

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta



VÝSLEDKY LÉČBY POVRCHOVÝCH ONEMOCNĚNÍ ROHOVKY EXCIMEROVÝM LASEREM

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

prof. MUDr. Rudolf Atrata, CSc., MBA

Autor: Bc. Martina Masaryková

Studijní obor: Optometrie

Brno, duben 2015

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta

Katedra optometrie a ortoptiky

Jméno a příjmení autora: Bc. Martina Masaryková

Název diplomové práce: Výsledky léčby povrchových onemocnění rohovky excimerovým laserem

Vedoucí diplomová práce: prof. MUDr. Rudolf Autrata, CSc., MBA

Anotace: Tato diplomová práce na téma Výsledky léčby povrchových onemocnění rohovky excimerovým laserem se v první kapitole zabývá anatomii a histologií rohovky. Následující kapitola popisuje vyšetřovací metody předního segmentu oka, které jsou také důležité pro předoperační vyšetření před laserovým zákrokem. Dále práce zmiňuje rohovková onemocnění, mezi nimiž jsou zahrnuty rohovkové anomálie indikované k fototerapeutické keratektomii. Poslední kapitola teoretické části obsahuje popis excimerového laseru a jeho využití v rohovkové chirurgii. Výzkumná část této práce zhodnocuje nejlépe korigovanou zrakovou ostrost před fototerapeutickou keratektomií a po ní. Současně práce hodnotí nejlépe korigovanou zrakovou ostrost a hodnotu sférického ekvivalentu před kombinovaným zákrokem fototerapeutické keratektomie s fotorefraktivní keratektomií a po zákroku.

Rok obhajoby: 2015

Klíčová slova: fototerapeutické keratektomie, rohovka, zraková ostrost, topografie, recidivující eroze, zonulární keratopatie, dystrofie, excimerovým laser, refrakční chirurgie

MASARYK UNIVERSITY

Faculty of Medicine

Department of Optometry and Orthoptics

Name and surname: Bc. Martina Masaryková

Theme of the work: The results of treatment of superficial corneal disorders by excimer laser

Lader of the work: prof. MUDr. Rudolf Atrata, CSc., MBA

Anotation: This thesis is focused on The results of treatment of superficial corneal disorders by excimer laser. In its first chapter there is written about the anatomy and histology of the cornea. The following section describes methods of examination of the anterior segment of the eye, which are also important for preoperative evaluation efore the laser surgery. The work also mentions corneal diseases, which are corneal anomalies indicated for phototherapeutic keratectomy. The last chapter contains a description of the excimer laser and its use in corneal surgery. The research part of this work evaluates best-corrected visual acuity before and after phototherapeutic keratectomy. It contains also the best-corrected visual acuity before combining surgery phototherapeutic keratectomy with photorefractive keratectomy and after this surgery.

Year: 2015

Key Works: phototherapeutic keratectomy, cornea, visual acuity, topography, recurrent erosions, band keratopathy, dystrophy, excimer laser, refractive surgery

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Výsledky léčby povrchových onemocnění rohovky excimerovým laserem vypracovala samostatně a všechny použité, literární a odborné zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

Souhlasím, aby byla má práce uveřejněna ve sborníku prací Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a využita pro studijní účely.

V Brně, duben 2015

.....

Bc. Martina Masaryková

Poděkování:

Děkuji prof. MUDr. Rudolfovi Autratovi, CSc., MBA, vedoucímu mé diplomové práce, za materiály, odborné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytl.

OBSAH

1. ÚVOD.....	11
2. ROHOVKA.....	12
2.1 Anatomie rohovky v číslech	12
2.2 Histologie rohovky.....	12
2.2.1 Epitel	12
2.2.2 Bowmanova membrána.....	13
2.2.3 Stroma	13
2.2.4 Descemetova membrána.....	13
2.2.5 Endotel.....	13
2.3 Nervové zásobení rohovky	14
2.4 Výživa rohovky.....	14
2.5 Slzný film	15
2.5.1 Slzné ústrojí	15
2.5.2 Funkce slzného filmu	15
2.5.3 Složení slz.....	15
2.5.4 Poruchy slzného filmu.....	16
3. VYŠETŘOVACÍ METODY ROHOVKY	17
3.1 Základní vyšetřovací metody.....	17
3.1.1 Anamnéza	17
3.1.2 Aspekce	17
3.1.3 Vizus a refrakce	17
3.1.4 Vyšetření na štěrbinové lampě.....	18
3.2 Speciální vyšetřovací metody	18
3.2.1 Rohovková pachymetrie.....	18
3.2.2 Esteziometrie	19

3.3	Zobrazovací metody předního segmentu oka	19
3.3.1	Fotografie předního segmentu	19
3.3.2	Rohovková endotelová mikroskopie	19
3.3.3	Ultrazvuková biomikroskopie	20
3.3.4	Konfokální mikroskopie	20
3.3.5	Rohovková topografie	20
3.3.6	Aberometrie	22
4.	ONEMOCNĚNÍ ROHOVKY	24
4.1	Klinické známky rohovkového postižení	24
4.1.1	Rohovkové jizvy	24
4.1.2	Patologická vaskularizace	24
4.1.3	Edém rohovky (oedema corneae)	24
4.1.4	Keratitidy	25
4.2	Vrozené vady rohovky	26
4.2.1	Anomálie velikosti rohovky	26
4.2.2	Anomálie rohovkového zakřivení	27
4.2.3	Anomálie transparence rohovky	27
4.3	Dystrofie a ektázie	28
4.3.1	Epitelové rohovkové dystrofie	28
4.3.2	Dystrofie Bowmanovy membrány	29
4.3.3	Stromální rohovkové dystrofie	29
4.3.4	Endotelové rohovkové dystrofie	30
4.3.5	Ektázie	32
4.4	Degenerace	33
4.4.1	Centrální rohovkové degenerace	33
4.4.2	Zonulární keratopatie	33

4.4.3	Arcus senilis (gerontoxon).....	33
4.5	Infekční záněty.....	34
4.6	Neinfekční záněty a keratopatie.....	35
4.6.1	Expoziční keratitida	35
4.6.2	Neuroparalytická keratitida	35
4.6.3	Recidivující eroze	35
5.	EXCIMEROVÝ LASER V ROHOVKOVÉ CIRURGIÍ.....	36
5.1	Excimer laser	37
5.1.1	Historický přehled.....	37
5.1.2	Interakce laserového paprsku s tkání	37
5.1.3	Možné negativní účinky excimerového laseru	38
5.2	Korekce refrakčních vad pomocí excimerového laseru	40
5.2.1	Techniky provedení zákroku	40
5.3	Fototerapeutická keratektomie.....	43
5.3.1	Indikace a kontraindikace PTK.....	43
5.3.2	Technika provedení PTK.....	44
5.3.3	Pooperační péče	47
5.3.4	Komplikace léčby	47
5.3.5	Výsledky PTK pro recidivující eroze epitelu	49
5.3.6	5.3.6 Výsledky PTK pro zonulární keratopatii.....	49
5.3.7	Výsledky PTK pro rohovkové dystrofie	49
5.3.8	Výsledky PTK u rohovkových jizev	50
5.3.9	PTK u iatrogeně vzniklých refrakčních vad	50
6.	VÝZKUM.....	52
6.1	Úvod.....	52
6.2	Cíl práce.....	52

