĚR</b>	-67-
<b>15</b>	<b>PŘÍLOHY</b>	-68-
<b>16</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b>	-75-

# 1 ÚVOD

Katarakta neboli šedý zákal je u nás i ve světě dobře známý pojem. Pochází ze slova Cataratas, což je název vodopádů v Argentině. Podle lékařů se často šedý zákal přirovnává k peřejím vodopádů, které zabraňují kvalitnímu vidění. U nás se každoročně provede asi 70 tisíc operací katarakty. Naštěstí je šedý zákal příčinou slepoty už jen výjimečně. Jinak je to v rozvojových zemích, kde stále převládá riziko oslepnutí. Život bez zraku si „zdravý“ člověk nedovede ani představit. Jelikož se katarakta projevuje zhoršením zrakové ostrosti, je to signál pro člověka že se něco děje a musí se to řešit. Moderní techniky léčby katarakty jsou velmi rychlé, spolehlivé a pro pacienta komfortní jak během operace, tak i po ní. Cílem každé kataraktové refrakční chirurgie je, aby pacient po operaci měl co nejlepší vizus. Jsou tedy i důležité chirurgovy zkušenosti, dobře vybraná metoda a technika operace, která bude nejen prospěšná pro léčbu šedého zákalu ale také při snížení či odstranění pacientovi korekce.

Má diplomová práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou.

První část se věnuje stručně základním informacím o rohovce, čočce a astigmatismu. Nejobsáhlejší část pojednává o kataraktě, jejímu rozdělení, historii, léčbě a komplikacím. Zvláštní kapitola je věnována i samotné fakoemulzifikaci, přesnému postupu, druhům emulzifikace a technikám. Důležitou částí operace je implantace nitrooční čočky. Závěrem teoretické části jsou popsány přístroje k hodnocení topografie rohovky – Placidův keratoskop, Orbscan a Pentacam.

Druhá, praktická část, porovnává topografii rohovky před a po operaci katarakty. Úkolem je zjistit jaké změny tvaru rohovky zaznamenáme po operaci šedého zákalu.

## 2 ROHOVKA

### 2.1 Anatomie

Rohovka je součástí pevného obalu oka a zaujímá 20 - 25% povrchu očního bulbu. Představuje mechanickou a chemicky nepropustnou bariéru mezi vnitřním a vnějším prostředím spolu se spojivkou, sklérou a slzným filmem. Skléra se napojuje na okraji rohovky a tomuto místu říkáme limbus. Rohovka je průhledná, tuhá a bezcévná tkáň. Její normální průměr je 11,5mm ve vertikále a 12mm v horizontále. V centru je tloušťka rohovky 0,52mm a při limbu v periférii 1mm. Optická mohutnost rohovky je asi + 43D. Poloměr zakřivení přední plochy je 7,8mm, zadní plochy 7mm a směrem k limbu se rohovka oplošťuje.

Rohovka je nejcitlivější tkáň v těle, za což vděčí bohatému nervovému zásobení. Inervace pochází z prvního trojklaného nervu cestou *nervus ophthalmicus*, *n.nasociliaris* a *nn. ciliares breves*. Nervová zakončení vedou dlouhými ciliárními nervy k anulárním plexu, kde pozbývají myelinové pochvy. Dále vedou pod Bowmanovou membránou, skrz ni a vytváří subepiteliální a stromální plexus. Jejich zakončení je obvykle volné. Skoro každá buňka epitelu má své nervové vlákno. K této hlavní nervové síti přicházejí ještě nervová vlákna z oblasti limbu, která pocházejí ze spojivky a z episkléry [7]. Protože rohovka má největší počet nervových zakončení na mm<sup>2</sup>, vyvolává sebemenší podráždění mrkací reflex. Jak podráždění způsobené erozí, UV zářením nebo cizím tělískem.

### 2.2 Histologie

Lidská rohovka je sestavena z pěti vrstev. Z vnější strany se nachází jako první epitel, který je složen ze čtyř až šesti vrstev buněk a zaujímá 10 % rohovkové tloušťky. Rohovkový epitel se obměňuje každých 7 dní a to díky limbálním buňkám, které kromě obnovy epitelu jsou také odpovědné za rychlou schopnost regenerace a migrace rohovky. Povrch epitelu je tvořen mikroklky, skládající se z lipidů a glykoproteinů a umožňují přilnutí mucinu, vnitřní vrstvy slzného filmu.

Další vrstva rohovky navazující na epitel se nazývá Bowmanova membrána. Je to poměrně silná blanka, 8-12μm, která nemá schopnost regenerace jako epitel, a proto po poranění dochází k jizvení. Tvoří mez mezi epitelem a další vrstvou rohovky – stromatem.

Rohovkové stroma zaujímá 90% tloušťky rohovky. Tvoří ji vlákna a velmi jemné struktury pojivové tkáně. Kolagenní vlákénka, která se nejvíce nacházejí ve stromatu, se kříží v různých směrech a jsou složena z velmi jemných fibril. Pravidelné uspořádání fibril (stejná

tloušťka a vzdálenost) vede k tomu, že pronikající světelné paprsky nejsou ve svém průběhu skrz rohovkou ovlivňovány a zároveň má za následek průhlednost rohovky. Důležitý faktor při průhlednosti je obsah vody mezi vlákny. Při zvýšení nad 80 % se ztrácí pravidelné uspořádání fibril, rohovka se začne kalit a dochází k edému. K zakalení může dojít i při různých poranění mechanických, toxických, zánětlivých nebo dystrofických. Regenerační schopnost rohovkového stromatu je velmi nízká.

Descemetová membrána, čtvrtá vrstva rohovky, se skládá z kolagenních vláken, díky nimž je elastická a poměrně pevná. I když je tenčí než Bowmanova membrána, stavba je velmi podobná. Pomocí funkčních endotelových buněk, které jsou produktem membrány, mají regenerační schopnost a tvoří ohraničení stromatu zevnitř.

Poslední vrstvou rohovky je endotel. Endotel je tvořen šestibokými buňkami o tloušťce 4-6 $\mu$ m. Jeho funkcí je starost o konstantní hydrataci a transparenci buněk. Tím udržuje konstantní optickou mohutnost rohovky. Obnovení endotelu neprobíhá rozmnožováním buněk, ale zvětšováním stávajících buněk. Jejich počet při narození je 4 000 – 5 000 buněk na mm<sup>2</sup> a během života klesá o 1/3 – 1/2 do 20. roku a ve stáří se pohybuje okolo 2 000 mm<sup>2</sup>. Při poklesu pod 500 mm<sup>2</sup> dochází k narušení hydratace a edému.

## 2.3 Fyziologie

Právě rohovka je nejsilnější čočkou optického aparátu a je zcela bezcévnatá. Společně se sklérou, čočkou a sklivcem patří mezi bradytrofické tkáně ( krátkodobě sniží krevní zásobení ) a proto je celý metabolismus zpomalený a tím i hojení.

Výživu, pomocí výživných metabolitů (aminokyseliny a glukóza), zařizují tři různé systémy: okrajové limbální cévní kličky, komorová voda a slzy. Komorovou vodou jde hlavně glukóza, slzami se dostává do rohovky kyslík, důležitý k získání energie z glukózy. Kyselina mléčná, která je produktem metabolismu, odchází do komorové vody.

Povrch rohovky kryje slzný film. Jeho funkce je hlavně vytvářet dokonale hladký povrch rohovky, ochranu proti infekcím, zvlhčení povrchu oka a zásobení rohovkového epitelu kyslíkem a živinami. Tloušťka slzného filmu je 7 $\mu$ m. Skládá se z několika vrstev : olejová, vodní a mucinová. Olejová vrstva neboli lipidová brání přetékání přes okraj víček, zvyšuje jeho povrchové napětí a snižuje jeho odpařování. Vodní vrstva tvoří 90% množství slz. Je tvořena z 98% vodou, která zajišťuje zvlhčující funkci slz. Mucinová vrstva je tvořena glykoproteiny. Umožňuje snadné roztírání vodné složky slzného filmu rovnoměrně po celém povrchu oka a zajišťuje přilnavost slzného filmu k povrchu oka. Vzniká sekrecí pohárkových buněk spojivky.



Obr.č.1 Rohovka

## 2.4 Změny velikosti rohovky

**Mikrokornea** je označení pro malou rohovku. Její rozměry jsou normální ale průměr je menší než 10mm. Pravděpodobně vzniká v 5. měsíci embryonálního vývoje a to zastavením růstu rohovky. Vykytuje se jak oboustranně, tak i jednostranně, ale obvykle nebývá postihnuta zraková ostrost. Dědičnost může být autozomálně recesivní nebo dominantní [5].

**Megalokornea** je rohovka s normální strukturou ale průměrem větším než 12,8mm. Je to onemocnění častěji se vyskytující u mužů a převážně oboustranné. Megalokornea se vyskytuje společně s dalšími onemocněními jako například při kataraktě, s Downovým syndromem a dalšími genetickými syndromy.

## 2.5 Změny zakřivení rohovky

Cornea plana je neprogresivní onemocnění, kdy plochý meridián zakřivení se pohybuje pouze kolem 20-30D. Často ji doprovází onemocnění zvané sklerotizace rohovky, kdy je rohovka neprůhledná.

Keratokonus bývá charakteristický kónickým vyklenutím a ztenčováním rohovky často centrálně, paracentrálně, nazálně dole nebo temporálně. Většinou ho doprovází nárůst myopie a vznik nepravidelného astigmatismu. Keratokonus je většinou oboustranný a familiárně dědičný. Manifestuje v 2. a vyvíjí se ve 3. dekádě života. Projevuje se zhoršením zrakové ostrosti, zkresleným nebo dvojitým viděním. Klinicky se projevuje vypadáváním solí železa v okraji ektázie – Fleischerův prsteneček a deformací dolního víčka – Munsonův příznak. Často jsou přítomny horizontální trhliny descemetové membrány – Vogtovy lišty, které jsou vidět

na štěrbinové lampě uprostřed rohovky [9]. Po dvou až třech měsících může dojít k akutnímu keratokonu. Ten vznikne po ruptuře descemetové membrány, edému stromatu, což směřuje k výraznému zhoršení zrakové ostrosti.

Ke korekci refrakce u keratokonu se nejprve používají brýle a až pokud nestačí, aplikují se tvrdé kontaktní čočky. Další krok k léčbě je keratoplastika, u které je úspěšnost na vyléčení až 95%.



Obr.č. 2 Keratokonus

Keratoglobus se často vyskytuje hned po narození. Jde o vrozené, oboustranné onemocnění. Projevuje se vyklenutím rohovky, globulárním tvarem a ztenčením rohovky v periferii u báze keratoglobu v blízkosti limbu. Vyskytuje se nejen jako samostatné onemocnění ale také jako onemocnění spojené s jinou chorobou. Léčba je stejná jako u keratokonu, avšak chirurgická léčba je obtížnější z důvodu většího ztenčení rohovky.

## 2.6 Patologické změny stavby rohovky

Edém rohovky se vyskytuje při porušení integrity endotelu a také při poruše funkce endotelu. Další příčinou edému je zvýšení nitroočního tlaku nad 40mmHg. Otok také může způsobovat nerovnosti povrchu rohovky, které zapříčiňují rozptyl světla, oslňování a pokles zrakové ostrosti.

Patologická vaskularizace, nebo prorůstání drobných cév do rohovky, způsobuje zhoršení propustnosti rohovky pro světelné paprsky. Patologicky rozlišujeme vaskularizaci povrchovou nebo hlubokou. Jsou velmi odlišné a proto dobře rozpoznatelné.

Povrchová vaskularizace vychází ze spojivkových cév, vrůstá mezi epitel a stroma rohovky. Tvoří znatelný přechod cév z kapilární sítě limbu. Větvení povrchových cév je typicky stromkovité [14].

Hluboká vaskularizace vychází u limbu ze sklerálních cév, vrůstá mezi lamely stromatu jako kapilární klíčky. Směřuje od limbu k centru rohovky a poté zpět zase k limbu. Bývá doprovázena vrůstáním vaziva spolu s cévami do rohovky. Pokud už je směs vaziva ve větším množství nazýváme ji pannus. Často se tento typ vaskularizace nachází u některých typů zánětů. Přetrvává po celý život.

Poruchy průhlednosti rohovky se spojují s trvalou změnou stromatu, kterou pozorujeme při ztrátě průhlednosti rohovky a to pomocí metody skiaskopie. Odlišujeme několik stupňů zákalu rohovky a tím různé druhy jizev na rohovce. Od výsevu problémových obláčků, nebo-li nubeculi, bez ohrožení zrakové ostrosti, přes maculu, což je středně sytý zákal rohovky zasahující do hlubších vrstev stromatu, až po leucom, sytému zákalu bílé barvy snižující zrakovou ostrost.

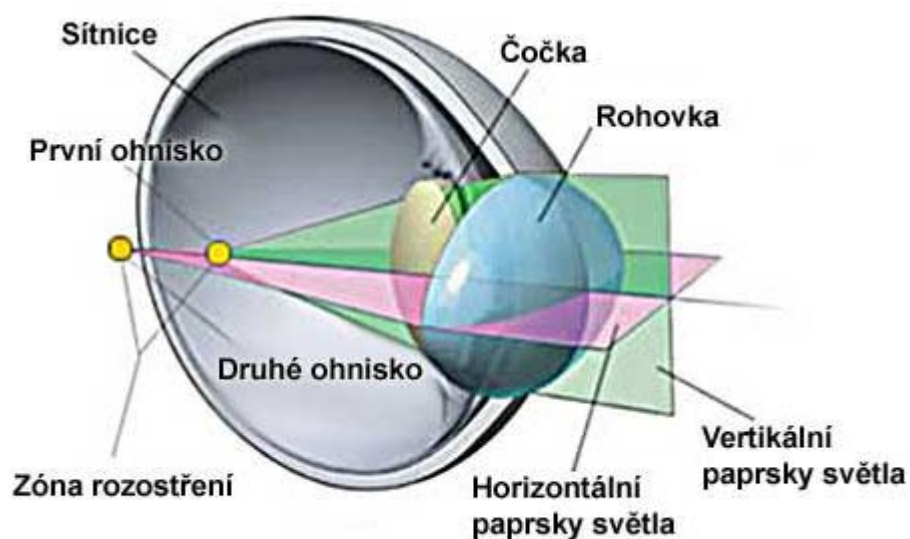


### 3 ASTIGMATISMUS

Astigmatismus je refrakční vada, kdy bod se nezobrazuje jako ostrý ale jako neostrá ploška. Astigma znamenající ne bod, vychází z latinské slova stigma, což v překladu znamená bod. První zmínku o astigmatismu můžeme najít už v roce 1727 u Isaaca Newtona. Více se o astigmatismu v roce 1801 zmínil muž nejednoho objevu a to Thomas Young. Jako londýnský lékař vysvětlil, že astigmatismus je způsoben nepravidelnostmi zakřivení oční rohovky [28].

Z lékařského hlediska je to stav oka, při kterém nemá optický aparát ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost. Pokud do oka přicházejí rovnoběžné paprsky v optickém prostředí se rozdělí na dva paprsky. Jeden prochází ve směru vertikálním, druhý ve směru horizontálním. Jelikož se paprsky v různých optických vlastnostech rohovky nelámou do stejného místa, vznikne pro každý z paprsků jiné místo ohniska.

Astigmatismus bývá ve většině případů vrozený. Vzniknutí astigmatismu po prvním roce života je pouze výjimkou. Astigmatismus bývá nejčastěji způsoben asymetrií rohovky, lámavostí plochy čočky, odchylností uložení čočky anebo špatným indexem lomu. Celkový astigmatismus se skládá z astigmatismu: rohovkového, čočkového a zbytkového.

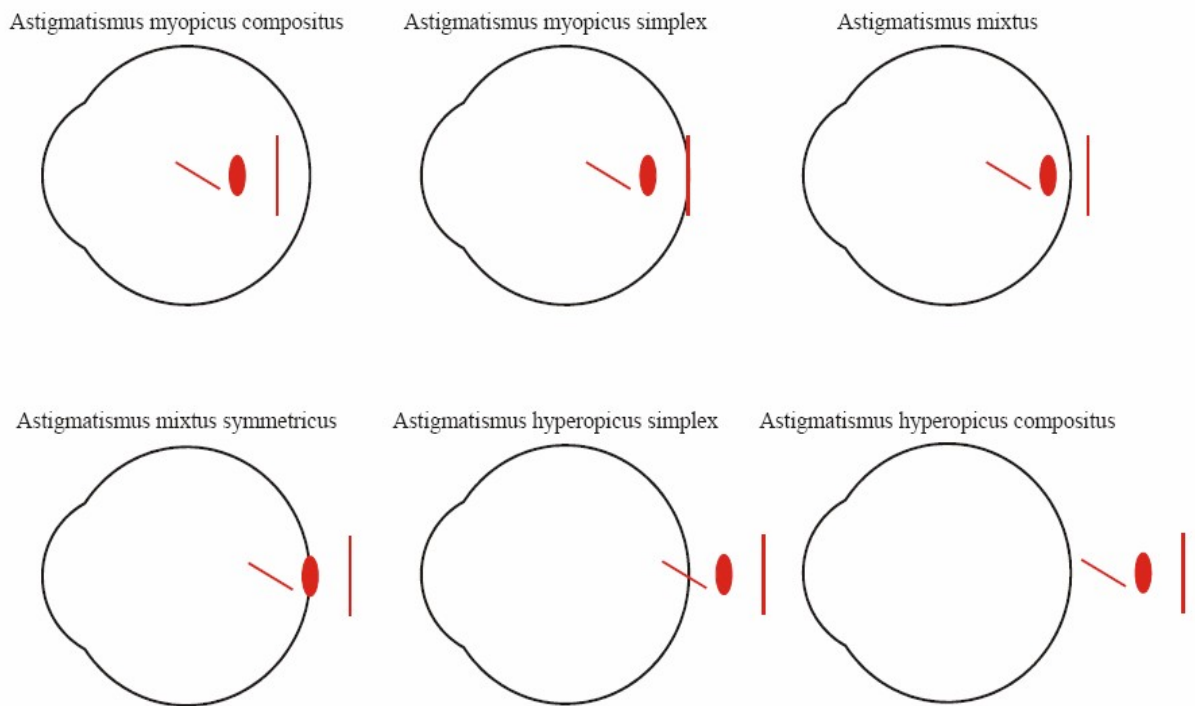


Obr. č. 3 Deformovaná rohovka astigmatismem

### 3.1 Astigmatismus pravidelný

Astigmatismus pravidelný (regularis) zobrazuje pozorovaný bod ve dvou na sobě kolmých úsečkách. Lze tedy zjistit meridián s největší a nejmenší lomivostí, přičemž oba jsou na sebe kolmé [14]:

- astigmatismus jednoduchý (simplex) – jedna rovina je emetropická a druhá rovina je buď myopická nebo hypermetropická
- astigmatismus složený (compositus) – obě roviny jsou na sebe kolmé a jsou buď myopické nebo hypermetropické
- astigmatismus smíšený (mixtus) – jedna rovina je myopická a druhá osa je na ni kolmá hypermetropická



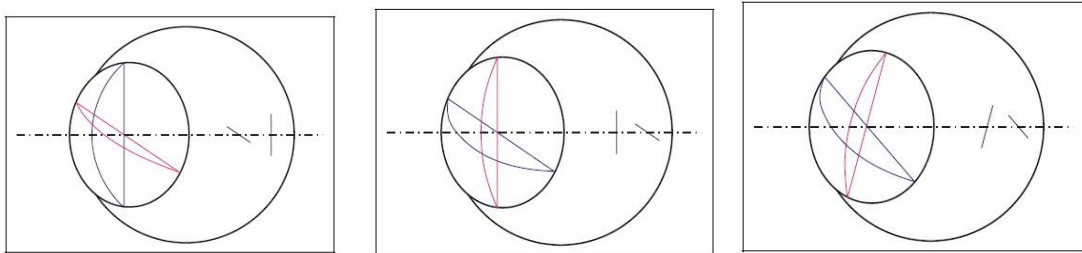
Obr. č. 4 Astigmatismus pravidelný

Poloha úseček je dána ohnisky oka v hlavních řezech:

- astigmatismus přímý neboli podle pravidla – je vyznačován meridiánem svislým, který je více lomivý než horizontální
- astigmatismus nepřímý neboli proti pravidlu – je opačný případ, kdy meridián horizontální je více lomivý než svislý

- astigmatismus šikmý neboli obliquus – je vyznačován osou s nejmenší a největší lomivostí, která neleží v horizontální ani ve vertikální rovině, většinou v ose 45° a 135°

Rohovkový astigmatismus bývá většinou přímý. Čočkový astigmatismus bývá nepřímý a méně častý než rohovkový.