6.3	Pracovní hypotézy	52
6.4	Soubor pacientů.....	52
6.5	Metodika výzkumu.....	54
6.5.1	Autorefraktokeratometr	54
6.5.2	Snellenův optotyp	55
6.5.3	Excimerový laser Nidek EC 5000.....	55
6.5.4	Průběh zákroku	56
6.6	Výsledky výzkumu u zákroku PTK.....	56
6.6.1	Výsledky měření NKZO u recidivující epitelální eroze.....	57
6.6.2	Výsledky měření NKZO u expoziční keratitidy	58
6.6.3	Výsledky měření NKZO u nesmáčenlivých lézí a mukózních plaků	60
6.6.4	Výsledky měření NKZO u zonulární keratopatie	61
6.6.5	Výsledky měření NKZO u rohovkových dystrofií	62
6.6.6	Výsledky měření NKZO u posttraumatické centrální jizvy	64
6.6.7	Naměřené hodnoty NKZO u postherpetické centrální opacity.....	65
6.6.8	Výsledky měření NKZO u pseudopterygia	67
6.6.9	Přehled všech skupin.....	68
6.7	Výsledky výzkumu u kombinace PTK + PRK	69
6.7.1	Výsledky měření sférického ekvivalentu u myopie.....	69
6.7.2	Výsledky měření sférického ekvivalentu u hypermetropie	71
6.8	Zhodnocení výsledků a hypotéz.....	72
6.9	Souhrn výsledků.....	73
6.10	Diskuze	74
7.	ZÁVĚR	76
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	79

10.	SEZNAM TABULEK	80
11.	SEZNAM GRAFŮ	81
12.	SEZNAM ZKRATEK	82

1. ÚVOD

Rohovka je z optického pohledu nejdůležitějším refrakčním prostředím oka. Rohovka také tvoří mechanickou a chemicky nepropustnou bariéru mezi nitrem oka a zevním prostředím. Společně s rohovkou tuto bariéru dále tvoří spojivka, bělima a slzný film. [1]

Teoretická část této práce se zabývá anatomickým a histologickým popisem rohovky, uvádí vyšetřovací metody předního segmentu oka a popisuje povrchová onemocnění rohovky, které mohou být indikací k fototerapeutické keratektomii. Poslední kapitola se zabývá excimerovým laserem a jeho využitím v rohovkové chirurgii.

Argon-fluoridový excimer laser o vlnové délce 193 nm se používá k fototerapeutické keratektomii při léčbě povrchových onemocnění rohovky. K fototerapeutické keratektomii jsou indikována například tato onemocnění: recidivující eroze, rohovkové dystrofie, expoziční keratitida, která je výsledkem nedokonalého dožívání víček, nebo také můžeme tímto způsobem odstraňovat rohovkové jizvy vzniklé například po rozsáhlých ablacích pterygia.

Zárok spočívá v laserové ablacii povrchových vrstev rohovky po předchozím odstranění krycího epitelu. U pacientů s refrakční vadou je možné laserový zárok zkombinovat s fotorefraktivní zákrokem, tím se zároveň vykoriguje jejich refrakční vada.

Výzkumná část diplomové práce hodnotí nejlepší korigovanou zrakovou ostrost změřenou před fototerapeutickou keratektomií a 2 – 5 let po ní. Dále také porovnává hodnoty sférického ekvivalentu u myopických nebo hypermetropických pacientů naměřených před kombinovaným zákrokem fototerapeutické keratektomie s fotorefraktivní keratektomií a hodnoty změřené dva roky po zákroku.

2. ROHOVKA

Rohovka (Cornea) vytváří se sklérou pevný obal oka a zaujímá asi 1/6 povrchu bulbu. Je to transparentní optická tkáň, která zevně hraničí se vzduchem a směrem dovnitř zůstává ve styku s komorovou vodou. Rohovka je mechanickou a chemicky nepropustnou bariérou mezi zevním prostředím a nitrem oka. Na této funkci se dále podílí také spojivka, skléra a slzný film. Rohovka se vyvíjí ve druhém měsíci embryonálního vývoje a je z části ektodermálního a z části mezodermálního původu. [1] [2] [3]

2.1 Anatomie rohovky v číslech

Rohovka tvarem odpovídá horizontálně uložené elipse, vertikálně má průměr 11,5 mm a horizontálně 12,6 mm, což je způsobeno sklerálními vlákny, která zasahují nahoře a dole hlouběji do rohovky. Pokud je horizontální průměr menší než 10 mm, mluvíme o malé rohovce – microcornea, je-li větší než 13 mm, jedná se o velkou rohovku – megalocornea. Zakřivení přední plochy rohovky se udává 7,8 mm a pro přední plochu 7,0 mm. Rohovka se směrem k okraji oplošťuje, kdy vertikální meridián je o 0,5 D silněji zakřiven. Toto silnější zakřivení odpovídá tlaku horního víčka na bulbus, a tím vysvětlujeme fyziologický rohovkový astigmatismus. Tloušťka centrální rohovky je 560 μm , na periferii většinou naměříme 650 – 1000 μm . Jej optická mohutnost je 43 D, čímž se stává rohovka nejdůležitější složkou optického systému. Z celkové optické mohutnosti oka v akomodačním klidu zaujímá právě rohovka 3/4. [1] [2] [3]

2.2 Histologie rohovky

Histologicky se rohovka skládá z pěti vrstev (viz obr. 1):

2.2.1 Epitel

Jedná se o nerohovatějící mnohvrstevný dlaždicový epitel. Je uspořádán do 4 – 6 vrstev a zaujímá tak 10% tloušťky rohovky. Má dobrou regenerační schopnost, takže se drobné odřeniny povrchu rohovky rychle epitelizují. Rohovkový epitel se obnovuje průměrně každých 7 dní. Povrch tvoří mikroklky, které umožňují dobré přilnutí mucinu (vnitřní vrstvy slzného filmu) a neporušený povrch epitelu brání vniknutí infekce do rohovky. [2] [3]

2.2.2 Bowmanova membrána

Je to tenká (8 – 12 μm) bazální membrána, na kterou jsou připojeny bazální buňky epitelu pomocí fibril a hemidesmozonů. Směrem k epitelu je ostře ohraničena a na vnitřní ploše splývá s rohovkovým stromatem. Bowmanova membrána nemá schopnost regenerace, a pokud je porušena, tvoří rohovkovou jizvu. Její funkcí je oddělovat epitel od stromatu a podílet se na organizaci bazálních epitelových buněk. [2] [3]

2.2.3 Stroma

Stroma rohovky se skládá z vláken a jemné struktury pojivové tkáně. Hlavním stavebním prvkem jsou svazečky kolagenových vláken, které se dále skládají z velmi jemných fibril. Tato vlákna se překřičují ve všech směrech, v periférii jsou radiálně uspořádána a uprostřed rohovky vytvářejí hustou křížící se síť. Protože jsou fibrily stejně tlusté a jejich vzdálenost je nižší než vlnová délka světla, mohou paprsky skrz rohovku procházet neovlivněné.

Uspořádání vláken a obsah vody mezi vlákny vysvětluje průhlednost rohovky. Jestliže se zvýší obsah vody mezi vlákny nad 80%, dojde ke zkalení rohovky a k edému. Rohovka se může zkalit z nejrůznějších příčin. Jsou to mechanická, toxická, dystrofická nebo zánětlivá poškození.