Obr.č. 5 Astigmatismus přímý, nepřímý, šikmý

Pravidelný astigmatismus se koriguje pomocí sférických a cylindrických čoček.

### 3.2 Astigmatismus nepravidelný

U astigmatismu nepravidelného (irregularis) nelze zjistit ani meridián s největší lomivostí ani meridián s nejmenší lomivostí. Často je způsoben poúrazovými stavy předního segmentu oka nebo nemocemi rohovky. Lze ho korigovat brýlovými skly.

### 3.3 Astigmatismus fyziologický

Bývá způsoben tlakem víček na rohovku. Tento tlak způsobí stav, kdy má rohovka ve vertikálním směru menší poloměr křivosti (více se láme) než v horizontálním směru. Fyziologický astigmatismus se nekoriguje a nepřesahuje astigmatický rozdíl větší než 0,5D.

## 4 OČNÍ ČOČKA

### 4.1 Anatomie

Čočku charakterizujeme jako bezcévnatou tkáň čočkovitého tvaru. Hmotnost čočky při narození se pohybuje kolem 90mg. Po celý život roste až k váze 255mg, kterou dosáhne v dospělosti. Průměr čočky je přibližně 9mm a tloušťka 4mm podle stavu akomodace. Optická mohutnost je asi 15-20D. Akomodace je složitý děj, kdy při zvýšené refrakční mohutnosti čočky dochází k ostřejšímu vidění do blízka. Předpokládá se, že kromě vyklenutí především přední plochy čočky se na akomodaci podílejí změny elastických funkcí pouzdra s vnitřními přesuny čočkových lamel v její centrální zóně, spíše než sklerosa čočkového jádra [14]. Akomodační schopnost se postupně snižuje s přibývajícím věkem.

Čočka je bez inervace a z tohoto důvodu nemůže být postižena žádným zánětem. Onemocnění čočky je jen degenerativní a bývá spojené se snížením její průhlednosti. Oční čočka je uložena mezi pigmentovým listem duhovky a přední sklivcovou membránou. Je zavěšena na závěsném aparátu, kterým je připojena k řasnatému tělísku. Závěsný aparát čočky tvoří zonulární vlákna [9].

Na čočce rozlišujeme pouzdro, epitel, kortex a jádro:

Čočkové pouzdro se skládá z předního a zadního pouzdra tvořené u bazální membrány. Tvoří ho bílkoviny, neobsahuje žádnou elastickou tkáň a je homogenní struktury. Pouze na elektronovém mikroskopu je možno vidět v oblasti ekvátoru jemnou lamelu, do které se upínají na vlákna závěsného aparátu čočky [7]. Tyto lamely jsou důležité při elasticitě pouzdra. Tloušťka pouzdra záleží na lokalizaci a věku. Během života se tloušťka předního pouzdra zvětšuje a tloušťka zadního pouzdra se s věkem zmenšuje.

Čočkový epitel můžeme najít pouze na přední ploše rohovky těsně pod pouzdrém a sahá až do oblasti ekvátoru. Epitel se skládá z různě tvarovaných buněk, které jsou poskládány do jedné řady. Výška buněk se mění. Čím blíže jsou k ekvátoru, tím se mění v čočková vlákna. Jejich tvar je šestiboký s většinou jedním nebo dvěma jádry. Čočkový epitel můžeme rozdělit do 4 oblastí – centrální, pregerminativní, germinativní a přechodná – tranzitorní.

Centrální zóna tvoří asi 80% epitelu. Za normálních okolností zde neprobíhají mitózy. Buňky centrální zóny nemigrují a ani se nediferencují v čočková vlákna. Dobře na nich lze vidět proces stárnutí.

Pregerminativní zóna tvoří asi 5% epitelu. Buňky pregerminativní zóny přecházejí v čočková vlákna jen vzácně. Spíše se přidávají k buňkám centrální zóny, tím jak se čočka v průběhu stárnutí zvětšuje.

Germinativní zóna tvoří asi 10% epitelu. Zde jsou mitózy velmi četné. Jedna, někdy obě dceřiné buňky se dále přesouvají do přilehlé přechodné zóny, kde probíhá jejich konečná diferenciací.

Přechodná zóna – tranzitorní zóna tvoří asi 5% epitelu. Leží periferně od germinativní a probíhá zde nejdůležitější změna buněk epitelu – elongace a přeměna v sekundární čočkové vlákna [9].

Jádro se nachází za čočkovým stromatem, které je tvořeno vlákny. Skládá se z několika vrstev. Jádro se dá rozdělit na embryonální, fetální, infantilní a na později vytvořené dospělé. Kromě embryonálního jádra, které obsahuje primární vlákna, ostatní jádra obsahují pouze sekundární vlákna.

Kortex je situován v okrajích a obsahuje pouze sekundární vlákna vzniklá v dospělém věku. Čočková vlákna jsou složena ze změněných ekvatoriálních buněk předního epitelu. Vznikají ze ztenčovaných buněk. Během života se stále rodí nové buňky a posouvají ty staré směrem k zadnímu pólu. Čím dál jsou delší buňky způsobují posouvání jádra více do nitra čočky a její postupné ztracení. Dochází k vrstvení vláken, jádro je tvrdší, hustší a větší. Nárůstem vláken se skládají směrem do centrálně položené zahuštěné zóny a tím na sebe narážejí a vznikají čočkové švy [7]. Čočkové švy se tvoří dvěma typy čočkových vláken a to spojením jejich konců. Jsou to vlákna rovná a vlákna esovitá. Počet rovných vláken je v embryonálním vývoji šest a určují umístění a velikost švů v oblasti předního a zadního pólu. Jejich typická stavba je v předním pólu ve tvaru ypsilon a na zadním pólu ve tvaru převráceného ypsilon. Esovitých vláken je zpravidla více. Plní plochy mezi rovnými vlákny a svými konci nedosahují k pólům čočky. Většinou se tyto vlákna na obou koncích rozšiřují, stáčí se z polární osy na opačné strany a sledují zakřivení čočky po meridiánu. Během celého života se tvar a větvení švů mění. Z tvaru hvězdicovitého s šesti větvemi v dětství, rozšiřování na devět větví v dospívání až po dvanáct a více větví v dospělosti.

Závěsný aparát čočky, často také zvaný zonula, má dva hlavní úkoly – snažit se udržet čočku v optické ose a umožnit akomodaci. Najdeme ho mezi řasnatým tělískem a čočkou. Zonulární vlákna obsahují nekolagenní protein a elastické fibrily. Jednak jsou vlákna vedena z pars plana řasnatého tělíska na přední plochu čočky a dále až z ora serrata k zadní ploše čočky a také vlákna vedou z výběžků na ekvátor čočky. S věkem vlákna ztrácí svou elasticitu a stávají se jemnějšími.

## 4.2 Fyziologie

Čočka je tkáň bez inervací a bez přímého cévního zásobení. Obsahuje 65% vody v mládí a její obsah s přibývajícím věkem klesá. Nejdůležitější úkol plní čočkový epitel, který odčerpává sodík z buněk a přivádí buňkám draslík. Tato funkce je nutná k udržení průhlednosti a bezproblémovému růstu čočky. Další důležitou složkou čočky je proteiny, alfa a beta krystaliny. Díky ní se řadí mezi nejbohatší tkáň lidského těla. V čočce je obsaženo asi 35 objemových procent bílkoviny. S postupujícím věkem se zvyšuje množství žlutohnědého pigmentu měnicího propustnost světelných paprsků délky 400 – 1400nm. Během procesu stárnutí se v důsledku akumulace hnědého pigmentu v čočce zvyšuje absorpce ultrafialového a modrého světla (350-500nm) [6]. Z důvodu nepřetržitého narůstání nových vláken se čočka zvětšuje a může dojít až ke stlačení a dehydrataci starších vláken.

## 5 KATARAKTA

Katarakta neboli šedý zákal je jakékoliv zkalení v čočce. Pojem katarakta vychází z latinského překladu starých řeckých a arabských dokumentů. Z řeckého *suffusio* a arabského *ma* (voda) nebo *al-ma' an-nazil fi'l'ain* (voda, která sestoupila do oka) vznikl název *cataracta* – vodopád [27].

S přibývajícím věkem čočka ztrácí svou elasticitu a pružnost, zabarvuje se a začíná se kalit. A právě toto zkalení způsobí velmi nepříjemné vidění z důvodu neprůhlednosti čočky a rozptylu procházejícího světla. Ale je důležité vědět, že kataraktu nezpůsobuje jenom stárnutí. Existuje řada jiných faktorů ovlivňujících její vznik. Jsou to např. úrazy, záněty, metabolické a nutriční poruchy, záření a také celková onemocnění jako např. poruchy látkové přeměny (cukrovka), kožní a systémové choroby (lupenka, atopický ekzém, svalové dystrofie) anebo kloubní onemocnění (artritida).

Kataraktu můžeme rozdělit podle doby vzniku, etiologie, podle tvaru, barvy nebo stupně zákalu.

Šedý zákal je stále uváděn jako nejčastější příčina slepoty ve světě. Samozřejmě jsou velké regionální rozdíly. Častěji se vyskytuje u žen. Jen v roce 2006 bylo v ČR provedeno 75 614 operací katarakty, v USA 1,5 milionu každý rok [9].

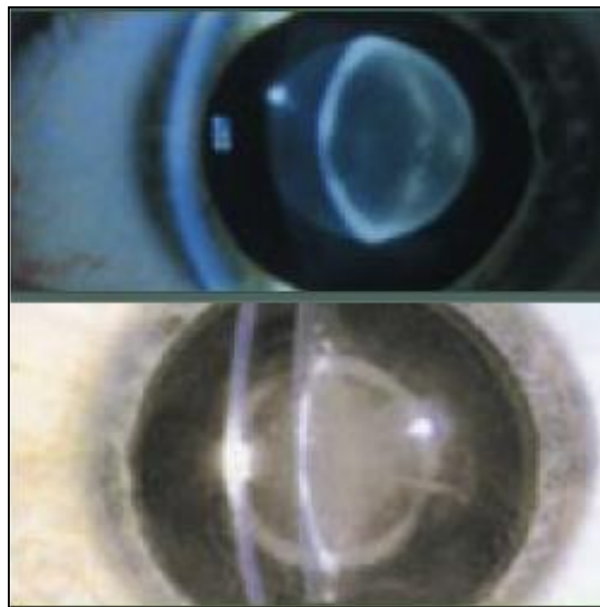
Příznaky doprovázející šedý zákal mohou být např. zamlžené vidění, citlivost na oslnění, která se projevuje především při ostrém slunečním světle, při nočním řízení motorového vozidla a zkreslení pozorovaných obrazů, tzv. „duchy“ kolem předmětů. U nukleární katarakty se zvyšuje krátkozrakost, která přináší nutnost časté změny dioptrické síly brýlí a také změnu ve vnímání barev (barvy nejsou syté).

### 5.1 Dětská katarakta

Dětskou kataraktu označujeme také jako kongenitální a je považována za velmi závažné onemocnění, které se projeví už při porodu. Výskyt kongenitální katarakty v zemích třetího světa je vysoký a je to také častý důvod úmrtí dětí. Katarakty dětského věku se nejčastěji dělí na kongenitální, traumatické a jiné komplikované (získané). Do kongenitální skupiny bývá zařazována i podskupina hereditárních katarakt, které mohou být přítomny v době narození, ale někdy se vyvíjejí až postnatální době. Příčinou vzniku vrozeného šedého zákalu může být působení škodlivé noxy (virová onemocnění - např. rubeolla, herpes zoster, herpes simplex, cytomegalovirus, polio a toxické působení různých chemických látek včetně některých léků) v průběhu těhotenství matky. Podle toho, v kterém období těhotenství dochází k poškození,

se tvoří různé typy zákalů – nukleární katarakta v časných fázích, zonulární zákal později. Hereditární katarakty jsou nejčastěji autosomálně dominantního typu, ale byly popsány i dědičnosti autosomálně recesivní a pohlavně vázané. U části dětí s vrozenou kataraktou zůstává etiologie neobjasněná [25].

Vyšetření dětí je velmi nepřesné a proto se používá metoda červeného reflexu, díky které můžeme posoudit hustotu zkalení a jiné změny oka. Samozřejmě má také vliv na zrakovou ostrost. Velmi důležité je operovat co nejdříve, jelikož od dvou měsíců hrozí vznik amblyopie na postiženém oku.



Obr.č. 6 Kongenitální katarakta

## 5.2 Farmakologicky způsobená katarakta

Příčiny vzniku jsou u této katarakty způsobené delším užíváním léků. Užívání kortikosteroidů může způsobit zákal v zadní části čočky pod pouzdrém tzv. zadní subkapsulární kataraktu. U dospělých se onemocnění nedá léčit. U dětí jen na začátcích onemocnění jsou změny vratné. Užívání psychotropních léků má za následek tvorbu pigmentových depozit v čočkovém epitelu a v oblasti zornice. Tyto léky většinou nemají vliv na vizus. Inhibitory cholinesterázy mohou zapříčinit vznik vakuol v přední a zadní vrstvě subkapsulární vrstvě a epitelu. Také to nijak zvlášť nepůsobí na vidění.



## **5.3 Traumatická katarakta**

Traumatická katarakta se vyskytuje nejčastěji při penetrujícím očním poranění, po kontuzi oka, vlivem ionizujícího záření (ozařování tumorů), při zasažení elektrickým výbojem a mimořádně působením chemických látek.

### **5.3.1 Mechanická poranění**

Do mechanického poškození zahrnujeme pohmoždění oka. Například tupý úder může způsobit otisk pigmentového epitelu duhovky na přední ploše čočky – tzv. Vossiusův prstenec. Tento typ pohmoždění nemusí ovlivnit zrakovou ostrost, ale může způsobit i trvalé zkalení čočky a postihuje, jak celou čočku, tak jen její část. Součástí příznaků kontuze oka je vždy změna reakce zornice. Ta je zpomalená až vymizelá a zornice je mydriatická.

Dislokace nebo subluxace čočky je spojena s poškozením závěsného aparátu, kdy dochází ke změně polohy čočky. Pacienti mívají problém s rozmazaným viděním, s poruchou akomodace a vznikem astigmatismu.

Perforující poranění čočky způsobí zkalení kortexu v místě rány a rychle se přesunuje na celou čočku.

### **5.3.2 Poškození zářením**

Nejčastější vliv na čočku má právě ionizující záření. Katarakta může vzniknout až několik let po ozáření, záleží na dávce záření i věku pacienta. Více jsou náchylní pacienti mladšího věku. Charakteristické jsou okrouhlé opacity pod zadní kapsulou a jemné zákaly vzhledu ptačího pera v přední subkapsulární vrstvě [5].

Infračervené a ultrafialové záření může také poškodit zrak při dlouhodobém vystavení tomuto záření.

### **5.3.3 Chemické poranění**

Velmi nebezpečné poleptání chemickými látkami poraní jak povrch oka, tak i přídatné orgány oka. Vznik katarakty se častěji objevuje u působení zásadité látky než kyseliny.

Také vliv zásadité látky více ohrožuje oko z důvodu rychlejšího pronikání do tkání, působení vyššího pH a biochemických změn, které jsou součástí zkalení čočky.

### **5.3.4 Poškození elektrickým proudem**

Typické pro tento druh katarakty je vznik maličkých vakuol ve střední přední periférii čočky. Ty se dále šíří jako lineární opacity v předním subkapsulárním kortexu.

### **5.3.5 Cizí tělísko**

Výjimečně se do oka může dostat cizí tělísko. Je důležité z jakého je materiálu. Pokud je z částeczek železa a je velmi blízko uložen u čočky, může rychle dojít ke vzniku kortikální katarakty. Toto onemocnění nazýváme jako sideróza. Naopak, pokud se do oka dostane měď a usazuje se na pouzdro čočky žlutavý až hnědý pigment, mluvíme o chalkóze.

## **5.4 Katarakty metabolické**

Onemocnění diabetes mellitus má vliv na čirost čočky, na schopnost akomodace a na index lomu. Při zvýšeném cukru v krvi stoupne i obsah glukózy v čočce a dojde ke zduření čočkových vláken. Vzniká nejčastěji u mladých nekompenzovaných diabetiků. Projevuje se jako subkapsulární vločkovité zkalení pod předním pouzdrém čočky, rychle zachvacující celou čočku. Při kompenzaci cukrovky jsou v počátečních stádiích tyto změny reverzibilní [14]. Tento typ onemocnění nazýváme jako pravou diabetickou kataraktu.

Druhým typem je senilní katarakta u diabetiků. Vyznačuje se změnou refrakce ještě na čiré čočce. Postihuje rychleji mladší populaci než u normální senilní katarakty a právě rozdíl normální senilní katarakty a senilní katarakty u diabetiků u starší populace je velmi těžko rozpoznatelný.

Cataracta tetanica nejčastěji vzniká po odstranění štítné žlázy anebo z příčin, které nejsou zcela známe. Mohou se objevovat křeče z důvodů deficitu vápníku. Charakteristická jsou subkapsulární tečkovitá zkalení a vakuoly, později vláknitá zkalení.

Cataracta myotonica se podobá tetanické dystrofii, ale je spíše přirovnávána k progresivní svalové dystrofii. Vyznačuje se atrofií malých svalů ruky a mimických svalů, poruchou funkce příštítných tělísek a pohlavních žláz. Objevuje se mezi 30. - 40. rokem.

Kortizonová katarakta postihuje asi 1/3 pacientů, kteří dlouhodobě užívali kortikosteroidy. U většiny dětí je právě toto zkalení čočky vratné.

Jelikož je kůže i čočka vyvinuta z ektodermu, vede to častějšímu výskytu katarakty dermatogenes jako součást kožního onemocnění. Nejznámější spojení najdeme u neurodermidy, kdy se šedý zákal projeví asi pět let po projevu kožního onemocnění. Naopak u sklerodermie, které označuje ztvrdnutí kůže, se zákal projeví ještě před vznikem kožních problémů. Katarakta se výjimečně objevuje i u atopického ekzému.

Galaktosemie je autozomálně recesivní dědičná neschopnost změnit galaktózu na glukózu. Obsah galaktózy v těle stoupá, postupně přechází do komorového moku a do čočky, kde se mění v cukerný alkohol dulcitol. Protože dulcitol nelze v čočce metabolizovat, hromadí se voda v čočce a dochází k růstu osmotického tlaku v čočce. Dále může dojít k bobtnání vláken, k praskání jejich obalů a nakonec vzniká zákal v čočce tzv. galaktosemická katarakta. Znamky onemocnění se vyskytnou během prvních týdnů života. Pokud se toto onemocnění neléčí zvětšují se játra, slezina, bývá letargie, osteoporóza nebo mentální retardace. Není-li galaktosemie včasně poznána a léčena, jedná se o smrtelné onemocnění.

Homocystinurie je recesivně dědičné onemocnění s metabolickou poruchou aminokyselin. Homocystin se hromadí v tkáních a vylučuje se pomocí moče. Prvotní a nejspolehlivější příznak katarakta při homocystinurii je neobvykle tmavá moč.

Hepatolentikulární degenerace nebo-li Wilsonova choroba je poškození metabolismu mědi. Nejčastější příznak tohoto onemocnění je Kayserův-Fleischerův prstenec, typický svým zlatohnědým zabarvením descemetové membrány v periferii rohovky. Načervenalý hnědý pigment se ukládá v předním pouzdru čočky a v subkapsulárním kortexu tak, že tvoří hvězdčovitě formace podobající se korunním lístkům slunečnice. Ve většině případů slunečnicová katarakta nezpůsobuje závažnější zhoršení zraku [6].

## 5.5 Presenilní katarakta

Cataracta coronaria se často vyskytuje již v pubertě a postihuje periferii čočky. Na čočce můžeme vidět různý tvar připomínající prsteneček, který je v dopadajícím světle modrý.

Presenilní katarakta se vyskytuje již před 50. rokem života a jde o mnohočetné vnitřně sekreторické poruchy.

## 5.6 Senilní katarakta

Katarakty podmíněné věkem jsou nejčastěji se vyskytující katarakty. Postihují až 50% osob nad 65 let a až 70% osob nad 75 let. Příčina výskytu není známa a považuje se za kataraktu multifaktoriální neboli působení mnoha činitelů a faktorů na vznik šedého zákalu. Jedním z důvodů vzniku senilní katarakty je zvětšující se čočka, která postupně ztrácí elasticitu a akomodaci. Dochází k chemickým změnám na bílkovinách čočky, které se mění na bílkoviny o vyšší molekulové hmotnosti. Projeví se větším zabarvením jádra od žluté až po hnědou, snižováním průhlednosti, změnami refrakčního indexu a optických aberací.

Můžeme vyjmenovat čtyři typy senilní katarakty: nukleární, kortikální, zadní kapsulární a přední kapsulární.

Fyziologický proces nažloutnutí a tvrdnutí jádra se u lidí nad 60 let objevuje běžně, ale pokud tento proces pokračuje dál a narušuje vidění, mluvíme o nukleární kataraktě. Tato katarakta je ve většině případů oboustranná a její vývoj je pomalý. U pacienta se projevují spíše problémy při vidění na dálku a přítomnost vyšší intenzity světla nebo může nastat situace, kdy presbiopiční pacienti čtou bez brýlí. Příčinou vzniku nukleární katarakty je zvýšená sklerotizace čočkového jádra a můžeme ji vyzorovat na šterbinové lampě.

Změna hydratace čočky, způsobená změnou iontové rovnováhy způsobí vznik kortikální katarakty. Vývojový stupeň zákalu je různý pro obě oči, a tedy je to obvykle zákal oboustranný. Vidění je ovlivněno lokalizací kortikálních zákalů. Obvykle začíná od periferie, to znamená, že centrální vidění zpočátku postiženo není a šíření může být velmi rychlé ale také někdy pomalé. U každého pacienta je jiné.

Zadní subkapsulární katarakta nejenom že postihuje starší populaci, ale může se vyskytnout i u mladších pacientů. Tento typ zákalu je lokalizován v zadní vrstvě kortexu,

obvykle v místě optické osy [9]. Zadní kapsulární katarakta je spojena i s jinými příčinami vzniku a to například po užívání kortikosteroidů, po traumatech nebo po vlivu ionizujícího záření. Pacienti si stěžují na horší vidění na blízko, při oslnění a podobně. Jednoduše řečeno v případech, kdy se zornička zúží.

Přední subkapsulární katarakta je u senilní katarakty typ vzácný. Zkalení je lokalizováno těsně pod předním pouzdrém a bývá spojeno s fibrózní metaplázií buněk čočkového epitelu [9].



Obr.č.7 Senilní katarakta

## 5.7 Komplikovaná katarakta

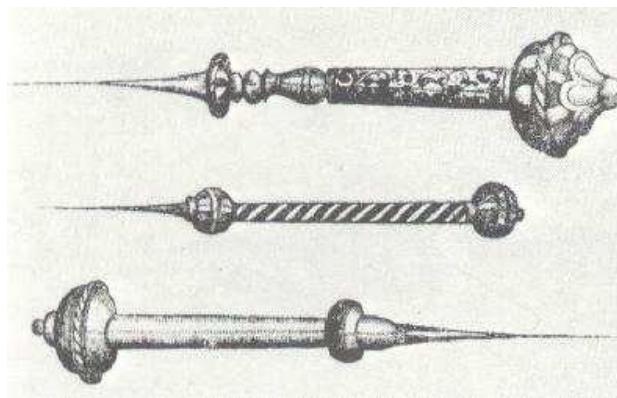
Komplikovaná katarakta vzniká při onemocněních oka, jiných očních a celkových chorobách. Nejznámější je katarakta u uveitid. Postihuje zadní subkapsulární oblast čočky. Vliv má také podávání steroidních lokálních antiflogistik. Zvláštním typem je Fuchsova heterochromní iridocyklitida, kde dochází k tvorbě katarakty až v 70% případů [5].

Dále zde můžeme jmenovat tzv. pravou exfoliaci, která je velmi vzácná a vyskytuje se především u pracovníků ve sklářství a hutích. Pravděpodobně na povrchové vrstvy pouzdra působí infračervené záření a vysoké teploty, které způsobují jejich odlupování.

Katarakta se může vyskytnout jako následek mnoha degenerativních očních onemocnění, při glaukomu, při retinopatii atd.

## 6 HISTORIE

První operace šedého zákalu byla provedena asi 600 - 800 let před Kristem v Babylóně a to lékaři z Indie. Operovalo se pomocí luxace do oka ostrým předmětem. Jelikož podmínky pro operace nebyly přímo ideální často lidé přicházeli o zrak. Během staletí se objevovaly další druhy operací a různé postupy jako například odsátí měkké katarakty pomocí duté jehly, vytlačení řezem na rohovce zkaleného čočkového jádra z oka speciálními nástroji nebo vytlačení z oka celé zkalené čočky. Velký pokrok nastal při zjištění, že místem katarakty je čočka. Tuto teorii s jistotou potvrdil v roce 1850 Herrmann Helmholtzen. Další významný den v oblasti šedého zákalu nastal 8.8.1745, kdy francouzský chirurg Jacques Daviel provedl extrakci katarakty ze zadní komory po řezu v dolní polovině rohovky. Davielovi následníci postupně extrakapsulární metodu rozvíjeli. Na přelomu 19. století se začala kromě extrakapsulární metody využívat i metoda intrakapsulární. Nastalo období novinek, kdy se začala používat kryosonda. Roku 1949 došlo k implantaci umělé nitrooční čočky. Operace katarakty se začala označovat jako mikrochirurgický výkon, z důvodu používání operačního mikroskopu. Velký převrat nastal v roce 1967 zavedením fakoemulsifikace [22].



Obr.č.8 Operační jehly

## 7 CHIRURGICKÁ LÉČBA

V současné době se katarakta léčí chirurgicky. Farmakologická léčba nijak neoddlá vznik katarakty. K vyšetření katarakty se nejčastěji používá šterbinová lampa, přímá i nepřímá oftalmoskopie k vyšetření zadního pozadí, dále se vyšetřuje kontrastní citlivost či vizus do blízka i dálky.

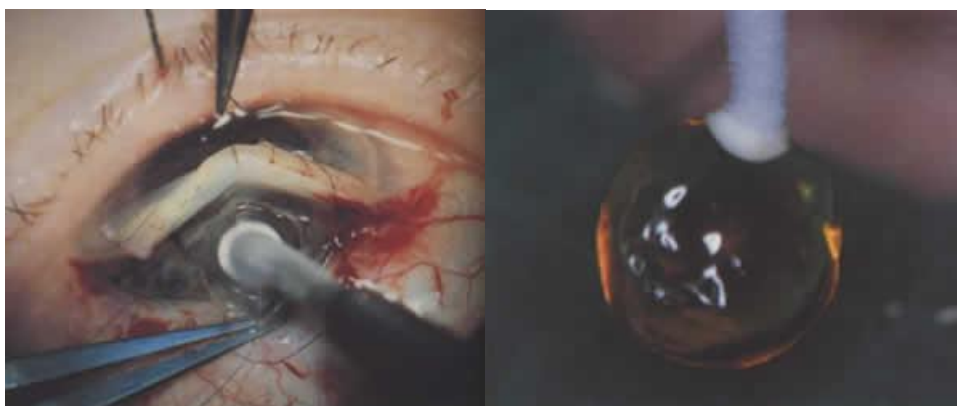
### 7.1 Intrakapsulární extrakce

Dnes už minimálně využívána intrakapsulární extrakce (dále IKE) byla poprvé provedena v roce 1753 v Londýně a to pomocí tlaku palce na zkalenou čočku. Pokrok v IKE si může přivlastnit Henry Smith v roce 1895, který zavedl používání svalového háčku. Metoda spočívala v přerušení dolního závěsného aparátu tlakem zvenčí a opět pomocí háčku vytlačení čočky z oka limbálním řezem. Další změnou v léčbě katarakty bylo zavedení tupé pinzety, která pomáhala uchopování pouzdra a k lehčímu uvolňování čočky ze závěsného aparátu.

O novinku v roce 1957 se postaral Joaquín Barraquer. Zavedl nový způsob IKE – fermentativní zonulýza - rozpouštění zonulárních vláken pomocí  $\alpha$ -chymotrypsinu. Dlouhou dobu se i u nás využívalo metody pomocí kryosondy, kterou zavedl v roce 1961 Tadeusz Krwawicz. Kryoextrakce čočky pomocí kryosondy byla zavedena korneosklerálním operačním přístupem k jejímu povrchu. Náhlé snížení teploty sondy vytváří dočasné namrazení nejbližší části čočky a umožní jej vynětí z oka. Lze volit i přístup s využitím rohovkového řezu, snižující riziko krvácení, ale i riziko vyššího pooperačního rohovkového astigmatismu [5].

Výhoda metody byla zamezení tvorby sekundární katarakty zbytněním čočkového pouzdra, které se při operaci odstraní.

Nevýhodou IKE byla velká operační rána z důvodu velkého řezu, dlouhodobá doba zotavení kvůli chybění pouzdra, častá ztráta sklivce při operaci a po operaci vylití sklivce do přední komory či častější poranění oka.



Obr.č.9 Kryoextrakce

## 7.2 Extrakapsulární extrakce

Extrakce zkalené čočky s názvem extrakapsulární extrakce (dále EKE) zavedl na konci 18. století francouzský oftalmolog Jacques Daviel. Operace trvající 4 minuty bez anestezie a pomocí nůžek, lžičky a lopatky, spočívala v odstranění čočky bez části jejího předního a zadního pouzdra, které nebývá ve většině případů šedým zákalem postiženo. Techniku zdokonalil německý oftalmolog Albrecht von Grafe zavedením nože, který umožnil čistější a dokonalejší řez a tím pádem i snížení výskytu infekcí a výskytu uveálního prolapsu. Extrakapsulární extrakce znamená ponechání čočkového pouzdra v oku. V současné době se užívají dva způsoby, a to buď expresí jádra čočky nebo technikou fakoemulzifikace.

Expresí jádra čočky umožňuje implantaci umělé nitrooční čočky do fyziologicky přirozené části oka. Zachování zadního čočkového pouzdra vytvoří mechanickou překážku, která zabraňuje proniknutí sklivcových hmot do přední oční komory a následnému riziku odchlípení sítnice. Rohovkovým řezem se otevře přední oční komora za pomoci zasunuté adaptované injekční jehly nebo cystotomu, dojde k natržení přední oční komory (can opener kapsulotomie) a tzv. cirkulární kapsulorexe umožní odstranění předního čočkového pouzdra a otevření čočky. Vytvořený otvor na předním čočkovém pouzdru způsobí rozšíření rohovkové operační rány a vytlačení jádra. Zbytky pouzdra a čočkové hmoty se vysají pomocí irigační-aspirační kanyly. Konečnou fází je implantace nitrooční čočky do vaku čočky, který tvoří přední a zadní kapsula.

Samozřejmě i tato metoda měla svá úskalí. Časté vytvoření sekundární zákalu zadního pouzdra čočky, dlouhodobé hojení a výskyt zánětlivých infekcí.



Fakoemulzifikace se stala hlavní metodou operace katarakty. Výhoda fakoemulzifikace je stálá kontrola přítoku i odtoku tekutin, kontrola nitroočního tlaku a malý operační řez. Z menšího řezu vyplývá menší operační rána, rychlejší hojení rány, menší pravděpodobnost pooperačních komplikací, redukce vzniku pooperačního astigmatismu a rychlá úprava vidění. Historie fakoemulzifikace sahá do 60. let, kdy Charles Kolman poprvé rozmělnil zkalenou čočku ultrazvukem a odsál přebytečné čočkové hmoty. Poté tato metoda jen vzkvétala a upřednostňovala se. I když pro začátečníky operatéry to nebyla nejlehčí metoda a náklady na operační vybavení byly vysoké.

## 8 ANESTÉZIE

Karl Koller jako první použil lokální kokainovou anestézii limbu v roce 1884. Retrobulbární anestézii 4 % kokainem popsal Herman Knapp. Moderní anesteziologickou techniku retrobulbární anestézie zavedl v roce 1945 Walter Atkinson [6]. Při operacích katarakty se využívá, jak celková anestézie, tak také lokální anestézie. Celkové bezvědomí navozené vdechováním inhalací anestetik se využívá jen zřídka. Většinou u dětí, mládeže, mentálně retardovaných či u pacientů s problémy jako kašel, tiky nebo třes hlavy.

Mezi lokální anestézie patří znečitlivění topické, retrobulbární, peribulbární, parabolbární, akineza, asistovaná lokální anestézie [2].

U topické anestézie je důležitá spolupráce mezi pacientem a chirurgem. Pacient poslouchá pokyny operátora kam a kde se má podívat. Anestetika se instalují na povrch rohovky a dojde k bloku ciliárních, nazociliárních a lakrimálních nervů. Pro anestézii krátkodobou se používá 0,5% - 1% tetrakainu bez přísad a pro anestézii dlouhodobou 1 – 2% lidokainu. Výhoda anestézie spočívá v minimálním výskytu alergické reakce na podanou látku, rychlá pooperační hojení, nevyskytuje se ptóza víček, diplopie a snižuje se výskyt perforace bulbu. Nevýhoda této anestézie nastane v případě, kdy pacient přestane spolupracovat a musí být ještě topická anestézie doplněna o anestézií intrakamerální či o intravenózní podání neuroleptik.

Při retrobulbární anestezii se využívají originální retrobulbární jehly nebo spinální jehly. Je využívána samostatně nebo spolu se svodnou anestézií VII. mozkového nervu. Retrobulbární injekce vpravují účinné látky pomocí jehly asi 36mm dlouhé za bulbus. Pro předejití lokálních komplikací jako je retrobulbární hemoragie, perforace bulbu, atrofie zrakového nervu či celkových komplikací a to zástava dýchání, epileptické záchvaty a anestézie mozkového kmene je důležité zachovat určité zásady. Používat tupou jehlu, postupovat pomalu, při problémech s procházením jehly se maličko vrátit a změnit směr. Neaplikovat více než 3ml anestetika, použít hyaluronidázu k lepšímu průniku anestetika a pohled oka přímo před sebe [6].

Peribulbární anestezie také není bez komplikací. Rozdělená poměrně vysoká dávka anestetika, způsobuje zvýšení rizika perforace bulbu a možnost poranění optiku.

Asistovaná lokální anestezie využívá kombinaci lokálního znečitlivění a intravenózní aplikaci uklidňujících léčiv. Při operaci je přítomen i anesteziolog, který kontroluje základní životní funkce a uvede nemocného do tzv. neuroleptanalgezie.

## 9 FAKOEMULZIFIKACE

K operační metodě fakoemulzifikace se začalo přihlížet v 90. letech. V té době se začala používat jako hlavní metoda při operaci katarakty, obzvláště s kombinací implantace měkké čočky a výskytem minimálního pooperačního astigmatismu. Tato technika používá k rozdrčení jádra ultrazvukovou energii. Pacient se po operaci většinou cítí dobře a hojení rány je rychlé.

### 9.1 Incize

Existuje několik druhů incizí při operaci katarakty. Ale všechny mají společné vlastnosti jako je přesnost, pečlivý přístup ke každému detailu a zkušenost operátora. V 90. letech minulého století byla zavedena metoda tzv. bezstehová metoda, která velmi ovlivnila další incize při operaci šedého zákalu.

#### 9.1.1 Tunelový řez

Tunelový řez se může použít i pro extrakapsulární extrakci i pro fakoemulzifikaci. Incise se provádí rovnoběžně s limbem, asi 2,5mm – 3mm vně od limbu. Existuje několik technik jako např. technika „Frown incision“. Je to tzv. metoda zamračeného, kdy z pohledu chirurga se tvar incize mračí. Princip řezu spočívá v zavedení nože kolmo ke sklěře o víc než polovinu její tloušťky. Pokračuje ve stejné vrstvě bělimy k limbu a do rohovky až 1,0 – 1,5mm do ní. Operační řez působí jako ventil, umožňuje dobrou pohyblivost i utěsnění nástrojů a jeho stavba umožňuje samouzavření rány bez její sutury [8].

I když není nutnost tunelový řez uzavírat stehem, často k této možnosti lékaři zvolí. Důvody uzavření jsou kvůli bezpečnosti operační rány, proti deformaci, případné infekci v oku či zamezení pooperačního astigmatismu. Nejčastější volené stehy jsou horizontální nebo horizontálně kotvící steh.

Horizontálně kotvící steh se provádí u tunelového 4-7mm dlouhého stehu. Steh začíná ve sklerálním lůžku vpravo od středu operační rány malým radiálním vpichem směrem k rohovce, poté jehla projde skrz lalok v odpovídajícím místě, vpich dovnitř přes lalok při pravém okraji rány, dále horizontálně ve sklerálním lůžku vypíchne se před radiálním vpichem, a po asi 2mm opět vpíchne do lůžka a vypíchne před levým okrajem rány. Projde odpovídajícím místem laloku navenek a opět se vpíchne vlevo od centra rány přes lalok a lůžko paralelně s prvním radiálním vpichem pod volnou smyčkou horizontální části stehu [2].

Horizontální steh se skládá z několika vpichů do skléry přibližně 1mm od rány. Jehla projde přes lalok a vpíchne se zpět proti konci stehu.

### **9.1.2 Rohovkový řez**

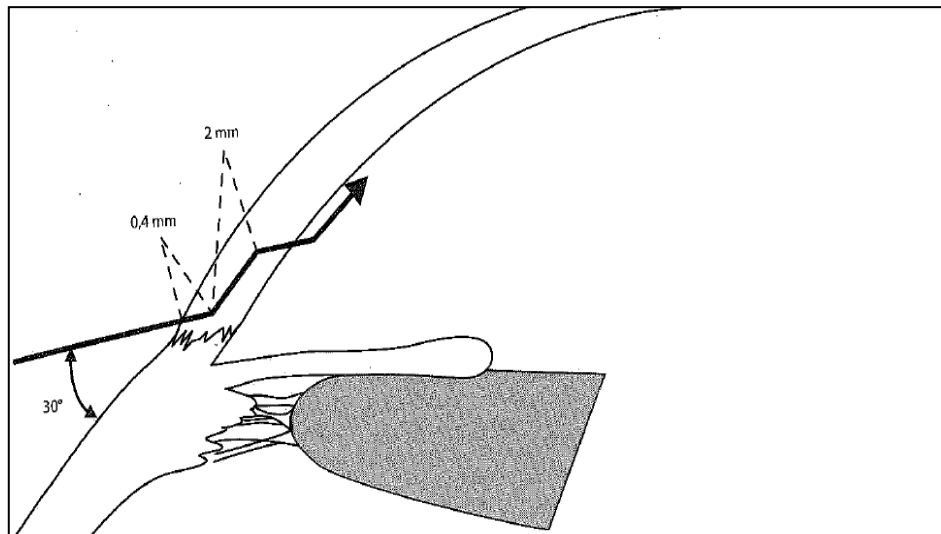
Zmínka o rohovkovém řezu je uvedena v roce 1992 Howardem Finem a dále se velmi rychle vyvíjela a měnila. Jeho řez se jmenuje tzv. clear corneal incision a má dva způsoby provedení. První Finova metoda se nazývá tzv. single-stab incision a druhá metoda, kterou v roce 1992 uvedl Wiliamson, tzv. two-step clear corneal incision. Rohovkový tunelový řez se dále dělí podle umístění incize. Buď je řez vedený rohovkou přes spojivku k limbu nebo řez vedený přes spojivku a rohovku, či řez umístěný vzadu vzhledem k limbu. Každý nový objev, nové metody incize měly svá specifika. Nejčastěji používaným řezem je rohovkový temporální řez podle Mackoola. Je to řez jednorázový ve třech rovinách s vytvořením 2mm dlouhého rohovkového tunelu mezi jednoduchým a třístupňovým řezem. Je to sloučení metod Fina (šikmý řez v jedné rovině) a Williamsona (řez ve třech rovinách).