Stroma tvoří 90% tloušťky rohovky a jeho regenerační schopnost je velmi malá. [1] [2]

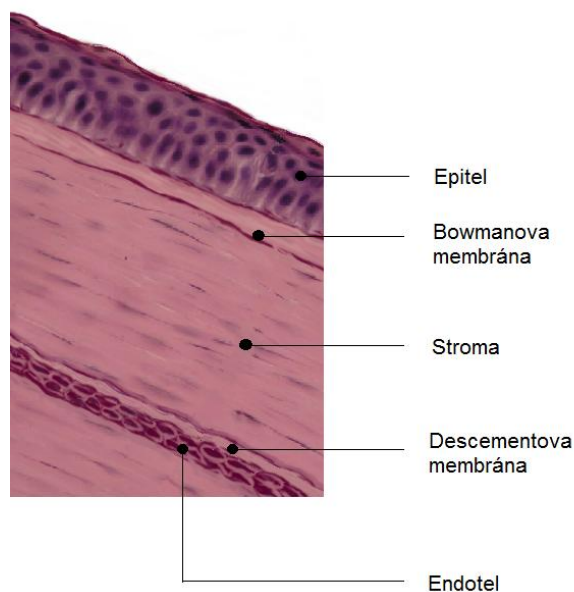
2.2.4 Descemetova membrána

Descemetova membrána má elastická vlákna, která jí dodávají určitou elasticitu a kolagenní fibrily, díky kterým je relativně pevná. Membrána je velmi odolná při infekcích a poraněních, s přibývajícím věkem dochází k jejímu ztluštění. Je produktem endotelových buněk, díky kterým má schopnost regenerace. [2]

2.2.5 Endotel

Endotel se skládá z jedné vrstvy hexagonálních buněk na vnitřní ploše rohovky. Normální počet buněk je při narození 4000 – 5000 buněk/ mm^2 a během života klesá jejich počet na polovinu. Buněk dále ubývá při lokálních nebo systémových onemocněních, po nitroočních operacích, či po transplantaci rohovky. Endotelové buňky nemají schopnost regenerace a vykazují jen malou mitotickou aktivitu. Obnova endotelu probíhá zvětšováním zbylých buněk. Funkce endotelu spočívá v udržování transparence rohovky a konstantní hydratace, při poklesu počtu buněk pod 500 buněk/ mm^2 dojde ke vzniku edému. [1] [2]

STAVBA ROHOVKY



Obr. 1: Stavba rohovky [22]

2.3 Nervové zásobení rohovky

Senzitivní inervaci rohovky zajišťuje první větev trojklaného nervu přes nervus ophthalmicus, nervus nasociliaris a nervi ciliares breves. Při vstupu do oblasti korneosklerálního limbu vstupuje i inervace sympatická přes ganglion cervicale superior. Při průchodu do oblasti limbu se konečná větev dělí na subepitelový a stromální plexus a nervy ztrácejí myelinovou pochvu.

Rohovka má ze všech tkání v těle největší počet senzitivních nervových zakončení na mm^2 , je tedy také nejcitlivější tkání v těle. Při přímém podráždění vyvoláme mrkací reflex, pokud dojde k poruše epitelu, dojde k obnažení senzitivních zakončení a vznikne intenzivní bolest, která je doprovázena reflexním slzením a blefarospazmem. [1]

2.4 Výživa rohovky

Rohovka je avaskulární tkáň a její výživa je zprostředkována třemi různými systémy:

- Difuzí z kapilár limbu.
- Difuzí a aktivním transportem z komorové vody, odkud se do rohovky dostává hlavně glukóza.

- Difuzí ze slzného filmu, kdy rohovka získává zejména kyslík potřebný pro získání energie z glukózy.

Produkty metabolismu jsou následně odváděny do komorové vody. [1]

2.5 Slzný film

Slzy jsou produkovány slznými žlázami a mrkáním jsou roztírány víčky po povrchu bulbu v tenké vrstvě (7 – 10 μm) nazývané slzný film.

2.5.1 Slzné ústrojí

Slzné ústrojí se skládá ze slzotvorných částí a slzovodného ústrojí. Mezi slzotvorné části řadíme slznou žlázu (glandula lacrimalis) a přídatné slzné žlásky (glandulae accessoriae), které se také nazývají Wolfringovy a Krauseho žlásky. K sekreční části se také řadí hlenové buňky, které produkují mucin umožňující svlažování hydrofobního epitelu rohovky a spojivky a Meibomské žlázy, které produkují olejovitý sekret snižující odpařování slz. Slzovodné ústrojí má za úkol odvádět slzy do nosu. Skládá se ze slzných kanálků, slzného váčku a nosního slzovodu. [2] [3]

2.5.2 Funkce slzného filmu

Slzný film tvoří opticky hladké rozhraní na rohovce a vyrovnává její drobné nerovnosti. Další funkcí slzného filmu je ochrana rohovky – odvádí z povrchu oka cizí tělíčka, odumřelé epiteliální buňky a odpadní látky. V slzách se nachází lysozym, který má baktericidní účinky a mukózní složka se podílí na obalení bakterií, a tím se snáze dostávají z povrchu oka pryč. Lubrikační funkce zajišťuje netraumatický pohyb víček při mrkání a udržuje neustále vlhké prostředí důležité pro fyziologický stav epitelu. Slzy hrají důležitou úlohu při látkové výměně rohovky, kdy je epitel zásobován kyslíkem rozpuštěným v slzném filmu. [3]

2.5.3 Složení slz

Slzný film se skládá ze tří vrstev, které v sebe plynule přecházejí: olejová, vodní a mucinová vrstva.

Olejová (zevní lipidová) vrstva je silná 0,5 μm a je tvořena sekrecí meibomských žlázek. Tato vrstva zabraňuje přetékání slz přes okraj víček a chrání slzný film před vypařováním.

Vodní (střední) vrstva má tloušťku kolem 6 μm . Tvoří se v akcesorních slzných žlázách uložených ve spojivce. Tato sekrece se nazývá bazální. Při reflexním slzení se účastní

palpebrální i orbitální část slzné žlázy. Střední vrstva obsahuje bílkoviny, enzymy a protilátky a zajišťuje zvlhčování slz.

Mucinová (vnitřní mukózní) vrstva je silná 0,2 μm a je produkována pohárkovými buňkami uloženými ve spojivce. Nachází se přímo na povrchu rohovky, snižuje povrchové napětí a umožňuje přilnutí vodné složky slzného filmu na hydrofobní povrch epitelu. [1] [3]

Průměrná hodnota pH je mezi 7,14 až 7,82. Slzy jsou tvořeny z 99% vodou a zbylé 1% tvoří tuky, hlen, proteiny, krystaloidy a nekrotické epitelie. Z enzymů se v slzách nachází zejména lysozym a betalyzin. [2] [3]

2.5.4 Poruchy slzného filmu

Porucha svlažování povrchu oka slzami se nazývá syndrom suchého oka. Vzniká, pokud je snížen objem slz nebo pokud je porušen poměr jednotlivých složek slzného filmu. Jedná se o spojení očních projevů, která vedou k suchosti oka – pocit cizího tělíska v oku, fotofobie, pálení, řezání, zarudnutí očí, blefarospasmus nebo obtížné zaostřování s nutností častého mrkání. Obtížemi trpí nejčastěji lidé, kteří často pracují na počítači, pobývají v klimatizovaných prostorech a ženy po menopauze. Příčinou mohou být také celková onemocnění.

Objektivně lze nalézt nízký slzný meniskus při okraji dolního víčka a krátký break-up time test, který by měl být fyziologicky delší než 10 sekund. Mezi další nálezy patří tečkovitě se barvicí rohovka nebo spojivka fluoresceinem nejčastěji v dolní části oční štěrbin.