Z výhod temporálního rohovkového řezu se uvádí rychlé vykonání, a posléze i krátká rekonvalescence, těsnost rohovkového řezu většinou nepotřebuje žádné uzavření, vliv na astigmatismus je minimální, lepší přístup do oka u lidí s více vkleslýma očima do očníce (enoftalmem) a snížené riziko krvácení.

Nevýhoda temporálního řezu tkví v obtížnosti provedení a nutnosti zkušeného chirurga, kvůli vysoké tepelné energii z ultrazvuku možnost popálenin a také je vytýkána menší pevnost ve srovnání s limbálním a sklerálním řezem [8].

### **9.1.3 Boční incize**

Často se nazývá také jako „servisní“ řez. Provádí se v čiré rohovce úzkým keratomem přibližně u č.2. Řez vedeme asi 1mm od okraje rohovky, vodorovně s duhovkou [2]. Při bimanuální fakoemulzifikaci pomáhá k zavádění nástrojů. Pokud je to tzv. „jednoruční“ fakoemulzifikace můžou se incisí vstříkovat viskoelastické materiály, doplňovat přední komoru oka či manipulovat s nitroočními tkáněmi. Velký význam má incize i den po operaci šedého zákalu. Pokud se při kontrole zjistí velmi vysoký nitrooční tlak, může se zatlačením na řez vypustit několik kapek komorové vody a tak během chvilky snížit hodnotu nitroočního tlaku.



Obr.č. 10 Rohovkový temporální řez podle Mackoola

## 9.2 Přední kapsulotomie

Kapsulotomie nebo kontinuální cirkulární kapsulorexe (CCC), kterou zavedli do podvědomí Gimbel a Neumann se stala velkým objevem v roce 1986. Snadněji vysvětleno je to metoda, která spočívá v cirkulárním otevření přední plochy pouzdra, které obsahuje oční čočku. Kapsulorexe má spoustu výhod jako např. bezpečná hydrodisekce jádra s minimálním rizikem trhliny, snadnější technika fakoemulsifikace in situ, pevný přesně daný otvor v předním pouzdře k přesnému odsátí epitelálních buněk čočky, menší riziko vzniku sekundární katarakty, snadnější implantace nitrooční čočky, snášenlivost se všemi aspekty operace šedého zákalu malým řezem atd. Právě přední kapsulotomie pomohla k rozvoji mnoha technik fakoemulzifikace „in-the-bag“. Proveďte se na předním pouzdře čočky otvor velikosti 5-6mm pomocí ohnuté jehly, pinzety nebo cytostomu.

## 9.3 Hydrodisekce a hydrodelaminace

Další podstatná část fakoemulzifikace „in-the-bag“ při CCC je hydrodisekce, což znamená vstříknutí tekutiny pod přední pouzdro a ta způsobí oddělení jádra a kůry čočky a umožní rotaci jádra. Dokud nevidíme vlnu tekutiny pod jádrem čočky, není hydrodisekce úplná.

Disekce kortexu neboli „cortical cleavage dissection“ je jiná metoda odštěpení kortexu od kapsuly. Tato technika je známa jako technika Fina. Rozdíl proti hydrodisekci je v tom, že vlna tekutiny proběhne mezi pouzdem čočky a čočkovými hmotami a v ideálním případě je zcela oddělí od pouzdra [2]. Minimalizuje nebezpečí prasknutí zadního pouzdra díky současnému odstranění jádra a kortexu.

Hydrodelaminace je metoda, kdy je tekutina vstříknuta přímo do jádra. Cílem metody je separace jednotlivých vrstev. Separace se projeví tzv. „zlatým prstencem“ v místě, kde kanyla dosáhla tvrdého centrálního jádra.

## **9.4 Fakoemulsifikace jádra**

V dnešní době je fakoemulsifikace nejvíce používaná metoda k extrakci šedého zákalu. Nejčastější metodou fakoemulsifikace jádra je postup uvnitř čočky „in-the-bag“. K rozdrčení jádra se používají ultrazvukové vlny, lasery, nízkofrekvenční zvukové vlnění nebo také trysková technika.

### **9.4.1 Fakoemulsifikace pomocí ultrazvuku**

#### **9.4.1.1 Ultrazvuk**

Ultrazvuk je jakýkoliv zvuk s frekvencí vyšší než 20 000Hz. Pro člověka je neslyšitelný ale pro některé druhy živočichů vnímatelný. Pracuje na principu přeměny z energie elektrické na energii mechanickou. Právě tato přeměna se uskutečňuje v piezoelektrickém krystalu koncovky. Vzniklá mechanická energie se jako vysokofrekvenční chvění přesune na tzv. sonotrodu, což je hrot koncovky. Existují dva druhy ultrazvuku, které rozlišujeme podle frekvence a amplitudy s jakou hrot kmitá.

Ultrazvuk nízkofrekvenční, charakterizují akustické kmity o frekvenci 20 – 30kHz. Při těchto frekvencích je podstatně snížena hodnota kavitačního prahu, tj. intenzity ultrazvuku potřebné k vyvolání destruktivních kavitačních jevů [21]. Nízkofrekvenční ultrazvuk se využívá např. při odstranění zubního kamene nebo při zastavení krvácení z malých cévek.

Ultrazvuk vysokofrekvenční vyžívá frekvenci kolem 1MHz a jeho amplituda se pohybuje v rozmezí 5-100 $\mu$ m. Oproti nízkofrekvenčnímu ultrazvuku se využívá k destrukci jádra čočky při operaci katarakty. Důležitým mechanismem působení ultrazvuku je kavitační účinek. Při kavitačním účinku vznikají radiálně kmitající plynové mikrobubliny v kapalném prostředí

z důvodu náhlých změn uvnitř kapaliny [20]. Při dotyku bublinky a pevné látky dojde k implozi, uvolnění energie a rozdrčení jádra čočky. Okolí dotyku se tzv. šokovou vlnou také zničí. V našem případě má vliv na rozdrčení jádra kromě kavitace i mechanický vliv ultrazvukové fakoehly a teplotní účinek ultrazvuku.

### **9.4.1.2 Fakoemulzifikační sonda**

Fakoemulzifikační sonda se skládá ze silnějšího těla a tenké jehly. V těle sondy je několik piezoelektrických krystalů, které transformují elektrickou energii přiváděnou do sondy na mechanické vlnění s frekvencí 27 000 až 45 000 Hz [9]. Toto vlnění dále pokračuje do hrotu.

Jelikož na energii a sílu destrukci má vliv mnoho faktorů (frekvence ultrazvuku, amplituda oscilace), existují různé typy fakoemulzifikačních jehel užívané právě podle fakoemulzifikačního účinku. Na jehlách rozlišují hroty podle průměru, seříznutí, zahnutí či způsobu kmitu. Záleží také na zkušenostech operátora, který hrot použije, zda seříznutější k větší destrukci nebo zahnutější k vyšší kavitaci, které jsou zároveň lépe účinné při pohybu dopředu, dozadu a do stran. Existují hroty silnostěnné a tenkostěnné, které se právě liší v průměru. Silnostěnné se užívají z důvodu většího fakoemulzifikačního účinku a tenkostěnné ke snadnějším průniku do jádra.

### **9.4.2 Fakoemulzifikace pomocí laseru**

Laser pochází z anglického slova „light amplification by stimulated emission of radiation“, v českém překladu „zesilování světla stimulovanou emisí světla“. Světlo, které opouští laseru je monochromatické, intenzivní a koherentní.

V roce 1998 byla v České republice poprvé operována katarakta pomocí laserového fakoemulzifikačního přístroje. Ale již v roce 1991 byla představena světu Dodickem. Velká výhoda laseru se připisuje téměř nulovému riziku vzniku tepelného narušení vstupní rány, tedy jeho popálení a malé operační rány. Nevýhodou je použití pouze u měkkých jader a velmi dlouhá doba fakoemulzifikace.

Neodymium: YAG laserová fakolýza (dále Nd:YAG) pracuje na způsobu narážení laserového svazku v hrotu jehly na titanovou destičku a vytváření plazmatické vlny. Díky této vlně dojde k rozechvění destiček a následnému vzniku šokové vlny, která postupně zničí pevné okolní tkáň. Titanová destička se časem opotřebovává a zbytky se nacházejí v přední oční komoře, ale stále je poměr zbytků menší než u klasické fakoemulzifikace.

Erbium: YAG laserová fokoablace (dále Er:YAG) pracuje na principu přímého spojení laseru s hmotou čočky. Er:YAG lasery emitují světlo s vlnovou délkou 2940nm, což je infračervené a čočka reaguje jejím vypařováním. Opět nevzniká žádné nežádoucí teplo.

### **9.4.3 Fakoemulzifikace pomocí nízké frekvence zvuku**

Metoda také nazývána jako zvuková fakoemulzifikace. Frekvence zvuku se pohybuje mezi 40 – 400Hz. Nemohou vznikat kavitace, proto se tato metoda uplatňuje především u měkkých katarakt [9]. V případě operace tvrdšího jádra se využívá kombinace metody zvukové a ultrazvukové. Opět za velkou výhodu je neexistující vznik tepelné energie a tím pádem žádné přehřívání.

### **9.4.4 Fakoemulzifikace pomocí tryskové techniky**

Trysková fakoemulzifikace má název AquaLase. Metoda spočívá v rozmělnování čočkových hmot rázovými vlnami, které vznikají z mikroimpulsů zahřáté vody (57°C). Přednost je malé množství tepelné energie. Použití hrotu z rigidního materiálu není nutné, z čehož plyne malé riziko poškození zadního pouzdra.

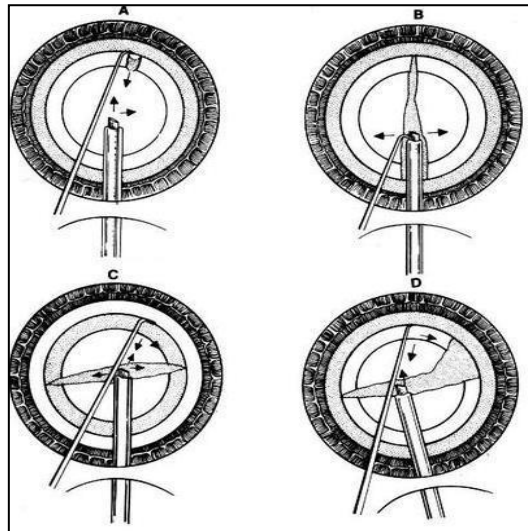
## **9.5 Fakoemulzifikační techniky**

Od roku 1967, kdy Charles Kelman přišel na svět s novou technikou operace katarakty – fakoemulzifikací, vznikaly postupně i nové metody o odstranění zkalené čočky. Jako nejbezpečnější a vzhledem k nitroočním strukturám nejšetrnější se ukázaly techniky, jejímž základem byla nukleofrakce [8]. Mezi dvě nejznámější a nejpoužívanější techniky patří technika „divide and conquer“ (dále DC) a technika „phaco chop“ (dále PC).

Technika „divide and conquer“ se opět řadí ke Kolmanovi, který pomocí dvou instrumentů vytvořil na jádře rýhu. Začíná se jednou rýhou a postupně se přidávají až na čočce vzniknou trojúhelníkové fragmenty. Ty se odstraní fakoemulzifikací. Tuto metodu rozvinul Shepherd, který nejprve jádro rozdělil napůl, pootočil a kolmo na ni vedl druhou rýhu až na čočce vznikl obrazec ve tvaru kříže. Tvar kříže znamenal čtyři volné segmenty, které se také odstranily fakoemulzifikací.



Technika „phaco chop“ byla uvedena v pozornost v roce 1993 Nagaharou. Podstata techniky spočívá v upevnění jádra pomocí fakoemulzifikační jehly a druhým nástrojem tzv. chopperem se od okraje jádra pod předním pouzdrém rozřízne podélně směrem k centru. Znovu se vytvoří trojúhelníkové dílky.



Obr.č.11 Technika „phaco chop“

Další technikou je postup „phaco crack“ (PQ), kterou zavedl v roce 1996 V. Pfeifer. Provádí se opačným způsobem než PC, to znamená od centra k okraji.

Metoda „phaco quick chop“ (PQC) je založena na principu rozdělení jádra, kdy po hlubokém zaboření hrotu fakoemulzifikační jehly do jádra rozdělíme druhým nástrojem (chopper), který zaboříme před hrot, horizontálním pohybem jádro na dvě poloviny [9]. Cílem je vytvoření centrálního štěpu prostřednictvím pohybu nástrojů proti sobě. Jehlu tlakem nahoru a chopperem po vertikále dolů. Po vytvoření štěpů pokračujeme jejím rozšiřováním do stran.

Suprakapsulární fakoemulzifikace patří mezi jednu z nejstarších technik. Na rozdíl od doposud popsanych fakoemulzifikační technik, se tato technika provádí vně čočkového pouzdra. Při uvolnění jádra hydrodisekcí se jádro obrátí o 180°, povolí se z čočkového vaku a povytáhne mezi pouzdro a duhovku, kde proběhne již běžná fakoemulzifikace. Tuto techniku zavedl Maloney.

## 9.6 MICS technika

MICS = Mikro Incision Cataract Surgery je nejnovější technika operace šedého zákalu. Už podle názvu vyplývá že se jedná o techniku s použitím minimálního řezu. MICS se označují

techniky s incisí menší než 2mm. U nás se začala používat v roce 2003 a pacienti byli v subkonjunktivální nebo topické anestezii. Vychází z předpokladu, že čím menší vstupní rána, tím menší indukovaný astigmatismus a rychlejší, lepší hojení rány.

Nejčastěji se využívá k rozdrčení jádra ultrazvuk. Velký důraz při fakoemulzifikaci této metody je kladen na používání fakohrotu bez silikonového návleku. O irigaci se stará servisní irigační nástroj, který se do oka zavádí druhou mikroincizí. Nejlepší výsledky má rohovková incize 1,5mm, pokračující CCC, příkladná hydrodisekce a podle tvrdosti jádra se volí příslušná technika (divide + conquer, snap + split, quick chop). Jádro se mechanicky rozbíjí nebo fragmentuje aspirací, následuje bimanuální aspirace a irigace zbylých čočkových hmot u tvrdšího jádra a konečná fáze implantace nitroočních čoček. Technika MICS má i své nevýhody. Vytváření tepelné energie a možnosti popálení operační rány, nestabilní přední komora či špatná zacházení s irigačním servisním nástrojem.

V práci MUDr. Zdeňka Mazala z roku 2004, kde rozebírá metodu MICS, je hlavní problém ve využití techniky mikroincize 1,5mm. I když je řez minimální, nejsou na trhu vhodné nitrooční čočky, které by umožnily implantaci bez dalšího nutného rozšíření rány. Dokud nebudou k dispozici vhodné cenově dostupné nitrooční čočky, bude stále upřednostňována technika klasické fakoemulzifikace [10].

## 9.7 Fako manévry

Fakoemulzifikace uvnitř jádra je nejčastější postup při operacích katarakty. Je důležité si uvědomit, že žádná katarakta není stejná a zkalená čočka může být měkká nebo tvrdá. To operatér pozná při prvním zářezu do jádra. Pokud jehla sjede do více než poloviny svého průměru, mluvíme o jádru měkkém, pokud ale nepronikne dále než do jedné čtvrtiny, mluvíme o jádru tvrdém.

Pro operaci jádra v pouzdře je doporučována tato základní terminologie: sculpting, zářez, relaxační nukleotomie, ztenčení zadní ploténky, lámání jádra a periferní aspirace a odstranění [2].

Sculpting patří mezi nejstarší fakomanévry. Zavedenou koncovku nasadíme těsně za horním okrajem kapsulotomie na jádro, zapneme ultrazvuk a koncovkou lehce pohybujeme k dolnímu okraji kapsulotomie až vznikne první zářez. Po každém zářezu se doporučuje zastavovat, aby nenastaly komplikace. Jádro je postupně rozměňováno a vyplachováno. Dříve se prováděla metoda, kdy se manévrem odstranilo co nejvíce jádra ale muselo se dávat pozor na riziko proděravění zadní ploténky a otvoru v zadním pouzdře. U měkkých jader se dařilo odstranit celé jádro, u středně tvrdých jader se muselo jádro postupně rotovat a po vrstvách odstraňovat.

Zářez se provádí kombinací dvou nástrojů a velikostně odpovídá dvou průměrům fakokoncovky na povrchu a směrem hlouběji se zužuje. Způsobí rozdělení nebo rozlomení jádra. Velký pozor musí chirurg dávat v hlubších vrstvách, aby neperforoval zadní čočkové pouzdro. Dostatečná hloubka zářezu nám odpoví červeným reflexem.

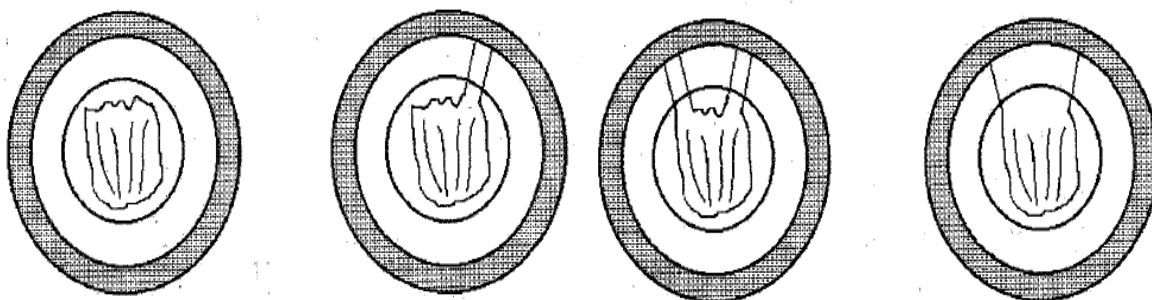
Relaxační nukleotomie ulehčuje manipulaci s jádrem. Prostor potřebný k manipulaci získáme uvolněním kousku jádra u č. 6.

Ztenčení zadní ploténky znamená postupné ztenčení zadní části jádra až se ukáže červený reflex. Ztenčení velmi zjednoduší další fakomanévry.

Rozlomení jádra na čtyři části je jedna z možných variant. Zářezy musí být dostatečně hluboké a k tomu chirurgovi pomáhají lopatky, s kterými jádro otočíme o 90° a vytvoříme hluboké zářezy. Další část je samotné rozlomení jádra za pomoci speciálních instrumentů. Odlomené části odstraníme fakokoncovkou a postupně se odstraní celé jádro. Nikdy neemulsifikujeme v přední komoře, vždy v pouzdře.

Periferní aspirace a odstranění je součástí každé fakoemulzifikace. Nestačí odsát pouze jádro, ale také periferní části je nutné odstranit. Fakokoncovka napomůže přemístění z periferie do středu a následné emulzifikaci a odsátí.

Před operací je dobré rozpoznat zda se jedná o měkké či tvrdé jádro. Odstranění měkkého jádra je mnohem rychlejší. Vytvoření širokého centrálního zářezu, vyjmutí jádra, uvolnění jádra jako u relaxační nukleotomie a odstranění periferním částí. Tvrdé jádro můžeme odstranit lámáním jádra a to metodou „chop“ nebo sculptingem.



Obr.č. 12 Fako manévry

- sculpting, relaxační nukleotomie, druhá relaxační nukleotomie, aspirace

## 9.8 Aspirace

Aspirace je ta část operace, kdy se vyplachují a odsávají zbytky kortexu po fakoemulzifikaci. Provádí se pomocí rovné a zahnuté kanyly. Aspirace po fakoemulzifikaci je podstatně jiná než po extrakapsulární extrakci z důvodů minimálních zbytků čočkových hmot. I malý řez do oka při fakoemulzifikaci je výhodou pro lepší kontrolu při aspiraci. Doporučuje se začít odstraňovat hmotu čočky u č.12, jelikož právě v tomto místě je čočková hmota nejlépe rozvinuta. Nedostatečné vyčištění zbytků čočkových hmot z pouzdra může vyvolat pooperační komplikace.

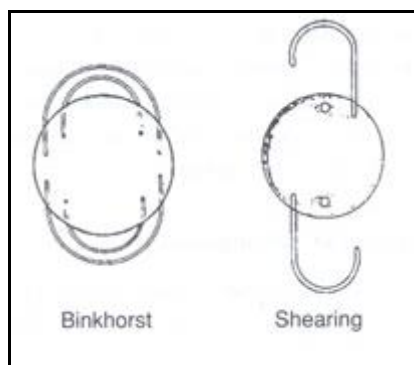
## 10 IMPLANTACE NITROOČNÍ ČOČKY

Poslední část operace šedého zákalu je implantace nitrooční čočky (dále IOL – intraocular lens). Implantace už je brána jako standardní operační výkon a čočka se ukládá do pouzdra vlastní čočky. Intraokulární čočky jsou v dnešní době optimálním řešením afakie.

### 10.1 Historie implantace IOL

Z historických poznámek byla úplně první implantace provedena v roce 1795. Nepříznivé výsledky po operaci přispěly k zanechání implantací. Implantace IOL z moderního hlediska byla poprvé provedena roku 1949 anglickým oftalmologem Haroldem Ridleyem. Čočka z polymethylmetakrylátu (dále PMMA) byla vložena do pouzdra po extrakapsulární extrakci. Materiál PMMA se stal základním materiálem pro výrobu tvrdých IOL. Ridley se snažil o vývoj IOL a postupně se k jeho snaze přidávali i další oční chirurgové. V roce 1958 Strampelli zveřejnil své zkušenosti implantace IOL do přední komory. Komplikace, které se tvořily při implantaci do přední komory, byly později připsány konstrukčním a výrobním chybám nitroočních čoček. V roce 1967 Binkhorst a v roce 1976 Worst publikovali o svých vydařených implantacích IOL fixovaných na duhovku. Opět metoda měla několik výhod i nevýhod. Za pozitivní bylo menší riziko vzniku sekundárního glaukomu, ale negativní komplikace se ukázaly při výskytu glaukomu z pupilárního bloku. Změna tvaru optické části čočky z bikonvexní na plankonvexní zjednodušila výpočet optické mohutnosti nitrooční čočky. Binkhorst se nevzdával a vyvinul iridokapsulární IOL, která byla vkládána do čočkového pouzdra a fixována pomocí zornice. Tato implantace vedla ke snížení pooperačních komplikací např. ke snížení vzniku cystoidního makulárního edému. John Pierce se postaral o velký vzkvět v oboru implantací v roce 1977. Odstranil haptiku vycházející z její optické části, což znamenalo vložení čočky do pouzdra bez fixace. V roce 1978 Shearing představil dodnes známou čočku J-loop, s ohebnou haptikou ve tvaru J, uloženou do zadní komory. Tento typ IOL se stal velmi známým a rozšířeným jen se změnou implantace čočky do pouzdra. Nitrooční čočky Iris – Claw Lens, Jana G. F. Worst, známe od roku 1978, se používají dodnes. Princip IOL funguje na klepetovém mechanismu přichyceném na duhovce.

Od roku 1949 došlo k velkým změnám v implantaci nitrooční čočky. Ale společnou vlastností všech, byla snaha o snížení pooperačních komplikací, vytvoření čočky s ideálními optickými vlastnostmi a s možností akomodace.



Obr.č. 13 Nitrooční čočky

## 10.2 Stavba IOL

Nitrooční čočky se skládají z haptické a optické části. Haptická část má za úkol fixovat čočku v místě uložení a optická část se stará o nahrazení optické funkce odstraněné čočky. Materiál optické a haptické části čočky se může lišit. Rozdílné materiály se označuje jako tzv. multi-piece, anebo může být materiál i stejný tzv. single piece. Nejčastěji bývají čočky bikonvexní, které mají dobré optické vlastnosti a adheze k zadnímu pouzdra se snaží zabránit vzniku sekundární katarakty. U haptické části záleží na typu IOL. Podle konfigurace označujeme kličky jako C-loop, J-loop, Y-loop, open-loop, iris-claw.

Důležitou informací při implantaci IOL je optická mohutnost oka. K tomu abychom věděli hodnoty, musíme provést keratometrii a vypočítat axiální délku oka pomocí biometrie.

## 10.3 Místo uložení IOL

Nitrooční čočka může být implantována buď do přední komory, na duhovku, v sulcus ciliaris nebo do čočkového pouzdra. Při implantaci do přední komory je velká výhoda snadné aplikace čočky, avšak nevýhodou je nefyziologická pozice čočky v oku. Právě nefyziologická pozice může způsobit vážné obtíže. Umístění na duhovku je také umístění čočky nefyziologické. Omezení dilatace čočky, stálý kontakt kraje zornice s čočkou, vysoké nebezpečí luxace čočky z pupily do přední komory i do sklivce jsou negativa tohoto umístění. V dnešní době se používá spíše jako fakické čočky ke korekci refrakčních vad anebo jako možná varianta pro sekundární implantaci. K fyziologickému umístění se už blíží fixace IOL v sulcus ciliaris nebo v oblasti zonulárních vláken, jelikož optika je umístěna v zadní komoře. Implantace už je obtížnější než do přední komory. Nejčastěji je čočka implantována do čočkového vaku. Místo uložení

je fyziologické ale samozřejmě není také bezproblémové. Nejčastěji se vyskytuje sekundární katarakta, vzniklá ze zbytků v pouzdře čočky anebo strie, které se vytvoří na zadním pouzdře a způsobí snížení vízu [17].

## **10.4 Materiál IOL**

Nitrooční čočky jsou vyráběny z hydrofilního, hydrofobního akrylátu nebo ze silikonu. Obě tyto látky jsou polymery. Hotové výrobky jsou biokompatibilní, trvanlivé, neantigenní, nekancerogenní, obsahují UV filtr, mají vysoký refrakční index, aby čočky z nich vyrobené byly lehké a tenké, a také byly odolné proti působení Nd:YAG laseru [9]. Součástí čoček jsou také látky, které pohlcují světlo o určité vlnové délce a čočky jsou upraveny tak, aby absorbovaly UV záření v rozmezí 200 – 400nm.

### **10.4.1 Tvrdé nitrooční čočky**

Tvrdé akrylátové čočky jsou vytvořeny z polymethylmetakrylátu (dále PMMA). PMMA můžeme popsat jako materiál lehký, dokonale průhledný s velmi dobrými optickými vlastnostmi. Nejčastější velikost řezu se pohybuje kolem 5mm, volí se podle průměru implantované čočky. Optická část čočky tvoří 4,5 – 7,5mm a čím je větší, tím minimalizuje decentraci čočky. Při fakoemulzifikaci se užívají čočky s optickou částí 5 – 5,5mm a při extrakapsulární extrakci se užívají čočky s optickou částí o průměru 6,5 – 7mm. Tvrdé nitrooční čočky se nepoužívají při malém rohovkovém řezu, jelikož čočky jsou tvrdé a neohebné.

Pro implantaci čočky do pouzdra se používá viskoelastický materiál, který chrání oční tkáň, chrání před možným poškozením operačními instrumenty a také snižuje výskyt pooperačních potíží. Viskoelastický materiál rozvine pouzdro čočky a pomocí pinzety se zavede dolní haptik do pouzdra. Správné uložení čočky se nejčastěji provádí rotací čočky Sinskey-ho háčkem a následuje závěrečná kontrola uložení čočky. Pokud je vše v pořádku, pečlivě se odsaje viskoelastický materiál, aby nedošlo ke komplikacím. Zavedení viskoelastického materiálu zlepšilo efektivnost a bezpečnost chirurgie katarakty a implantace nitrooční čočky. Existují různé druhy materiálů a každý z nich má specifické chemické a fyzikální vlastnosti, které ovlivňují jejich různé chování během operace katarakty [15].

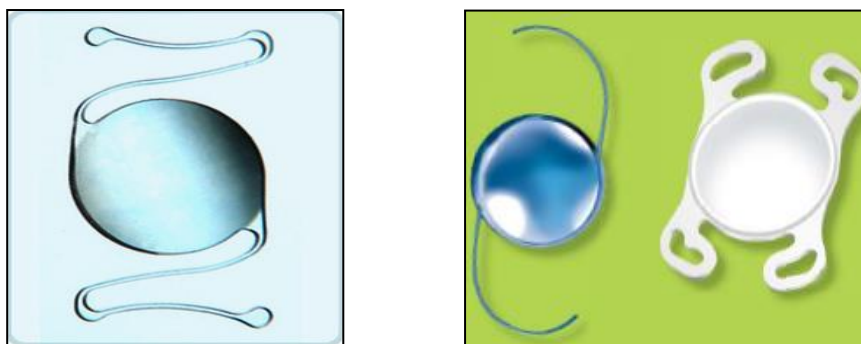
## 10.4.2 Měkké nitrooční čočky

Za hlavní důvod vytvoření měkké nitrooční čočky bylo zavedení IOL do oka pod menším řezem. O výrobu se roku 1984 postaral Mazzocco. Měkké nitrooční čočky neboli ohebné nitrooční čočky dovolují vložit čočku do oka o průměru 6mm i když incize je pouze o délce 3mm. Dokáží se srolovat či složit a pomocí speciálního nástroje zavést malou ranou do oka a rozvinout se do požadovaného tvaru. Optické vlastnosti jsou dobré a materiály, ze kterých jsou čočky vyrobeny jsou velmi šetrné k očním tkáním.

Implantace měkkých IOL probíhá nejprve fakoincizí, složením čočky do injektoru nebo speciální pinzety a následným vsunutím do čočkového vaku. Pouzdro čočky musí obsahovat viskoelastický materiál a hned, jak čočka opustí injektor nebo pinzetu, rozvine se a zaujme správný tvar. Opět proběhne kontrola a vysátí viskoelastického materiálu.

Měkké akrylátové čočky jsou velmi tenké, dobře ohebné a složitelné. Máme buď hydrofobní nebo hydrofilní měkké akrylátové čočky. Hydrofobní jsou z podobného materiálu jako tvrdé akrylátové čočky a jsou také ve formě torických, asferických i multifokálních. U hydrofilních akrylátových čoček tvoří základ hydrofilní monomer HEMA. Existují také jako tórické nebo sférické.

Silikonové čočky mají výborné vlastnosti. Jsou biokompatibilní, ohebné a neulpínají k okolním tkáním jako akrylátové. Jejich existence je od roku 1984 a používají se dodnes.



Obr.č. 14 Tvrdá nitrooční čočka a měkké nitrooční čočky



## 11 KOMPLIKACE

Komplikace se můžou vyskytnout kdykoliv a u čehokoliv. Výjimky netvoří ani operace katarakty. I když současná moderní operace se postupně zlepšuje a výsledky jsou stále lepší, přesto malé procento komplikací je přítomno. Komplikace můžou nastat během zákroku nebo až po operaci.

### 11.1 Peroperační komplikace

Ihned při vstupu do oka může při nepečlivém řezu chirurg vstoupit až do řasnatého tělíska a způsobit krvácení nebo až prolaps sklivce. V případě, že na spodině rány prolabuje řasnaté tělísko, ránu uzavřeme stehem a pokusíme se vytvořit tunelový řez více vpředu nebo na jiném místě obvodu oka [2]. Dalším problémem při incisi může být nesprávně provedený řez nebo popálení rány.

K nejčastější a nejzávažnější obtíží během operace je ruptura zadního pouzdra. Předpokladem této komplikace je náhlé prohloubení přední komory. Trhlina, která se objevila z CCC během fakoemulzifikace a záleží také, zda je součástí komplikace prolaps sklivce. Tyto situace se řeší přední vitrektomií. Odstranění sklivce, pouze nezbytně nutné množství sklivce z přední komory, a implantace IOL do sulcus ciliaris.

Průběh operace může také ovlivnit mělká přední komora, která vzniká na podkladě nedostatečného přítoku irigační tekutiny, únik tekutiny ze špatně provedené incize, tlak na bulbus nebo vyšší tlak sklivce.

Velký problém nastane při expulzivní hemoragii, která nemá dobrou prognózu. Krvácení, které vzniká v závislostech na změnách tlaku (nitroočního i krve), se projeví ztrátou červeného reflexu či prolapsem sklivce s uveální tkání. Jediná léčba je rychlé zašití oka.

Při nedostatečné opatrnosti může chirurg fakokoncovkou zachytit duhovkový okraj místo jádra čočky. Pokud nevznikne cystoidní makulární edém (nahromadění tekutiny v makulární oblasti), jedná se pouze o kosmetickou záležitost s menším podrážděním.

## 11.2 Pooperační komplikace

Mezi časté komplikace těsně po operaci šedého zákalu je zvýšení nitroočního tlaku. Normální tlak se pohybuje mezi 10 – 20mmHg. Po operaci se začíná řešit až pokud se pohybuje nad 30mmHg. Důvodem zvýšení nitroočního tlaku bývají zbytky viskoelastického materiálu většinou v úhlu přední komory nebo ve vaku za IOL.

Nejobávanější komplikací je intraokulární zánět a chronická pooperační endoftalmitida. Při intraokulárním zánětu musí být léčba zahájena co nejdříve vhodnými antibiotiky nebo vitrektomií. Endoftalmitida se projevuje až 2-5 den po operaci a má velmi rychlý nástup. Bolest oka, světloplachost, snížení vizu, popřípadě také nález zánětu přední uvey s hypopyem a chemózou spojivky jsou projevy endoftalmitidy. Léčí se antibiotiky. Chronická endoftalmitida se může projevit až po několika měsících po operaci. Projeví se zarudnutím oka, otokem víček a spojivky, bolestí, světloplachostí a poklesem zrakové ostrosti. Kolem implantované IOL se mohou objevit bělavé plaky, a to je známka k rychlému podání antibiotik intraokulárně, výplachu přední komory, kapsuly a eventuálně i vyjmutí nitrooční čočky. Aby léčba byla kauzální a účinná, je důležité určit původce infekce mikrobiologickým vyšetřením vzorků komorové tekutiny a sklivce [17].

Nahromadění tekutiny v makulární oblasti může způsobit cystoidní makulární edém. Edém přivodí snížení zrakové ostrosti většinou několik týdnů po operaci. V utvrzení přítomnosti edému se používá fluoroangiografie. Léčba je dlouhá.

K pooperačním rohovkovým komplikacím patří striata rohovky, která jsou způsobena nakrčeninami descemetské membrány jako důsledek edému stromatu [9]. Mizí během několika dnů po operaci. Edém rohovky se týká rohovkového epitelu nebo stroma. Trvá-li déle než čtvrt roku, řeší se perforující keratoplastikou. Striata i edém se většinou vytvoří při manipulaci a poškození buněk v přední komoře nebo pokud samotná fakoemulzifikace trvá delší dobu.

Iatrogenní astigmatismus vznikne pokud stehy, kterými je zašitá rána, způsobí změnu zakřivení rohovky a různou lomivost v různých meridiánech. Při delším trvání a vyšších hodnot se musí stehy odstranit.

Pokud dojde k otevření incise a okraje rány k sobě nepřiléhají, může komorová voda z oka unikat. Nastane tzv. filtrace operační rány a hypotonie bulbu. Únik vody způsobí i snížení nitroočního tlaku. Výrazné snížení tlaku, někdy i prolaps duhovky se řeší chirurgickou operací – resuturou.

### 11.3 Pozdní pooperační komplikace

Komplikace, která se projeví u pacienta zhruba po 6. měsících od operace, je odchlípení sítnice. Převážně se vyskytuje u lidí s častými operačními zákroky na očích, u vysoké myopie a u degenerativních změn periferie sítnice.

Chronická uveitida se ukáže několik týdnů až měsíců po operaci. Postihuje duhovku a také část řasnatého tělíska. Projeví se světloplachostí, bolestí oka, slzením a snížením vizu. Také se může objevit hypopyon. Při neúspěšné léčbě antibiotiky nebo kortikoidy je potřeba chirurgického řešení.

Dislokace čočky se týká implantance IOL. Problém se může vyskytnout při změně místa čočky, než byla implantována, při porušení závěsného aparátu nebo pouzdra. Situace se řeší chirurgickou kontrolou nebo náhradou IOL.

Sekundární katarakta je častou komplikací po operaci šedého zákalu. Způsobí ji čočkové hmoty, které mohly zůstat v pouzdře po špatném odstranění v poslední fázi operace. Sekundární katarakta se objeví až několik měsíců i roků po operaci. Předchází ji fibróza kapsuly, která způsobí zkalení zadního pouzdra. Projeví se zhoršením zrakové ostrosti. Léčba probíhá kapsulotomií Nd:YAG laserem.

Bulózní keratopatie vznikne při poškození endotelu rohovky manipulací v přední komoře. Bývá nebolestivá, celá rohovka je oteklá a edematozní. Při pokročilejším stádiu se provádí keratoplastika.



Obr.č. 15 Hypopyon v přední komoře a dislokace čočky

## 12 ROHOVKOVÁ TOPOGRAFIE

Rohovková topografie je vyšetřovací metoda, která dokáže podrobně popsat povrch rohovky. Dokáže měřit tvar a lomivé síly v celém průměru rohovky. K měření používá odraz části světla na rozhraní rohovky a vzduchu. Díky topografii můžeme rozpoznat začínající keratokonus, určit povahu rohovkového astigmatismu, sledovat průběh hojení rohovky apod.

### 12.1 Historie rohovkové topografie

Dnes už si snad oční lékařství nedovedeme představit bez rohovkové topografie. Ale dlouhou dobu trvalo než v roce 1619 Schneiner ukázal a provedl první měření tvaru rohovky. Princip tehdejšího topografu fungoval na základě konvexních zrcadel různého zakřivení, které byli postaveny tak, aby vznikl stejný obraz od zrcadel jako obraz rohovky.

První keratoskop vznikl v roce 1820. Zakladatel byl Cuignet a popsal keratoskop, který vysílal světlo od terče keratoskopu a to se zobrazovalo na přední ploše rohovky. Nevýhodou bylo zobrazení jedna ku jedné, což znamenalo že keratoskop neměl žádný optický zvětšovací systém.

V roce 1856 Hermann von Helmholtz sestrojil první keratometr. Název keratometr se používá v USA, u nás je znám také pod názvem oftalmometr. Testové značky umístil do vzdálenosti 5m. Měření probíhalo ve dvou meridiánech v centru rohovky o průměru 3mm. Díky nezávislosti na vzdálenosti rohovky od testových značek vykazovalo toto uspořádání přijatelnou přesnost [11].