Léčba spočívá v podávání umělých slz kapáním do spojivkového vaku. Další možností léčby je okluze slzných bodů kolagenovými uzávěry (dočasné) nebo silikonovými zátkami (reverzibilní), v některých případech je indikován trvalý uzávěr slzných bodů. [3] [4]

3. VYŠETŘOVACÍ METODY ROHOVKY

3.1 Základní vyšetřovací metody

Mezi základní vyšetření patří anamnéza, aspekce, vyšetření zrakové ostrosti a vyšetření na štěrbinové lampě.

3.1.1 Anamnéza

Anamnéza se dělí na rodinnou a osobní.

Při rodinné anamnéze zjišťujeme celková a systémová onemocnění v blízkém rodinném okruhu – cukrovka, hypertenze, dědičná onemocnění. Z očních nemocí se ptáme například na glaukom nebo kataraktu.

Z osobní anamnézy se zaměřujeme v první řadě na celkové onemocnění, dlouhodobé užívání léků, úrazy, alergie. Dále zjišťujeme oční anamnézu – operace, úrazy, záněty, současnou korekci.

Při anamnéze současného onemocnění se ptáme na nynější obtíže – sezónní, opakující se, jednostranné, oboustranné apod. [1] [5]

3.1.2 Aspekce

Může se provádět současně při zjišťování anamnézy. Hledáme změny v okolí oka a víček. Transparence rohovky se dá zjistit odrazovou metodou, kdy je například zrcadlíci se oko na rohovce souměrné. [1] [5]

3.1.3 Vizus a refrakce

Vizus je běžně udáván jako poměr vzdálenosti, ze které je znak optotypu právě ještě rozeznán ku vzdálenosti, ze které by při hodnotě vizu 1 musel být ještě rozeznán. Zapisuje se zlomkem nebo desetinným číslem. Vyšetřuje se na optotypech. Optotypy jsou soubory znaků, které jsou seřazeny do tabulek od největšího znaku po nejmenší, a díky nim je možné objektivně posoudit momentální zrakový výkon. [6]

Vyšetřuje se vizus nekorigovaný, jehož hodnoty mohou nabývat od 6/6 až k horším hodnotám než je 6/60 a vizus korigovaný s optimální korekcí. Podle hodnoty korigovaného vizu lze předběžně určit možný pooperační výsledek. S jistou nadsázkou můžeme mluvit o úspěšném refrakčním chirurgickém zákroku, pokud souhlasí hodnota nejlepšího korigovaného vizu před operací s hodnotou nekorigovaného vizu po operaci. [1]

Zjištění refrakce, a tím i korekce je velmi důležité. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, rohovka se ze 2/3 podílí na celkové refrakci oka. Pokud se použije nesprávná hodnota refrakce, můžeme se dostat k podkorigování nebo překorigování samotného refrakčního zákroku. Porovnáním optimální brýlové korekce a refrakce získá lékař představu o optimální chirurgické korekci vady. [1]

3.1.4 Vyšetření na štěrbinové lampě

V případě vyšetřování oka pomocí štěrbinové lampy hovoříme o biomikroskopii. Štěrbínová lampa je sestavena tak, aby při volbě vhodného osvětlení, zvětšení a případných doplňujících prvků bylo možné vyšetřit většinu očních tkání. Velikost zobrazeného vyšetřovaného pole má velký rozsah dosahovaný velkým rozsahem zvětšení mikroskopu: 8 – 40krát. [5]

Vyšetřujeme nejprve při malém zvětšení, při směřování paprsku lampy 45° a při normální šíři zornice, později i v mydriáze. Při vyšetření hodnotíme stav víček, slzného filmu, přítomnost neovaskularizací při limbu. Posuzujeme, zda je rohovka hladká, lesklá, transparentní. U plánovaných očních operací se zaměřujeme na oblast komorového úhlu, kořene duhovky a obecný stav duhovky a zornice. Šíře zornice je důležitá například pro předvídaní možných komplikací při nočním vidění a často je kritériem výběru vhodné techniky. Věnujeme pozornost také víčkům a řasám, kdy je třeba přeléčit jakékoli projevy blefaritidy, která by se mohla stát zdrojem infekce v průběhu operace nebo v období po ní. Při pozorování ve štěrbinovém světle pozorujeme jednotlivé rohovkové struktury a hledáme na nich patologické změny, které by odpovídaly patologickým degenerativním procesům. [1] [7]

3.2 Speciální vyšetřovací metody

3.2.1 Rohovková pachymetrie

Jedná se o měření tloušťky rohovky, které je důležité pro správnou interpretaci měření výše nitroočního tlaku a pro možnost provádění rohovkové refrakční chirurgie. Měření tloušťky rohovky je možné provádět dvěma způsoby:

Kontaktní pachymetrie, která využívá k měření ultrazvuk. Na znecitlivěnou rohovku se přiloží hrot ultrazvukové sondy, přístroj poté zjišťuje dobu, která uplyne mezi příjmem odražené ultrazvukové vlny od přední plochy rohovky a vlny, která se odrazí od zadní plochy. Nevýhodou tohoto měření je přímý kontakt povrchu rohovky a sondy, což může mít za následek vznik infekce. [1] [11]

Bezkontaktní měření se provádí pomocí štěrbinové lampy nebo při optické koherentní tomografii (OCT). Při měření tloušťky pomocí štěrbinové lampy se měří tloušťka optického řezu rohovky. Při OCT se využívá interference, což nám poskytuje průřezový obraz rohovky a zobrazení topografických a příčných struktur tkání s velkým rozlišením. [11]

Pachymetrické vyšetření je základem pro všechny incizní a laserové zákroky na rohovce. Běžná tloušťka rohovky je v centru kolem 550 μm a směrem do periferie vzrůstá. Tloušťka epitelu se po aplikaci anestetika nebo dezinfekčního prostředku může zvýšit z hodnoty 50 – 60 μm na hodnoty kolem 70 – 80 μm , proto se měření provádí v rámci kontroly peroperačně i pooperačně, kdy se tyto hodnoty musí zohlednit v kalkulaci operačního zákroku. [1]

3.2.2 Esteziometrie

Jedná se o zjištění míry citlivosti rohovky. Některé choroby rohovky se projevují sníženou citlivostí, jsou to například rohovkové dystrofie nebo recidivující eroze. Orientačně se snížená citlivost zjistí pomocí smotku vaty, pro přesnější hodnoty používáme Freyova vlákna nebo automatický Draegerův esteziometr. [1] [16]

3.3 Zobrazovací metody předního segmentu oka

Mezi zobrazovací metody předního segmentu oka řadíme fotografii předního segmentu, rohovkovou endotelovou biomikroskopii, konfokální biomikroskopii, rohovkovou topografii a aberometrii.