Velkým objevem pro historii byl keratoskop od portugalského očního lékaře Antonia Placida v roce 1882. Přístroj pracoval na principu střídajícího se mezikruží světlé a tmavé barvy. Pacient sleduje střed terče, kde je umístěno mezikruží. Výsledkem byly buď opět kruhy, které znamenaly že rohovka je kruhová, anebo deformované tvary kruhu, což prokázalo astigmatismus.

S cílem zvětšit analyzovanou plochu rohovky připojil v roce 1889 Javal ke keratometru Placidův disk. Výsledný obraz pak zvětšil pomocí teleskopu [3].

Aby vše bylo realizovatelné a hlavně, aby se dala i měřit tloušťka, vzdálenost a pravidelnost kruhů, připojil Gullstrand v roce 1896 do keratoskopu fotografii a zaznamenal odraz na film.

Poté postupně vznikali oftalmometry Hartingerův, Sutcliffeův a Littmannův.

## 12.2 Princip rohovkové topografie

### 12.2.1 Placidův kotouč

Metoda je založena na principu Placidova keratoskopu. Na rohovce jsou promítány koncentrické kružnice a je pozorován jejich odraz od přední plochy rohovky, která opět pracuje jako konvexní zrcadlo [19]. Placidův kotouč je vlastně terč ve tvaru polokoule nebo kotouče. Obraz je snímán videokamerou a počítačově zpracován s výsledným 2D nebo 3D obrazem. Pokud je rohovka deformovaná, výsledným obrazem je protáhla elipsa, což znamená že je přítomný pravidelný astigmatismus, anebo obraz s nepravidelnými obrazci, který zase značí nepravidelný astigmatismus. Také je rozdíl zda jsou kružnice nebo-li prstence hustěji či řidčeji uložené. Husté uložení značí vyšší dioptrické hodnoty než řidší.

Topografy hodnotí 8000 - 10000 datových bodů z celého průměru rohovky. Dioptrické hodnoty odpovídající naměřeným poloměrům zakřivení jednotlivých částí rohovky jsou znázorněny v barevné škále. Červená barva odpovídá strmé části oka, žlutozelená optimálnímu zakřivení a modrá odpovídá ploché části oka.

Přesnost přístrojů na principu Placidova kotouče jsou relativně přesné. Přesnost dioptrických hodnot se pohybuje mezi 0,1 – 0,25D, poloměr zakřivení 0,018 – 0,048mm.

Výhodou tohoto topografu je krátká pracovní vzdálenost a tedy mapování větší části rohovky, archivace výsledků měření a jejich porovnání v čase. Nevýhoda se projeví při měření centra rohovky, které nejde měřit kružnicí ale musí se následně matematicky dopočítat. Dále dělají problémy nepravidelné povrchy a periferie rohovky.

Tato metoda rohovkové topografie se využívá k přesnému zhodnocení astigmatismu a k rozpoznání rohovkových onemocnění.

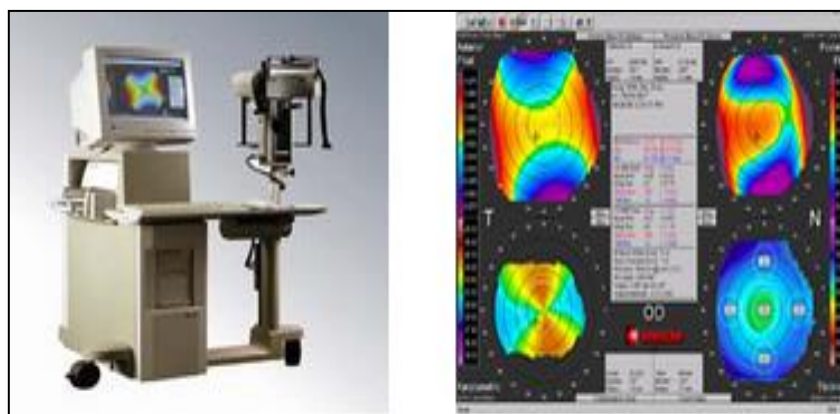


Obr.č 16 Placido kotouč

### 12.2.2 Slit-scanning system

Moderní metoda slit-scanning systém využívá světelných paprsků, které přejíždí přes rohovku. Světelný paprsek se odráží na přední i zadní ploše rohovky. Pracuje na principu štěrbinové lampy. Součásti přístroje jsou dvě štěrbinové lampy. Součásti přístroje jsou dvě štěrbinové lampy. Systém zaznamenává několik tisíc datových bodů z přední i zadní plochy a z nich pak vyhodnocuje obraz.

Princip slit-scanning systém využívá Orbscan. Vytváří 3 D analýzu přední i zadní plochy rohovky a určí její tloušťku v jakémkoliv bodě. Dále měří hloubku přední komory oka i šíři zornice. Jedná se o bezkontaktní metodu a vyšetření trvá několik sekund.



Obr.č. 17 Orbscan

### 12.2.3 Scheimpflugovo zobrazení

Scheimpflugovo zobrazení využívá Scheimpflugova kamera k zobrazení obrazů rohovky. V očním lékařství se využívá pouze několik let. Princip Scheimpflugovy kamery využívá přístroj Pentacam .

Pentacam je metoda rohovkové topografie, která se používá pro vyšetření předního segmentu oka. Samotný přístroj může používat pouze zaškolený pracovník a je určen pro použití u očních lékařů, v nemocnicích nebo u optometristů. Základní využití má pro měření optické lomivosti centra rohovky zvláště po refrakčních zákrocích a také při přizpůsobování kontaktních čoček.

Pentacam využívá rotující Scheimpflugovu kameru. Základ vzniká při protnutí třech rovin v jedné ose. Rovina snímání, rovina čočky a rovina fotografovaného objektu. Vyšetření na Pentacamu trvá necelé dvě vteřiny a provede až 50 snímků. Během této chvíle dojde

k zachycení oka a k vypočítání až 25 000 změřených, skutečných hodnot výšek předního výřezu oka. Pentacam umožňuje vyšetření přední a zadní plochy rohovky, pachymetrie se propočítají a zobrazí pomocí celé plochy rohovky od limbu k limbu. Analýza přední komory obsahuje výpočet úhlu komory a výšku komory. Výsledky z měření jsou zaslány a zpracovány v počítači. Výsledný obraz je v 3D provedení a ukáže se jako barevné zobrazení, jako diagram a jako prostorový obrázek. Trojrozměrné provedení ukáže plochy rohovky, duhovku i čočku. Je kvantifikována denzitometrie čočky. Kromě mapek zakřivení, tloušťky rohovky či polohy můžeme využít i analytické programy. Ty se využívají k vyšetření před a po laserových operacích a nabízí například keratometrickou deviaci, vyhodnocení keratokonu nebo Zernickeho analýzu.

Topografie rohovky je zobrazena barevně od limbu k limbu. Barevné kódování má svůj význam. Teplé barvy značí strmé části a studené barvy ploché části. Na monitoru lze sledovat, které oko je vyšetřováno, v jaké poloze byla kamera nebo řez při snímání.

Součástí Pentacamu je také manuální funkce měření. Jejím úkolem je zohlednit a korigovat Scheimpflugovo zkreslení a optické zkreslení způsobené rohovkou a komorovou vodou. Velkou výhodou je také automatické zaostření, které velmi zaleží na zkušenostech vyšetřujícího ale také na spolupráci s pacientem.

Pentacam je složen digitální CCD kamery a se zdroje světla, což je modrá dioda bez UV složky. Přesnost dioptrických hodnot se pohybuje mezi  $\pm 0,2D$ .



Obr.č. 18 Pentacam Oculus

#### 12.2.4 Galilei

Duální Scheimpflugův analyzátor Galilei má vysoce přesný optický systém. Využívá se pro topografii rohovky a pro hodnocení předního segmentu oka. Pracuje v kombinaci Placidova disku a Scheimpflugovy kamery. O zobrazení měření zakřivení se postará Placidův disk a o zpracování dat Scheimpflugova kamera. Galilei zachycuje štěrbinové záběry z obou stran osvětlené štěrbinou a průměruje data získaná z obou odpovídajících štěrbinových záběrů [18]. Je schopen topografie rohovky a čočky, změřit tloušťku rohovky, pachymetrie, densitometrie rohovky a čočky, pupilometrie, analýzy přední komory a vytvoření 3D obrazu.

Předností této metody je zprůměrování naměřených hodnot tloušťky rohovky v jakémkoli pohledu, čímž dojde ke kompenzování nepřesného nastavení a ke korekci výsledných hodnot. Analyzátor není závislý na naklonění ploch, a proto umožňuje spolehlivou pachymetrii bez znalosti aktuální decentrace štěrbinou a hrotu.



## 13 STUDIE

### 13.1 Úvod

Se šedým zákalem se setká až 50% lidí nad 65 let a dokonce až 70% lidí nad 75 let. Dá se označit jako časté onemocnění starší populace. Méně časté je u populace mladší, ale také se u nich vyskytuje.

Důležitou roli hraje čočka, která je součástí optického systému oka. Paprsky vstupující do oka, projdou optickým systémem, tedy i čočkou, a na sítnici se zobrazí obraz, tedy pokud je vše v pořádku. Zkalená čočky nedovolí ideálního průchodu čočkou a tedy i obraz je narušen. Katarakta se projeví sníženou zrakovou ostrostí u některých pacientů na dálku u některých na blízko. Problémy s viděním se také vyskytnou při oslnění nebo naopak při šeru. Často si pacienti stěžují na neustále „špinavé brýle“, neznámý pocit mlhy před okem.

Léčba katarakty se řeší chirurgickým odstraněním zkalené čočky a implantace nové nitrooční čočky. Operace má samozřejmě vliv i na přední a zadní plochu rohovky. Existuje několik metod operace šedého zákalu. Tyto metody závisí na stavu pacienta, na zkušenostech operátora, na typu katarakty. Snahou chirurga je vyléčení šedého zákalu a také snížení či odstranění refrakční vady zraku.

Astigmatismus je velmi častou refrakční vadou. Jeho výskyt se odhaduje až u 95% populace. Malý stupeň astigmatismu (0,25D) se vyskytuje prakticky u všech jedinců. Astigmatismus větší než 1,0D má asi 20% a astigmatismus větší než 2,0D má 5 – 10% obyvatel. U pacientů s kataraktou se udává výskyt astigmatismu větší než 1,5 D mezi 15 – 29% [33]. U pacientů s astigmatismem se také řeší právě odstranění nebo zmenšení hodnoty astigmatismu. Při operaci závisí na místě incize, na technice i na uložení nitrooční čočky, v případě astigmatismu je možné vložit tórickou nitrooční čočku.

Změny topografie rohovky, které vzniknout při operaci, se nejlépe sledují na speciálních přístrojích, které změří zakřivení rohovky a následně sestaví mapu (topografii) oční rohovky. Nejenom k pozorování rohovky, slouží přístroje, ale také přesnému zobrazení astigmatismu či k diagnostice rohovkových onemocnění.

#### 13.1.1 Cíl výzkumu

Cílem diplomové práce bylo sledovat jakým způsobem ovlivnila fakoemulzifikace rohovkovou topografii. Porovnávala jsem změny přední a zadní plochy rohovky, vzniklé během

operace. Jak se změnila průměrná hodnota keratometrie před operací, jeden den po operaci a dva měsíce po zákroku.

### **13.1.2 Pracovní hypotéza**

Ve své práci se snažím najít odpovědi na tyto hypotézy:

Hypotéza I. – Předpokládám, že po vstupu do oka při operaci katarakty jsou změny lomivosti rohovky minimální.

Hypotéza II. – Předpokládám, že výrazné změny stavu oka den po zákroku a 2. měsíce po operaci se nijak výrazně nezmění.

Z literatury, z které jsem čerpala vyplývá, že chirurgie šedého zákalu minimálně traumatizuje rohovku, rekonvalescence po zákroku je rychlá a pacienti se po operaci cítí dobře. Tyto argumenty, mě vedly právě k těmto hypotézám a chtěla bych se v nich přesvědčit.

## **13.2 Metodika výzkumu**

### **13.2.1 Vyšetřované osoby**

Mého výzkumu na změnu topografie rohovky před a po operaci katarakty se zúčastnilo 65 pacientů. U některých pacientů po operaci nebylo možné provést měření znovu, z důvodu horšího zdravotního stavu, velkému otoku rohovky či hodně zvýšenému nitroočnímu tlaku a byli ze souboru vyloučeni. Celkem se tedy mého výzkumu zúčastnilo 53 osob. Jednalo se o 18 mužů a 35 žen ve věku od 53 – 88 let. Z literárních údajů je známé, že šedý zákal postihuje častěji ženy než muže. Všechny pacienty jsem měřila na rohovkovém topografu Pentacam Oculus ráno před operací, než byli rozkapáni a druhý den po operaci při kontrole na refrakčním centru.

Pacienti byli operováni na očním oddělení stejnou technikou. Většina pacientů viděla rozdíl hned druhý den po operaci a hlavně vyzdvihovali vnímatelnost rysů a barev předmětů.

U jedenácti pacientů jsem zaznamenala změny i po 2. měsících po operaci. Všichni pacienti jsou vypsáni v příloze, jejich změny přední i zadní plochy rohovky.

### 13.2.2 Použité přístroje

K měření topografie rohovky jsem používala již zmíněný Pentacam Oculus. Pentacam využívá rotující Scheimpflugovu kameru. Rotující měřicí postup dodává Scheimpflugovy obrázky ze třech prostorových úrovní. Měřicí přístroj Pentacam se využívá pro měření přední i zadní plochy oka, pro zobrazení 3D přední komory, k pachymetrii a densitometrii. Doba měření je asi 2 vteřiny. Záleží na spolupráci s pacientem. Světlo, které snímá vyšetřované oko, velmi rychle rotuje v rozsahu celých 360°. Přístrojem je možnost vyfocení až 50 snímků. Výsledný obraz se zobrazí v 3D podobě a celkově Pentacam nabízí mnoho zobrazení. Tangenciální či sagitální zobrazení, dokáže porovnávat 2 – 4 mapy nebo umí zobrazit mapy celkových poloměrů křivosti rohovky.

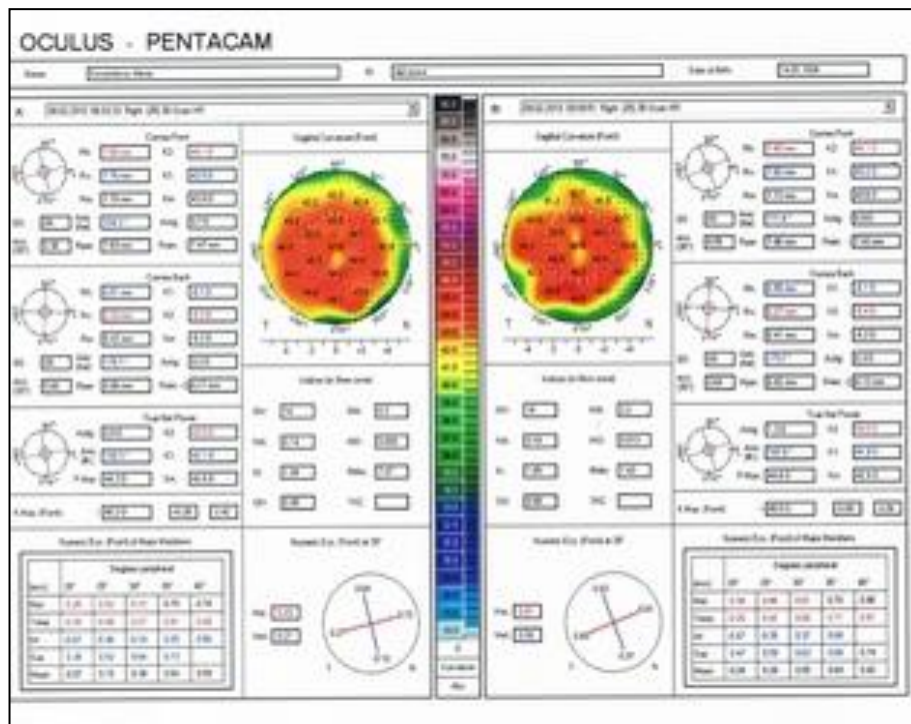
Z technické parametry přístroje Pentacam Oculus:

<b>Měřicí díl:</b>	digitální CCD kamera
Kamera:	modré diody (475, bez UV složky)
Rychlost:	50 snímků za dvě vteřiny po 500 nasnímaných měřených bodech
Počet vyhodnocených měřených bodů:	max. 25 000

#### **Rozsah zakřivení:**

Zakřivení:	3 – 38 mm 9 – 99 D
Přesnost:	± 0,2 D
Reprodukovatelnost:	± 0,2 D
Pracovní vzdálenost:	80 mm

Na přístroji Pentacam není měření nijak složité. Pacient sedí na za přístrojem, s bradou a čelem opřenou o opěrku na přístroji. Celý přístroj je lehce nastavitelný na pacientovu výšku. Pacient sleduje fixační bod a při snímání ho na chvíli osvítl červené světlo, díky němu počítač dostane potřebné informace o zjišťované části oka. Pacient ve chvíli měření, by se měl snažit co nejvíce otevřít oko a hlavně nemrkat. U Pentacamu lze nastavit automatické i manuální spuštění měření. Metoda měření je bezkontaktní.



Obr.č. 19 Výsledný obraz Pentacamu při porovnání dvou topografických map

V grafech jsem srovnávala průměr hodnot keratometrie, tedy průměr mezi nejstrmějším a nejplošším meridiánem rohovky. V tabulce (viz. příloha) jsou vypsány změny pacientů v horizontální rádius zakřivení a jednotlivé změny na přední a zadní ploše rohovky.

### 13.3 Výsledky

Z výsledků měření můžu uvést, že u všech pacientů zůstává zachována stejná konfigurace přední i zadní plocha rohovky. První den po operaci výrazné změny nejsou. Pooperační léčba hraje důležitou roli, jelikož ovlivňuje stav i tvar rohovky. Na změny topografie rohovky působí operační technika, pooperační reakce (zvýšený nitrooční tlak, otok rohovky, edém rohovky) také hydratace incize a individuální hojení rohovky.

Ani změny po 2. měsících od zákroku nejsou nijak viditelné. Samozřejmě každý chirurgický zákrok na rohovce vede ke změnám lomivosti jejího povrchu, ale u pacientů v mém výzkumu, se lomivost obzvlášť nezměnila.

Výjimku tvoří 3 pacienti (3, skupina) po operaci šedého zákalu. Právě u těchto tří osob nastala výrazná změna zadní plochy rohovky. Primárně u pacientů, kteří před operací měli

rohovku asymetrickou (největší lomivost rohovky paracentrálně dole). Výraznější oploštění zadní plochy přetrvávalo i po 2. měsících po zákroku.

Všechny vyšetřované osoby jsem měřila před operací, 1. den po operaci a jedenáct z nich i 2. měsíce po zákroku.

Rozdělila jsem je do 3. skupin:

**1, 15 pacientů bylo před operací bez astigmatismu nebo s fyziologickým astigmatismem do 0,5 D**

- a) změna přední plochy rohovky u 15 pacientů
- b) změna zadní plochy rohovky u 15 pacientů

**2, 35 pacientů bylo před operací s astigmatismem větším než 0,5 D**

- a) změna přední plochy rohovky u pacientů 1. – 17.
- b) změna přední plochy rohovky u pacientů 18. – 35.
- c) změna zadní plochy rohovky u pacientů 1. – 17.
- d) změna zadní plochy rohovky u pacientů 18. – 35

Všech 35 pacientů s astigmatismem před operací větším než 0,5D, jsem rozdělila do dvou grafů, jelikož viditelnosti na grafech pak bude lepší.