3.3.1 Fotografie předního segmentu

Tato metoda zobrazení předního segmentu nám umožňuje sledování změny pigmentace nebo jiných patologických lézí na spojivce, limbu, rohovce, duhovce, případně čočce. Precizní fotografie nám také umožňuje sledovat vývojové choroby, jako jsou například névus, melanóza, epibulbární tumor, pterygium nebo dystrofie. Zároveň můžeme díky fotografii včas indikovat případný chirurgický zákrok. [1]

K fotodokumentaci lze použít řadu technik, například barevný snímek, snímek v bezčerveném světle, snímek v infračerveném spektru, fluorescenční angiografie a angiografie s indacyaninovou zelení. [12]

3.3.2 Rohovková endotelová mikroskopie

K charakteristickým změnám endotelu rohovky dochází se zvyšujícím se věkem, nošením kontaktních čoček a také při operaci katarakty. K vyšetření endotelové vrstvy lze využít

nepřímého osvětlení štěrbinové lampy, detailní vyšetření provádíme endotelovým spekulárním mikroskopem. Toto vyšetření nám umožňuje získat informace o velikosti, tvaru a hustotě buněk endotelu. Také můžeme určit stav endotelu při různých onemocněních rohovky, po mikrochirurgických nitroočních intervencích a sledování endotelu u transplantovaných rohovek. Stav endoteliální vrstvy je jedním z určujících faktorů, které ovlivňují volbu optimálního chirurgického zákroku. [1] [12]

3.3.3 Ultrazvuková biomikroskopie

Tato zobrazovací metoda využívá vysokofrekvenční ultrazvuk (až 50 MHz). Pomocí ultrazvukové biomikroskopie dokážeme zobrazit přední segment oka včetně řasnatého tělíska. Umožňuje zobrazit umístění nitrooční čočky a měřit rozměry přední komory. [1]

3.3.4 Konfokální mikroskopie

Konfokální mikroskopie je zobrazovací metoda, která využívá polarizace světla. Mikroskop má speciální osvětlovací soustavu, díky které je možné dosáhnout co nejmenší hloubky ostrosti. Při snímání předmětu se vždy jen jedna rovina zobrazuje ostře a ostatní roviny se jeví rozostřeně. Z jednotlivých rovin je pak rekonstruován 3D obraz objektu. Touto metodou jsme schopni precizně zobrazit jednotlivé vrstvy rohovky, rohovkové nervy, patologické vaskularizace, případně patogeny. Lékařský výzkum těží ze skutečnosti, že konfokální mikroskopie je neinvazivní metoda, která slouží ke studiu prostorových buněk a tkání. [1] [12]

3.3.5 Rohovková topografie

Topografie rohovky je neinvazivní zobrazovací metoda předního segmentu oka. Jedná se o mapování povrchu rohovky za účelem podrobného popisu tvaru a lomivé síly rohovky v celém jejím průměru. Pomocí této metody jsme schopni detekovat i počáteční stádia keratokonu a vytvořit si ucelenou představu o charakteru rohovkového astigmatismu. Dále dokážeme odhalit příliš strmé nebo naopak příliš ploché rohovky a také jsme schopni z výsledků topografického vyšetření sledovat průběh hojení rohovky po operačním zákroku a vývoj pooperačního astigmatismu. V neposlední řadě lze topografii využít pro potřeby ortokeratologie a u vyhodnocení aplikace kontaktních čoček.

Rohovková topografie již dnes neodmyslitelně patří k refrakční chirurgii. Metoda poskytuje informace pro předoperační screening, plánované operace, vyhodnocení výsledků operace a možných komplikací. Metoda také umožňuje zákroky dále zpřesňovat a vylepšovat.

Přístroje zpracovávající rohovkovou topografii se podle principu mohou dělit na topografy založené na Placidově kotouči, rasterografii, systému slit-imaging, Scheimpflugově kameře nebo na principu interference. [1] [12] [13]

- Topografy s Placidovým diskem využívají soubor 12 – 24 soustředných kružnic, ve středu s pozorovacím otvorem. Placidův disk se promítá na rohovku, kde dochází k odrazu části světelného svazku od rohovky. Odražené paprsky jsou snímány kamerou a tvar rohovky je rekonstruován z polohy a deformace zrcadlicích se kružnic Placidova disku. Na základě počítačové analýzy je vytvořen 2D nebo 3D obraz povrchu rohovky. Topografy pracující na tomto principu jsou přesné a vykazují dobrou opakovatelnost pro měření přední plochy rohovky. [13] [14]
- Přístroje založené na rasterografii pracují na principu rozptylu světla na rozhraní vzduchu a slzného filmu. Slzy se obarví fluoresceinem a poté se na rohovku promítá pravidelná struktura mřížky. Tvar rohovky se vypočítá ze zachycené dvourozměrné struktury. K analýze se využívá křížení jednotlivých úseček mřížky, které určují průběh rohovky v určitém bodě. Nevýhodou této metody je potřeba barvení slzného filmu. Další nevýhodou je omezení počtu měřených bodů, kde jiné přístroje dosahují mnohem vyšších hodnot.
- Systém slit-imaging využívá monochromatického světla, které prochází přes štěrbinu k oku. Obraz rohovky získáme odrazem světelného svazku na rozhraní přední a zadní plochy rohovky a dalších částí. Přístroj se skládá ze dvou štěrbin, které jsou orientovány pod úhlem 45° od osy registračního přístroje. Měření zachycuje několik tisíc datových bodů z přední a zadní plochy rohovky, model je poté vypočítán pomocí matematických algoritmů a počítače z jednotlivých obrazů. [13] [14]
- Scheimpflugova kamera je odlišná od ostatních kamer. Roviny předmětu, optické čočky a obrazu nejsou paralelní, ale promítají se v jedné průsečnici. Tímto způsobem je dosaženo velké hloubky ostrosti, které umožňuje zobrazení celého předního segmentu oka během jednoho měření.
- Laserová interferometrie využívá schopnosti dvou koherentních, monochromatických vln skládat se. Podle toho, v jaké fázi se vlny setkají, nastává maximum nebo minimum. Při interferometrii se paprsek ze zdroje dělí na dva a srovnáním těchto dvou paprsků se hodnotí stav deformace zkoumané plochy s velmi vysokou přesností. Z interferenčního obrazce se následně rekonstruuje měřená plocha. [13]

Na těchto principech pracují následující konkrétní přístroje:

- Orbscan pracuje na principu skenování rohovky světelnou štěrbinou. Slouží k podrobné analýze přední a zadní plochy rohovky, k měření hloubky přední komory oka a šíře zornice. Měřením získáváme prostorovou 3D simulaci předního segmentu oka a další potřebné parametry k přesnému vyhodnocení předoperačních i pooperačních nálezů. Vyšetření je bezkontaktní a zcela bezbolestné.
- Pentacam pracuje na principu Scheimpflugovy kamery a nabízí různé programy, které jsou využívány hlavně v předoperačním i pooperačním vyšetření při laserových refrakčních zákrocích. Mezi tyto analytické programy patří například keratometrická deviace, vyhodnocení keratokonu nebo Zernickeho analýza. Využívá se zejména k přesné diagnostice rohovkového astigmatismu a k diagnostice ektatických onemocnění rohovky. Měření je rychlé a bezkontaktní.
- Analyzátor Galilei slouží pro velice přesnou trojrozměrnou analýzu předního segmentu oka a topografii rohovky. Přístroj pracuje na základě dvou technologií – Scheimpflugovy kamery a Placidově disku. Placidovo zobrazení poskytuje přesné měření zakřivení a Scheimpflugovo zobrazení umožňuje optimální získání dat. Tento přístroj zkvalitňuje vyšetření zadní plochy rohovky a poskytuje vysokou přesnost v pachymetrii v celé tloušťce rohovky. Měřením získáváme údaje o celém předním segmentu oka. [16]
- OCT předního segmentu oka je neinvazivní metoda založená na základech odrazu a interference. Při použití infračerveného paprsku je možné vyšetření optických médií s nižším stupněm průhlednosti. Výhodou metody je ostrost zobrazení v celém řezu předního segmentu s vysokou rozlišovací schopností.

3.3.6 Aberometrie

Tato zobrazovací metoda se také nazývá wavefront analýza a slouží k objektivizaci aberací nižších a vyšších řádů (III., IV. - VIII. řádu) optického systému oka metodou vlnoplochy. [1]

Aberace je optická vada, která vzniká nestejným lomem světelných paprsků různé vlnové délky. Aberace se dělí na aberace chromatické, sférické a vlnové, dále potom na aberace vyšších a nižších řádů. Aberace nižších řádů jsme schopni korigovat brýlemi nebo kontaktními čočkami a patří mezi ně myopie, hypermetropie a astigmatismus. Aberace vyšších řádů nejsou korigovatelné brýlemi, kontaktními čočkami ani tradiční laserovou chirurgií. Do této skupiny patří koma, sférická aberace, sekundární astigmatismus, trefoil a kvadrofoil. Aberace vyšších řádů mohou být zdrojem významných kvalitativních zrakových

problémů (horší vidění za tmy, za šera, dvojitě vidění, duchy apod.) aberace vyšších řádů lze diagnostikovat a léčebně upravit metodou Custom Cornea wavefront LASIK, EpiLASIK, PRK a LASEK. [3]

Jsme schopni změřit a popsat optický stav oka v několika stovkách samostatných bodů pomocí aberometrů. Aberometry také umožňují konstruovat digitální vlnoplochu, která matematicky komplexně definuje lomivý aparát vyšetřovaného oka. Tyto informace je možné přenést do očního laseru, kde slouží jako výchozí informace pro odstranění pacientovy dioptrické vady. [3]

Technologie wavefront je založena na složitých matematických analýzách, které se nejdříve využívaly jen v astronomii. V oční laserové chirurgii pomáhají vytvořit přesnou matici pro práci očního laseru, který následně dokonale opracuje rohovku a zbaví oko současně i aberací vyšších řádů. Výsledkem je zlepšená kvalita obrazu za tmy a při rozšířené zornici, kdy je rušivý vliv aberací nejvýznamnější. [3]

4. ONEMOCNĚNÍ ROHOVKY

Na správné funkci rohovky se podílí pravidelné uspořádání lamel, normální obsah vody v rohovce, správná funkce slzotvorného ústrojí a nepřítomnost patologických elementů v rohovkové tkáni. Refrakci oka také ovlivňuje velikost a tvar rohovky. [8]

4.1 Klinické známky rohovkového postižení

4.1.1 Rohovkové jizvy

Drobný zákal, který nesnižuje zrakovou ostrost, nazýváme nubecula. Pokud na rohovce nalezneme sytější zákal, jenž zasahuje do hlubších vrstev stromatu rohovky, jedná se o maculu. Leucom se diagnostikuje při neprůhlednosti rohovky, který výrazně ovlivňuje zrakovou ostrost. Pannus corneae vzniká vrůstáním povrchních spojivkových cév a jemné granulační tkáň mezi epitelem rohovky a Bowmanovou membránou. Infiltratio corneae je zkalení rohovky bez ostrých okrajů a svědčí pro aktivní zánět rohovky. [1] [3]

4.1.2 Patologická vaskularizace

Zdravá rohovka je bezcévná tkáň, vrůstání cév do rohovky je tedy patologický jev. Vaskularizace může být povrchová nebo hluboká.

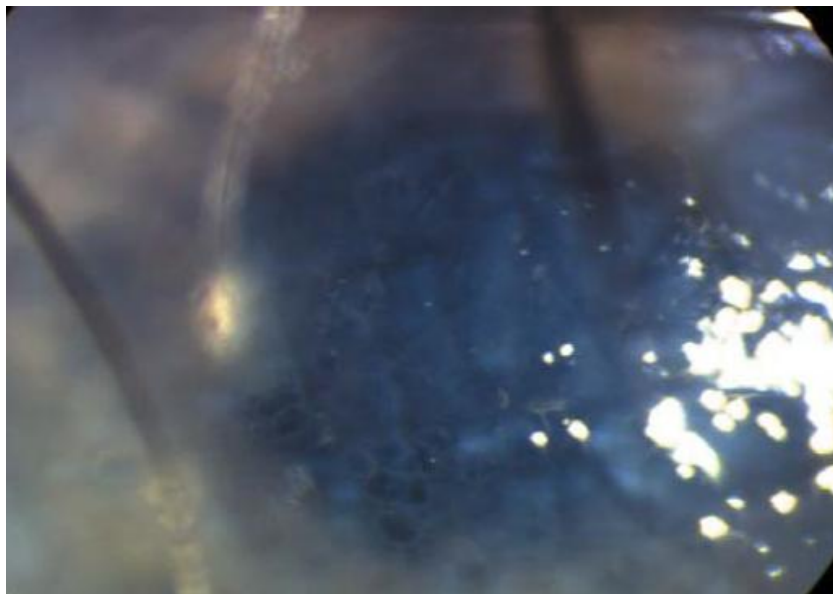
U povrchové je viditelný přechod cév z kapilární sítě limbu a v rohovce se stromečkovitě větví. Nejčastější příčinou bývá dlouhodobé nošení kontaktních čoček.

U hluboké vaskularizace pocházejí novotvořené cévy z předních ciliárních arterií, které bývají přítomny u chronických rohovkových infekcí. Cévy se vynořují metlicovitě a na limbu se nevětví. [1] [3]

4.1.3 Edém rohovky (oedema corneae)

Při edému ztrácí rohovka svůj lesk a průhlednost a její povrch je většinou jemně nerovný (viz obr. 2). Lamely stromatu rohovky jsou zbobtnalé a nacházejí se ve větší vzdálenosti od sebe v důsledku nahromaděné tekutiny v interlamelárních štěrbinách. Na rohovce dochází k rozptylu světla, oslňování a poklesu vizu. Mezi subjektivní příznaky se řadí pocit cizího tělíska v oku a bolest, která se zhoršuje při mrkání. Příčin vzniku edému rohovky je celá řada: vysoký nitrooční tlak nad 40 mm Hg u akutního glaukomového záchvatu, může být známkou endotelové nedostatečnosti při nízkém počtu endotelových buněk (po fakoemulzifikaci),

u endotelových dystrofií, při uveitidách nebo při hypoxii rohovky u nositelů kontaktních čoček. Léčba spočívá v terapii onemocnění, které edém rohovky vyvolalo. [1] [3]



Obr. 2: Edém rohovky u bulózní keratopatie [1]

4.1.4 Keratitidy

Keratitida je zánět rohovky. Rohovka je zkalená a okolí může být zarudlé, projevuje se bolestí, slzením a světloplachostí.

Keratitis filiformis – na rohovce jsou zachycena mukózní filamenta, která se barví bengálskou červení. V místě zachycení jsou zjevné subepitelové rohovkové opacity. Mezi příčiny vzniku se řadí keratoconjunctivis sicca, horní limbální keratokonjunktivitida nebo herpes zoster.

Keratitis superficialis punctata – projevuje se jako tečkovitá epiteliální eroze barvící se fluoresceinem. Postihuje povrchové lamely rohovkového stromatu. Je častou komplikací u nositelů kontaktních čoček.

Keratitis dendritica – narušení epitelu rohovky, které vypadá jako větvička. Nejčastěji vzniká po infekci herpes simplex (viz obr. 3).

Keratitis disciformis – charakteristický je diskovitý tvar hluboce uložené stromální infiltrace a edému. Příčinou je infekce virem varicella zoster.

Keratitis interstitialis – dochází k hluboké keratitidě s postižením stromatu rohovky. Typické postižení u TBC, boreliózy a brucelózy.

Keratitis ulcerosa periferia – postižení rohovky na periferii, je způsobeno ischemickou nekrózou při limbální vaskulitidě.

Keratitis striata – nakrčení descemetové membrány, které se nejčastěji vyskytuje po nitroočních operacích nebo při hlubokém zánětu rohovky.