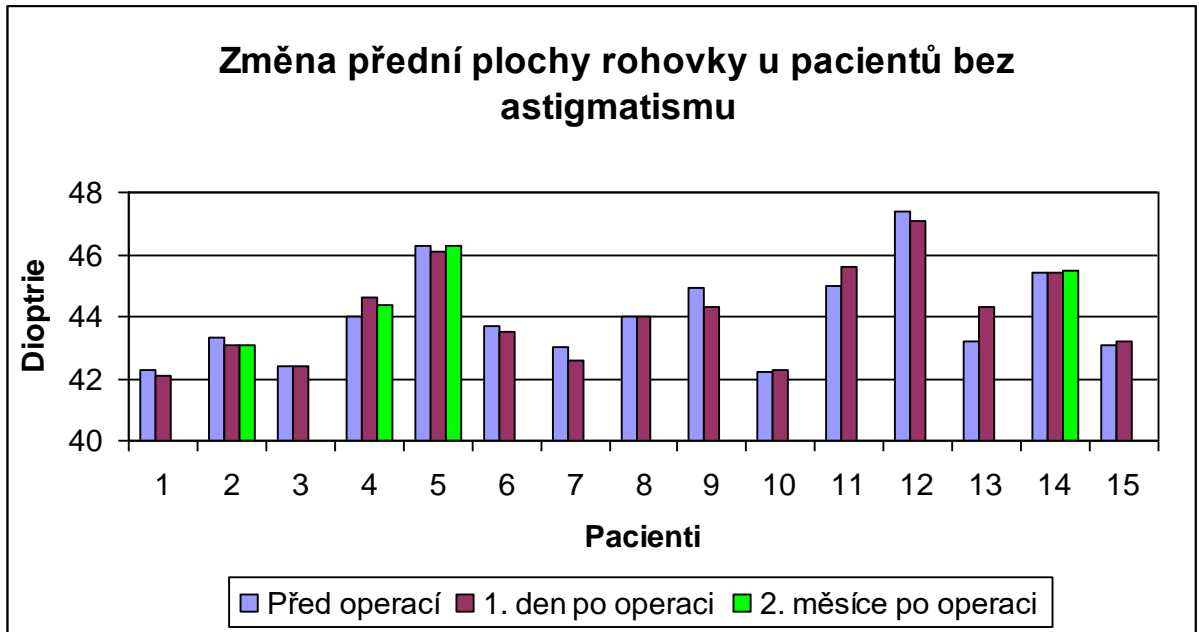
V mém výzkumu se objevili 3 pacienti, kteří svou změnou vyčnívali od ostatních:

**3, 3 pacienti s nápadnou změnou zadní plochy rohovky**

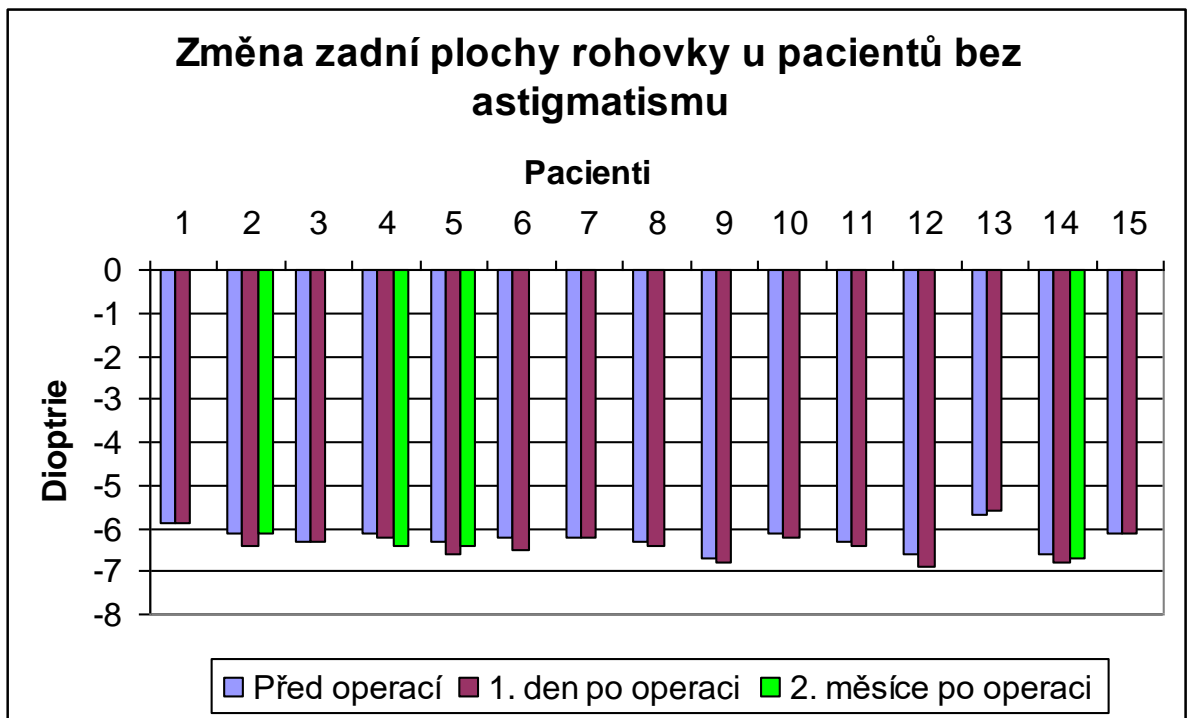
- a) změna přední plochy rohovky u pacientů
- b) změna zadní plochy rohovky u pacientů

**1, skupina - pacienti před operací bez astigmatismu nebo s fyziologickým astigmatismem do 0,5 D**

a)

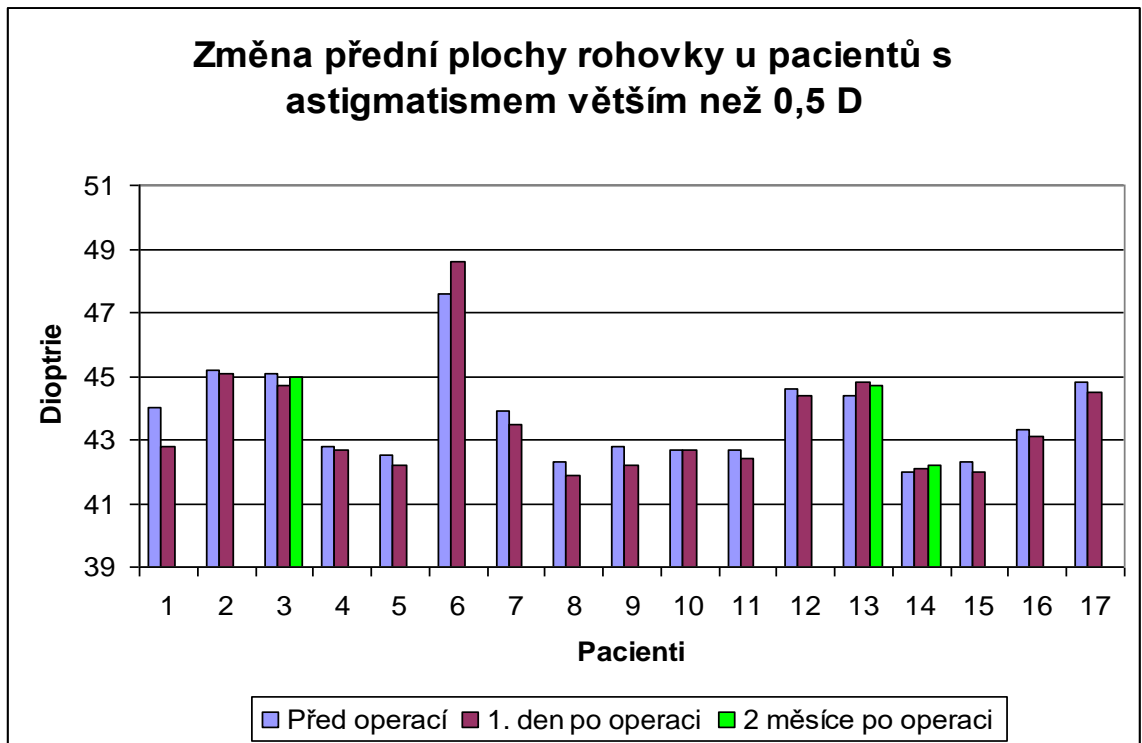


b)

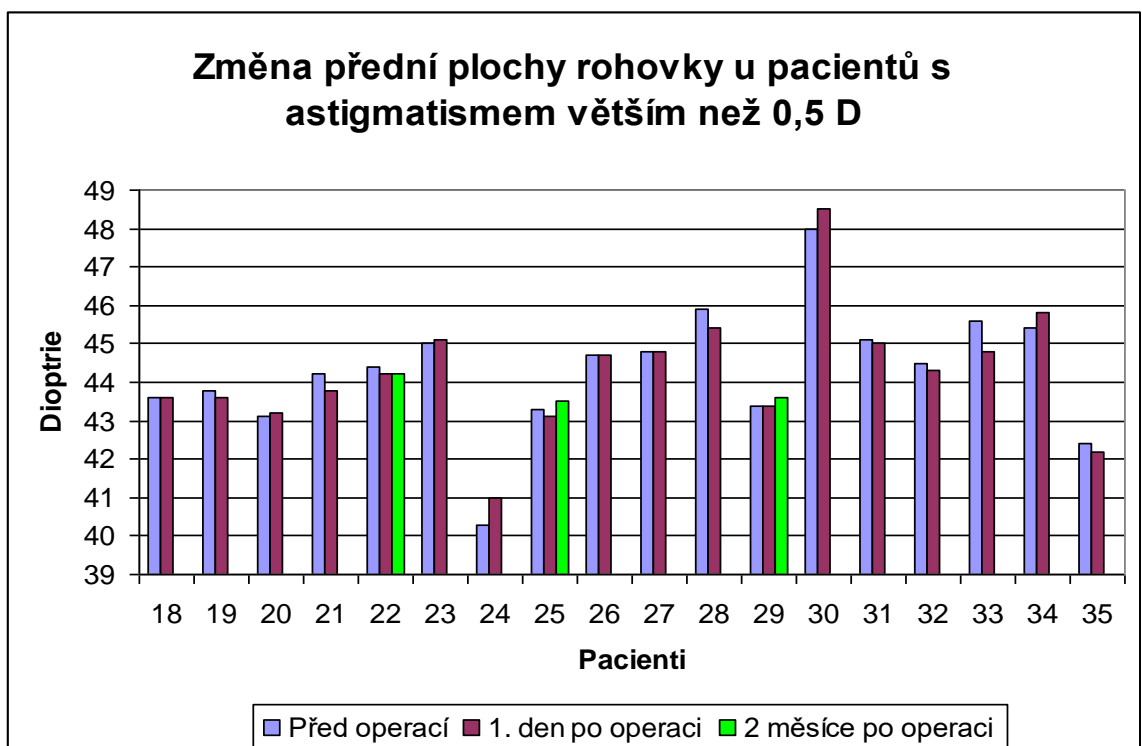


**2, skupina - pacienti před operací s astigmatismem větším než 0,5 D**

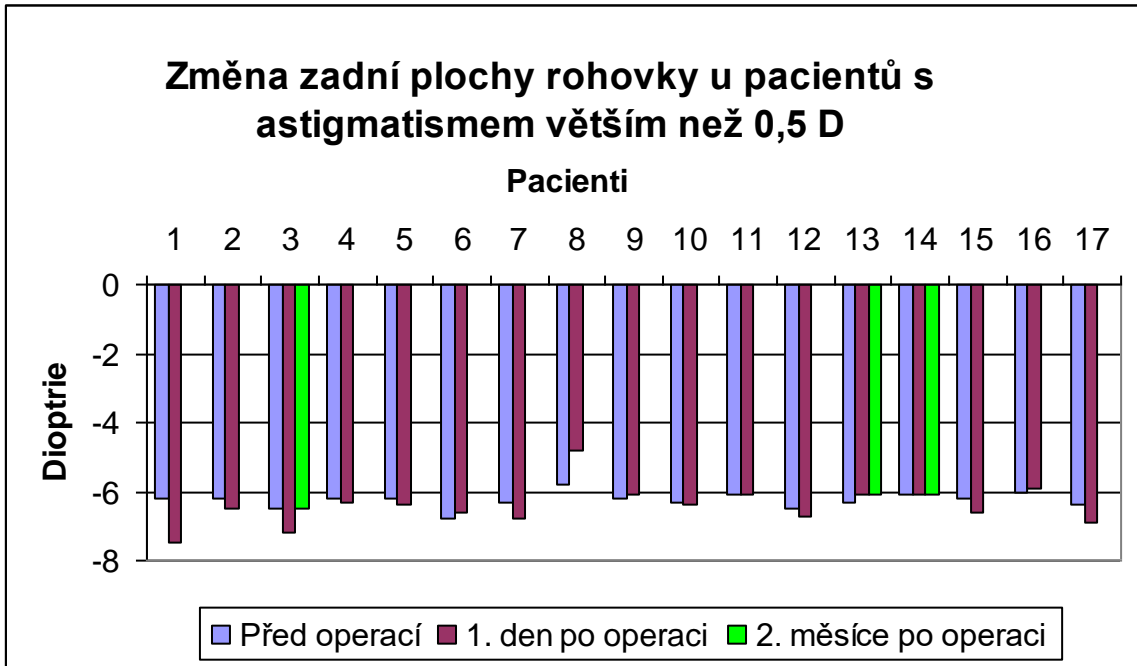
a)



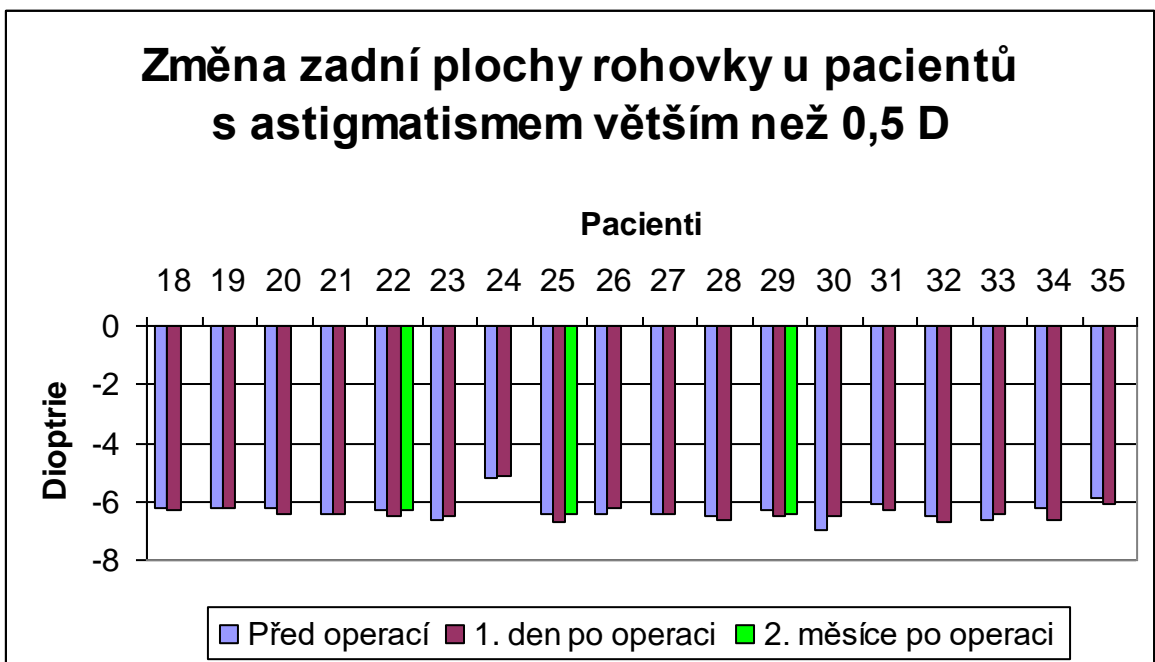
b)



c)



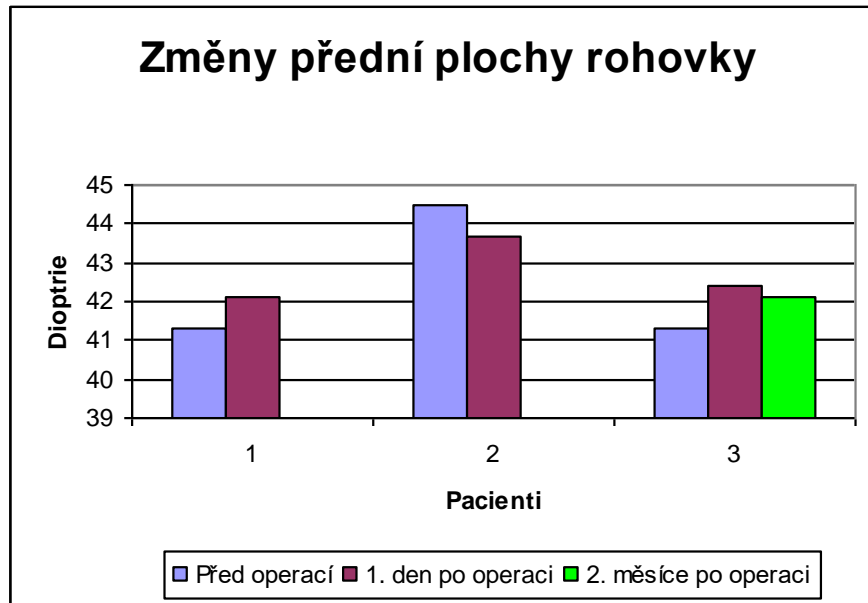
d)



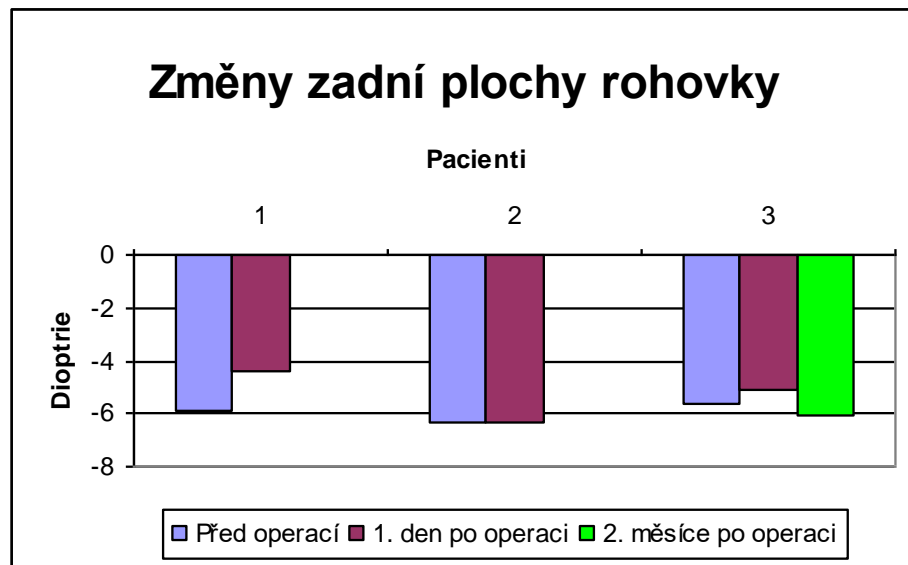


### 3, skupina - pacienti s nápadnou změnou zadní plochy rohovky

a)



b)



## 13.4 Diskuze

Na změnu topografie rohovky při operaci katarakty hraje roli ovlivňující změnu mnoho faktorů.

Většina autorů uvádí, že výše rohovkového astigmatismu je přímo úměrná šíři a lokalizaci vstupní rány. V minulosti byla šíře řezu 3,5mm a lokalizace incise byla buď jako čistý řez, limbální nebo sklerální řez. Nejčastěji se používají incise velikosti 2,8mm, 2,4mm, 2,2mm nebo 1,8mm. Velikost řezu je závislá i na použitých čočkových implantátech, protože síla velikosti incize by měla odpovídat průměru zavaděče čočky. Tendence je zmenšování řezu a implantace vhodné nitrooční čočky..

Při mém měření byla při operaci použita velikost incize 2,75mm. Změny topografie rohovky při fakoemulzifikaci byli na hranici detekovatelnosti přístroje do 0,5D.

Musím zdůraznit fakt, že rohovka se mechanicky hojí 6. týdnů a je možné že optické parametry rohovky se mohou během této doby měnit.

Hypotézy, které jsem zkoumala, se obě potvrdily. Hypotéza o změně lomivosti druhý den po operaci se výrazně nezměnila a ani po 2. měsících od operace se topografie rohovky mění minimálně.

## 14 ZÁVĚR

Onemocnění, vyskytující se téměř u každého druhého seniora, postihuje nepříznivě jeho vidění a obtěžuje celkově jeho kvalitu života. Není to ovšem pouze onemocnění stáří, ale může se také vyskytnout u mladších osob. V dnešní době je výhoda možného řešení zákalu čočky. Existuje hned několik chirurgických způsobů, jak implantovat nitrooční čočku. Nová nitrooční čočka dokáže opět vrátit pacientům barevný a výrazný svět. Nejenom metody a postupy operace se zdokonalují ale také přístroje, díky kterým jsme schopni včas rozpoznat začínající oční onemocnění.

Každá nitrooční operace oka se nějak může projevit změnou lomivosti rohovky. Změna topografie rohovky při operaci katarakty se při sledované technice ve velké většině případů, a to 51 z 54 jevila opticky neutrální nebo na hranici rozlišitelnosti Pentacamu. Odchyly zjištěné u třech sledovaných pacientů je možné vysvětlit hojivými procesy v souvislosti s chirurgickým zákrokem. Vzhledem k velikosti vzorku nelze určit jednoznačný závěr.

Pokud se zvolí správná metoda operace, technika a zkušenosti chirurga, změny lomivosti rohovky jsou minimální a nemají výraznější účinky na kvalitu vidění.

## 15 PŘÍLOHY

### 1, skupina pacientů bez astigmatismu nebo s fyziologickým astigmatismem

- pacienti měření před operací
- 1. den po operaci
- 4. pacienti měření po dvou měsících

	Pacient	PŘED Rh [mm]	PŘED K1 [D]	PŘED K2 [D]	PŘED Rh [mm]	PŘED K1 [D]	PŘED K2 [D]
	Ročník, pohlaví	PO Rh [mm]	PO K1 [D]	PO K2 [D]	PO Rh [mm]	PO K1 [D]	PO K2 [D]
		2.M. Rh [mm]	2.M. K1 [D]	2.M. K2 [D]	2.M. Rh [mm]	2.M. K1 [D]	2.M. K2 [D]

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
1	J.Č.	8,03	42	42,6	6,9	-5,8	-5,9
	1932 M	8,08	41,8	42,4	6,63	-6	-5,8

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
2	V.L	7,77	43,2	43,4	6,67	-6	-6,3
	1929 M	7,9	42,7	43,4	5,69	-7	-5,9
		7,83	43	43,1	5,99	-5,9	-6,3

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
3	M.P	8	42,2	42,7	6,55	-6,1	-6,6
	1941 M	8,05	41,9	43	6,54	-6,1	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
4	O.D.	7,65	43,9	44,1	6,74	-5,9	-6,3
	1934 Ž	7,55	44,5	44,7	6,78	-6	-6,4
		7,36	43,9	44,8	6,7	-6,1	-6,5

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
5	V.D.	7,31	46,1	46,5	6,33	-6,2	-6,3
	1930 Ž	7,42	45,5	46,8	6,35	-6,3	-6,9
		7,36	45,8	46,7	6,46	-6,2	-6,5

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
6	Z.D.	7,77	43,4	44	6,39	-6,1	-6,3
	1933 Ž	7,67	43	44	6,51	-6,1	-6,9

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
7	A.H.	7,9	42,7	43,3	6,62	-6	-6,3
	1942 Ž	7,94	42,5	42,7	6,61	-6,1	-6,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
8	E.K.	7,68	43,9	44,1	6,55	-6,1	-6,5
	1932 Ž	7,75	43,5	44,5	7	-6	-6,7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
9	V.K.	7,47	44,6	45,2	6,01	-6,7	-6,8
	1929 Ž	7,54	43,9	44,8	5,8	-6,6	-6,9

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
10	D.M.	7,97	42,1	42,4	6,68	-6	-6,1
	1932 Ž	7,89	41,8	42,8	6,58	-6,1	-6,3

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
11	L.N.	7,45	44,8	45,3	6,43	-6,2	-6,4
	1928 Ž	7,4	45,6	45,7	6,01	-6,1	-6,7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
12	J.P.	7,07	47,2	47,7	6,09	-6,6	-6,6
	1932 Ž	7,13	46,9	47,3	6,24	-6,4	-7,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
13	M.Š.	7,79	43	43,3	7,01	-5,6	-5,7
	1935 Ž	7,54	43,8	44,8	6,95	-5,5	-5,7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
14	J.T.	7,48	45,1	45,8	6,19	-6,5	-6,8
	1944 Ž	7,45	45,3	45,5	6,22	-6,4	-7,2
		7,51	45,3	45,7	6,23	-6,4	-7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
15	L.V.	7,79	42,8	43,3	6,53	-6,1	-6,2
	1925 Ž	7,87	42,9	43,5	5,98	-5,6	-6,7

## 2, skupina pacientů s astigmatismem větším než 0,5 D

- pacienti měření před operací
- 1. den po operaci
- 6. pacientů měřených po dvou měsících

		Přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
	Pacient	PŘED Rh [mm]	PŘED K1 [D]	PŘED K2 [D]	PŘED Rh [mm]	PŘED K1 [D]	PŘED K2 [D]
	Ročník, pohlaví	PO Rh [mm]	PO K1 [D]	PO K2 [D]	PO Rh [mm]	PO K1 [D]	PO K2 [D]
		2.M. Rh [mm]	2.M. K1 [D]	2.M. K2 [D]	2.M. Rh [mm]	2.M. K1 [D]	2.M. K2 [D]

		Přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
1	J.Č.	7,61	43,7	44,3	6,53	-6,1	-6,3
	1932 M	7,73	42	43,7	6,07	-6,6	-8,7

		Přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
2	M.D.	7,37	44,6	45,8	6,42	-6,1	-6,2
	1930 M	7,32	44	46,1	7,18	-5,6	-7,7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
3	S.F.	7,82	43,2	47,3	6,55	-6,1	-6,9
	1922 M	7,92	42,6	47	6,43	-6,2	-8,6
		7,84	43	47,2	6,54	-6,1	7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
4	M.F.	8,14	41,4	44,2	6,78	-5,9	-6,5
	1926 M	8,12	41,6	43,9	6,78	-5,9	-6,7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
5	M.H.	7,87	42,2	42,9	6,55	-6,1	-6,4
	1927 M	7,81	41,3	43,2	6,5	-6,2	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
6	J.H.	7,26	46,5	48,7	5,71	-6,5	-7
	1925 M	7,1	47,5	49,7	6,17	-6	-7,1

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
7	J.M.	7,86	43	44,9	6,69	-6	-6,7
	1939 M	8	42,2	45	6,5	-6,2	-7,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
8	B.P.	7,91	42	42,7	6,99	-5,7	-5,9
	1935 M	7,95	41,3	42,4	7,4	-4,3	-5,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
9	M.P.	7,7	41,7	43,8	6,48	-6,2	-6,2
	1927 M	7,77	41,1	43,4	6,35	-5,9	-6,3

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
10	M.P.	8,12	41,6	43,9	6,71	-6	-6,6
	1926 M	8,14	41,5	43,9	6,64	-6	-6,9

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
11	A.P.	8,3	40,6	45	7,04	-5,7	-6,6
	1933 M	8,33	40,5	44,4	7,16	-5,6	-6,7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
12	A.S.	7,63	44,2	45	6,25	-6,4	-6,7
	1953 M	7,65	44,1	44,6	6,23	-6,4	-7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
13	A.V.	7,74	43,6	45,2	6,54	-6,1	-6,5
	1922 M	7,92	42,6	47	6,43	-6,2	-8,6
		7,6	43,9	45,5	6,85	-5,8	-6,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
14	M.H.	8,14	41,4	42,5	6,82	-5,9	-6,3
	1946 Ž	8,2	41,2	43,1	7,29	-5,5	-7
		8,14	41,5	42,8	6,73	-5,9	-6,3

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
15	M.H.	8,11	41,6	43	6,74	-5,9	-6,5
	1946 Ž	8,25	40,9	43,1	5,05	-5,6	-7,9

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
16	V.H.	8,04	42	44,7	6,77	-5,9	-6,2
	1936 Ž	8,07	41,8	44,4	6,93	-5,8	-6,1

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
17	E.H.	7,63	44,2	45,5	6,45	-6,2	-6,6
	1949 Ž	7,61	44,3	44,7	6,45	-6,2	-7,8

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
18	H.K.	7,65	43	44,1	6,45	-6,2	-6,2
	1940 Ž	7,64	43,1	44,2	6,45	-6,2	-6,3

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
19	A.K.	7,65	43,5	44,1	6,51	-6,1	-6,3
	1934 Ž	7,65	43,2	44,1	6,55	-6,1	-6,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
20	M.K.	7,92	42,6	43,6	6,65	-6	-6,3
	1945 Ž	7,93	42,6	43,9	6,54	-6,1	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
21	N.K.	7,73	43,7	44,7	6,38	-6,3	-6,5
	1945 Ž	7,7	43,8	43,8	6,52	-6,1	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
22	J.M.	7,66	44	44,7	6,44	-6,2	-6,5
	1940 Ž	7,66	44,1	44,3	6,41	-6,2	-6,7
		7,64	44,1	44,3	6,4	-6	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
23	Z.M.	7,58	44,5	45,6	6,29	-6,4	-6,8
	1957 Ž	7,61	44,4	45,9	6,24	-6,6	-6,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
24	M.N.	8,62	39,2	41,5	8,02	-5	-5,5
	1949 Ž	8,44	40	42	7,66	-4,9	-5,2

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
25	M.N.	7,7	42,7	43,8	6,44	-6,2	-6,5
	1927 Ž	7,65	42,1	44,1	6,67	-6	-7,3
		7,85	43	44,1	6,43	-6,2	-6,5

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
26	J.P.	7,49	44,3	45	6,39	-6,3	-6,6
	1931 Ž	7,4	43,9	45,6	7,34	-5,6	-6,8

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
27	A.P.	7,69	43,9	45,7	6,45	-6,2	-6,5
	1945 Ž	7,71	43,8	45,9	6,47	-6,2	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
28	A.P.	7,42	45,5	46,2	6,31	-6,3	-6,7
	1936 Ž	7,52	44,9	45,9	4,34	-6,1	-7

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
29	V.S.	7,92	42,6	44,2	6,55	-6,1	-6,6
	1931 Ž	7,93	42,6	44,4	6,53	-6,1	-7
		7,91	42,7	44,6	6,57	-6,1	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
30	J.Ř.	6,9	47,1	48,9	5,65	-7	-7,1
	1931 Ž	6,89	48	49	7,6	-5,9	-6,9



		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
31	E.S.	7,71	43,8	46,6	6,7	-6	-6,3
	1932 Ž	7,71	43,8	46,3	6,83	-5,9	-6,8

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
32	L.S.	7,66	44,1	45	6,28	-6,4	-6,6
	1955 Ž	7,72	43,7	45	6,06	-6,6	-6,9

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
33	M.T.	7,35	45,3	45,9	6,25	-6,4	-6,8
	1929 Ž	7,43	44,2	45,4	4,37	-6,7	-6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
34	M.U.	7,51	44,9	45,9	6,32	-6,3	-6
	1948 Ž	7,35	45,7	45,9	5,81	-6,3	-6,9

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
35	V.W.	8,12	41,6	43,2	6,93	-5,8	-6,1
	1948 Ž	8,04	42	42,4	6,86	-5,8	-6,4

### 3, Změna přední a zadní plochy rohovky u pacientů s výraznějším oploštěním zadní plochy rohovky

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
	Pacient	PŘED Rh [mm]	PŘED K1 [D]	PŘED K2 [D]	PŘED Rh [mm]	PŘED K1 [D]	PŘED K2 [D]
	Ročník, pohlaví	PO Rh [mm] 2.M. Rh [mm]	PO K1 [D] 2.M. K1 [D]	PO K2 [D] 2.M. K2 [D]	PO Rh [mm] 2.M. Rh [mm]	PO K1 [D] 2.M. K1 [D]	PO K2 [D] 2.M. K2 [D]

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
1	J.K.	8,16	41,2	41,4	6,95	-5,8	-6,1
	1924 M	8,05	41,9	42,2	12,18	-3,3	-6,6

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
2	M.K.	7,64	44,2	44,9	6,45	-6,2	-6,4
	1942 Ž	7,64	43,3	44,1	5,4	-5,5	-7,4

		přední plocha rohovky			zadní plocha rohovky		
3	J.P.	8,04	40,6	42	6,88	-5,4	-5,8
	1950 M	7,95	42,3	42,5	9,42	-4,2	-6,4
		8,08	41,6	42,4	6,73	-5,9	-6,2

Zkratky v tabulce: Rh – horizontální rádius zakřivení v centru  
K1 – maximální keratometrie (nejstrmější meridián)  
K2 - minimální keratometrie (nejplošší meridián)  
PŘED – hodnoty před operací  
PO – hodnoty po operaci  
2.M. – měření provedené po 2. měsících

## 16 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Autrata, R. a Vančurová, J.: Nauka o zraku. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brně, Brno 2002. 226 s. ISBN 80-7013-362-7.
- [2] Janula, J., Rozsival, P.: Moderní operace katarakty. Vydavatelství MU Brno, 1995. 115 s. ISBN 80-210-1226-9.
- [3] Havlíková, I., Rozsival, P., Feuermannová, A.: Rohovková topografie v laserové refrakční chirurgii, Česká a slovenská oftalmologie, 57, 2001, 209 – 213 s.
- [4] Koryta, J.: Fragmentace jádra při fakoemulzifikaci: techniky 90. let. Čs. Oftal., 1998. 323-327 s.
- [5] Kraus, H.: Kompendium očního lékařství. Praha, Grada Publishing, 1997. 360 s. ISBN 80-7169-079-1.
- [6] Kraus, H., Karel, I., Růžičková, E.: Oční zákaly. Praha, Grada Publishing, 2001. 156 s. ISBN 80-7169-967-5.
- [7] Kvapilíková, K.: Anatomie a embryologie oka. 1.vyd. Brno, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. 206 s. ISBN 80-7013-313-9.
- [8] Kuchynka, P., Baráková D.: Trendy soudobé oftalmologie. Novinky v kataraktové chirurgii. Svazek 1, 1. vyd. Praha, Galén, 2000. 191 s., ISBN 80-7262-043-6.
- [9] Kuchynka, P. a kol.: Oční lékařství. Grada Publishing a.s., 2007. 812 s. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [10] Mazal, Z.: Operace katarakty mikroincizemi 1,5mm. Česká a slovenská oftalmologie, 60, 2004, 284 – 289 s.
- [11] Mrkvicová, A.: Topografie rohovky. Bakalářská práce, MU Brno, 2008, 59 s.
- [12] Rozsival, P.: Trendy soudobé oftalmologie, svazek 2. vydání 1., Praha, Galén, 2005. 286 s., ISBN 80-7262-326-5.
- [13] Rutrle, M.: Přístrojová optika. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brně, vydání 1., 2000, 189s. ISBN 80-7013-301-5.
- [14] Řehák, S.: Oční lékařství. Praha, Avicem, 1989. 256 s.
- [15] Skorkovská, S., Michálek, J., Mašková, Z., Synek, S.: Vliv viskoelastického materiálu na pooperační nitrooční tlak u fakoemulzifikace. Česká a slovenská oftalmologie, 61, 2005, 13-19s.
- [16] Synek, S., Skorkovská, Š.: Fyziologie oka a vidění. 1.vyd. Praha, Grada Publishing, 2004, 93 s., ISBN 80-247-0786-1.
- [17] Vacková, V.: Funkční výsledky chirurgické léčby vrozené katarakty zachycené ze screeningu: implantace nitrooční čočky nebo konzervativní korekce afasie?. Diplomová práce, MU Brno, 2008, 64 s.

Internetové zdroje:

- [18] <http://www.erilens.cz>
- [19] <http://www.fbmi.cvut.cz>
- [20] <http://noel.feld.cvut.cz/vyu/x31zle/Seminars/13/07.pdf>
- [21] <http://zivotni-energie.cz/ultrazvuk-v-lekarstvi-sonografie.html>
- [22] <http://www.zrak.cz/refrakcni-vady/kratkozrakost/katarakta.html>
- [23] <http://www.gemini.cz>
- [24] <http://www.videni.cz/>
- [25] <http://camelot.lfhk.cuni.cz/fyzika/publikace/O/O-13.rtf>.
- [26] <http://www.protectum.cz/index.php?mv=sedy-zakal>
- [27] <http://docs.google.com>
- [28] <http://scienceworld.cz>
- [29] <http://www.lexum.cz/>
- [30] <http://www.oculus.de>
- [31] <http://www.wikipedia.org/>
- [32] [http://4oci.cz/history/3-2006/pdf/36\\_historie.pdf](http://4oci.cz/history/3-2006/pdf/36_historie.pdf)
- [33] <http://www.neumm.cz/>
- [34] <http://www.lekari-online.cz>

### **Zdroje obrázků:**

- Obr.č. 1 Rohovka <http://www.shorelinevision.com/sitepage.asp?page=HistoryLASIK>
- Obr.č. 2 Keratokonus
- Obr.č. 3 Deformovaná rohovka astigmatismem <http://www.optikalutea.cz/ocni-vady/>
- Obr.č. 4 Astigmatismus pravidelný
- Obr.č. 5 Astigmatismus přímý, nepřímý, šikmý  
<http://www.cem-fa.com/cemfa/makalelerimiz/astigmatizm.html>
- Obr.č. 6 Kongenitální katarakta  
<http://www.cem-fa.com/cemfa/makalelerimiz/astigmatizm.html>
- Obr.č. 7 Senilní katarakta <http://www.zbynekmlcoch.cz/>
- Obr.č. 8 Operační jehly [http://4oci.cz/history/3-2006/pdf/36\\_historie.pdf](http://4oci.cz/history/3-2006/pdf/36_historie.pdf)
- Obr.č. 9 Kryoextrakce <http://www.pes-oko.cz/>
- Obr.č. 10 Rohovkový temporální řez podle Mackoola [32]
- Obr.č. 11 Technika „phaco cop“ <http://www.jdosmp.org/hydro/Image8.jpg>
- Obr.č. 12 Fakomanévry [2]

Obr.č. 13 Nitrooční čočky [www.giarreblog.com/?cat=15](http://www.giarreblog.com/?cat=15)

Obr.č. 14 Tvrdá čočka

<http://www.tradeindia.com/fp346510/PMMA-Scleral-Fixation-IOL-Lens.html>

Měkké čočky

[http://www.spiritmed.cz/article.asp?nDepartmentID=66&nArticleID=70&nLanguageI\\_D=1](http://www.spiritmed.cz/article.asp?nDepartmentID=66&nArticleID=70&nLanguageI_D=1)

Obr. č. 15 Hypopyon v přední komoře [www.zzz.sk/?clanok=3953](http://www.zzz.sk/?clanok=3953)

Dislokace čočky [www.lexum.cz/vitroretinalni-choroby.php](http://www.lexum.cz/vitroretinalni-choroby.php)

Obr.č. 16 Placido kotouč [13]

Obr.č. 17 Orbscan [http://www.schustereyecenter.com/ts\\_main.sstg?page=orbscan&c=1](http://www.schustereyecenter.com/ts_main.sstg?page=orbscan&c=1)

Obr.č. 18 Pentacam Oculus

Obr.č. 19 Výsledný obraz Pentacamu při porovnání dvou topografických map