Ulcus corneae – rohovkový vřed. Je charakteristický poruchou epitelu a zkalením stromatu rohovky. Pokud dojde k protažení rohovky až na Descemetovu membránu, může dojít k jejímu vyklenutí – descemetokéle, případně až k perforaci rohovky.

Hematocornea – jedná se o nález erytrocytů na endotelu rohovky v celé její ploše. Vzniká při úrazech oka a nitroočních operacích. [1] [3]



Obr. 3: Keratitis dendritica (virus herpes simplex) [1]

4.2 Vrozené vady rohovky

K vrozeným vadám počítáme anomálie přítomné už při narození. Vylučují se tedy onemocnění, která se projevila až v průběhu života, i když vznikla na genetickém podkladě. Kongeniální vady mohou být geneticky vázané, ale vznikají i spontánní mutací genů. Vady se zpravidla nevyskytují samostatně, ale současně se vyskytují i jiné anomálie oka. Většina anomálií, které postihují rohovku i celý bulbus, vznikají mezi 4. a 6. týdnem těhotenství. Vady postihující rohovku a přední komoru vznikají mezi 6. týdnem a 4. měsícem gestačního vývoje. [1] [8]

4.2.1 Anomálie velikosti rohovky

Mezi tyto anomálie patří mikrokornea a megelokornea.

Mikrokornea je rohovka menšího průměru než 9 mm. Může se vyskytovat jednostranně i oboustranně. Jestliže se vyskytuje samostatně, nebývá poškozena zraková ostrost. Častěji se současně zjišťuje malý bulbus, kolobomy uvey a optiku, zákaly a ektopie čočky, zákaly a oploštění rohovky. [1] [8]

Megalocornea je stav, kdy je rohovka v průměru větší než 13 mm. Často se objevuje oboustranně, transparence rohovky je zachována, ale může dojít i k ruptuře descemetové membrány, a v tom případě vznikají lokální zákaly rohovky. Projevem megalokorney bývá myopie a astigmatismus, katarakta a defekty zonulárního aparátu čočky, spojené s její dislokací. [1]

4.2.2 Anomálie rohovkového zakřivení

K těmto vadám se řadí cornea ovalia, keratoconus posteriori, keratoglobus, cornea plana a vrozená korneální ektázie.

Keratoconus posterior je vzácné vývojové onemocnění a nemá vztah k přednímu keratokonu. Onemocnění obvykle neovlivňuje zrakovou ostrost, ale může být příčinou myopického astigmatismu.

Keratoglobus je stav, kdy je celá rohovka ztenčená a má kulovité zakřivení, díky čemuž má rohovka optickou mohutnost 60 – 70 D. Může se vyskytovat samostatně nebo jako součást systémových onemocnění.

Cornea plana (sclerocornea) je anomálie, kdy má rohovka optickou mohutnost jen 20 – 30 D. V periférii je často zakalená až neprůhledná. Současně se mohou vyskytovat další oční poruchy: aniridie, vrozené přední synechie, retinální aplazie, retinální a uveální kolobom. Zároveň může být součástí systémových chorob. [1]

4.2.3 Anomálie transparence rohovky

Tyto vrozené vady rohovky se dělí podle příčin vzniku do několika skupin: vývojové kongenitální rohovkové zákaly, dystrofické kongenitální zákaly, kongenitální zákaly při poruše metabolismu, kongenitální zákaly u hereditárních syndromů, kongenitální zákaly způsobené infekcemi, kongenitální zákaly způsobené glaukomem, kongenitální zákaly způsobené traumatem, kongenitální nádory rohovky. [1]

4.3 Dystrofie a ektázie

Rohovkové dystrofie jsou celkem vzácná onemocnění, vykazují různý typ dědičnosti, často jsou oboustranné, progredují a zhoršují zrak. Obvykle se brzy manifestují, zejména v první a druhé dekádě života. Jsou to primární onemocnění bez známek zánětu a bez vazby na systémové choroby. [9]

4.3.1 Epitelové rohovkové dystrofie

Mezi epitelové dystrofie řadíme Meesmannovu dystrofii, dystrofii epitelové bazální membrány a recidivující eroze.

Meesmannova dystrofie (juvenilní hereditární epitelová dystrofie) se objevuje v prvním roce života jako vznik epitelových mikrocyst, jejichž počet s přibývajícím věkem narůstá. Prasklé cysty se barví fluoresceinem. Onemocnění může být provázeno bolestí, světloplachostí nebo zhoršením zrakové ostrosti. Léčba spočívá v laserové fototerapeutické keratektomii excimerovým laserem. Je však častá recidiva onemocnění. [1] [4]

Dystrofie bazální membrány epitelu (otisková, Coaganova mikrocystická) je nejčastější přední rohovkovou dystrofií. Vyskytuje se na obou očích, nejčastěji v centrální zóně rohovky. Histopatologicky se jedná o rozšířená místa bazální membrány obklopená epitelem rohovky. Dochází k rozdělení epitelu na přední a zadní lamely, mezi nimiž se tvoří pseudocysty. Epitelu chybí hemidesmozomy, které umožňují adhezi epitelu k bazální membráně. Pozorujeme difuzní šedavá ložiska (mapy), velké nebo naopak malé cysty (tečky) nebo jemné line (otisky prstů) v epitelu rohovky. Spontánně mohou vzniknout rohovkové eroze provázené bolestí a světloplachostí, zejména při otevření očí ráno po probuzení. Dystrofie může být také příčinou snížené zrakové ostrosti. V období akutních erozí probíhá terapie formou lubrikačních gelů, případně aplikací terapeutické kontaktní čočky. V případě neúspěchu přichází na řadu laserová fototerapeutická keratektomie excimerovým laserem. [1] [4]

Recidivující dědičně vázaná eroze je primárně oboustranná dědičná dystrofie. K projevu onemocnění dochází v první dekádě života. Jedná se o defektní nebo chybějící hemidesmozomy. Zjišťujeme lokalizované nerovnosti rohovkového epitelu nebo eroze rohovky. Onemocnění je provázeno akutní bolestí oka, světloplachostí, slzením až vznikem blefarospasmu. V diferenciální diagnostice je nutné rozlišit posttraumatickou erozi lokalizovanou v místě primárního traumatu a sekundární erozi spojenou s ostatními epitelovými a stromálními erozemi. Léčba spočívá v dlouhodobém podávání očních gelů

a mastí, případně aplikaci terapeutické kontaktní čočky. Při neúspěchu se provádí laserová fototerapeutická keratektomie. [1] [4]

4.3.2 Dystrofie Bowmanovy membrány

Mezi tyto dystrofie řadíme Raisovu-Bücklersovu dystrofii, Graysonovu-Wilbrandtovu dystrofii, Thielovu-Behnkeho dystrofii a přední mozaikovou dystrofii.

Reisova-Bücklersova dystrofie se vyskytuje oboustranně a zasahuje do centrální části rohovky. Projevuje se již v prvních deseti letech života, do třiceti let se stabilizuje. Vznikají subepitelové šedé síťovitě uspořádané zákalky lokalizované nejčastěji v centru rohovky. Stroma a endotel bývají bez postižení. V pozdním stádiu je Bowmanova membrána nahrazena kolagenem a mikrofibrilami. U postiženého dochází k fotofobii a dráždění bulbu se vznikajícími erozemi rohovky. Snížená zraková ostrost je následkem šedobílých zákalků. Ke zlepšení zrakové ostrosti bývá indikována transplantace rohovky, ale dystrofie se často objevují i na transplantátu. V období vzniku erozí je doporučenou léčbou zvlhčování rohovky a v iniciálních fázích také fototerapeutická keratektomie. [1] [4]

Jako Reisova-Bücklersova dystrofie se klinicky projevují také **Thielova-Behnkeho dystrofie** a **přední membránová dystrofie (Graysonova-Wilbrandtova)**.

Přední mozaiková dystrofie na rozdíl od ostatních dystrofií Bowmanovy membrány neovlivňuje zrakovou ostrost, je specifická šedobílými polygonálními opacifikacemi. [1]

4.3.3 Stromální rohovkové dystrofie

Mezi tyto dystrofie patří granulární dystrofie (Groenow typ I), makulární dystrofie (Groenow typ II), mřížková dystrofie, centrální krystalová dystrofie (Schnyderova), želatinózní kapkovitá dystrofie, polymorfní stromální dystrofie a zadní amorfni rohovková dystrofie.

Charakteristickým znakem **granulární dystrofie rohovky (Groenow I)** jsou bílá, převážně centrálně lokalizovaná, vločkovitá, ostře ohraničená ložiska v předním stromatu. Mezi ložisky se nachází intervaly čiré rohovky a periferie není postižena. Onemocnění je často bez symptomů, někdy může být provázena lehkou iritací. Zraková ostrost bývá minimálně postižena a recidivující eroze se u této dystrofie prakticky nevyskytuje. Léčba často není nutná, jen při pokročilé formě, která ovlivňuje zrakovou ostrost, se doporučuje lamelární keratoplastika nebo perforující keratoplastika. Jsou ale časté recidivy i na transplantátu. [1] [4] [8]

Makulární dystrofie (Groenow II) postihuje stroma rohovky obou očí. Projevuje se již v první dekádě života a rychle postupuje. Objevují se šedobělavé stromální zákaly, jsou nepřesně ohraničené, z centrální oblasti se rozšiřují až k limbu a do hloubky stromatu rohovky. Stromální tkáň je zakalená i mezi jednotlivými opacitami, takže kolem třicátého roku života je zraková ostrost snížena na praktickou slepotu. Onemocnění je provázeno syndromem recidivující eroze, fotofobií a bolestí. Rohovka se v průběhu progresu onemocnění ztenčuje z důvodu úbytku extracelulární matrix a kromě stromatu dochází i k poškození descemetové membrány. Mezi 20. a 30. rokem věku je indikována perforující keratoplastika. [1] [4] [8]

Mřížková dystrofie je onemocnění, u kterého se rozlišují tři klinicky odlišné typy. Jedná se o ukládání depozit amyloidu do stromatu rohovky, často dochází k poruchám hemidesmozomů a ruptuře Bowmanovy membrány. Projevuje se lomivými větvičkami se liniemi, bílými subepitelovými tečkami, jizvením stromatu v centru rohovky a je provázena syndromem recidivující eroze. Onemocnění má tendenci recidivovat po fototerapeutické keratektomii i po transplantaci rohovky. [1] [4]

Centrální krystalová dystrofie Schnyderova je vzácné oboustranně symetrické onemocnění. Histologicky jde o ukládání depozit cholesterolu a neutrálních tuků, které způsobují destrukci Bowmanovy membrány. Klinicky vidíme centrální uspořádání krystalů ve stromatu rohovky, pravidelné zákaly s ostrými okraji, později se vyvíjí centrální zamlžení v celé tloušťce rohovky, dochází ke ztrátě vize a snížení citlivosti rohovky. Tato dystrofie je provázena systémovou chorobou – hyperlipidémií a hypercholesterolémií. Léčí se odstraněním povrchových opacit pomocí fototerapeutické keratektomie excimerovým laserem, u pokročilých stavů se přistupuje k lamelární nebo perforující keratoplastice. [1] [4]

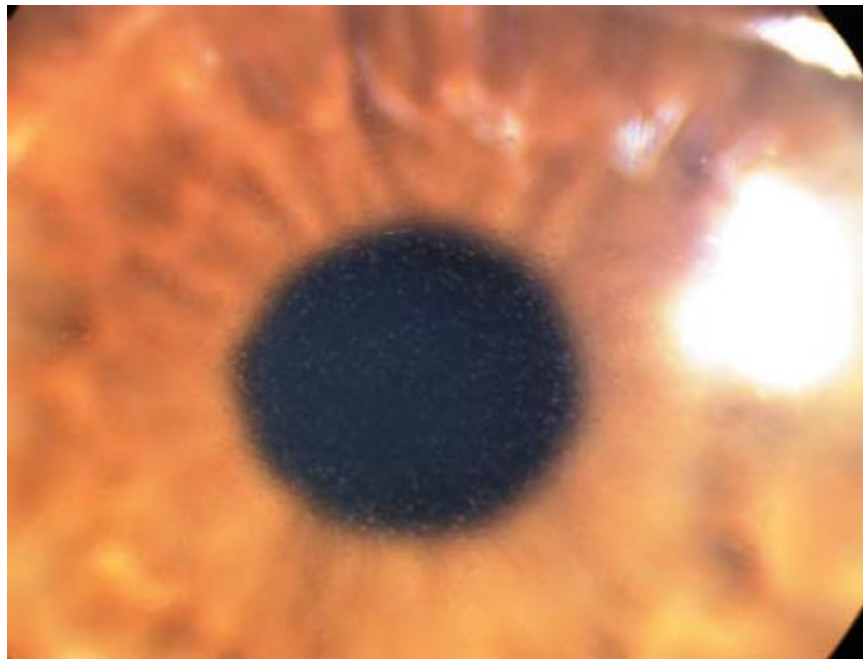
Primární želatínózní dystrofie je onemocnění, kdy většinou chybí Bowmanova membrána a v její oblasti se vyskytují uloženiny amyloidu. Projevuje se v první dekádě života a zpočátku se podobá zonulární keratopatii. Je provázena fotofobií, slzením a sníženou zrakovou ostroší. Provádí se lamelární keratoplastika, ale onemocnění často recidivuje i na transplantátu.

4.3.4 Endotelové rohovkové dystrofie

K těmto onemocněním řadíme Fuchsovu dystrofii, zadní polymorfní dystrofii, kongenitální hereditární endotelovou dystrofii a iridokorneální endotelové syndromy.

Fuchsova dystrofie je pomalu progredující onemocnění postihující starší pacienty, převážně ženy (viz obr. 4). Dystrofie bývá často spojená s hypermetropií. Jedná se o výchlípky

descemetovské membrány, které připomínají kapky (cornea guttata) a při svém rozvoji narušují mezibuněčné spoje endotelových buněk. Následně dochází k odplavování endotelových buněk a k jejich úbytku. Ostatní endotel reaguje na úbytek změnou velikosti a tvaru. Postupem času, mnohokrát až po letech, se objeví edém stromatu a vzniká bulózní keratopatie. V epitelu se tvoří buly a jejich rozpad působí fotofobii a velké bolesti (po rozpadu buly dojde k obnažení subepitelových nervových zakončení). Konečným stádiem je subepitelová fibróza s mírným snížením bolestivosti a výrazným poklesem zrakové ostrosti. Toto stádium může být provázeno komplikacemi, jako jsou časté eroze, rohovkový vřed, kalcifikace, cystoidní makulární edém, vaskularizace rohovky, katarakta nebo glaukom. Léčba probíhá v počátečních stádiích konzervativně podáváním hyperosmolárních roztoků, ve fázi bulózní keratopatie je indikována lamelární nebo perforující keratoplastika. [1] [9]



Obr. 4: Fuchsova dystrofie

Zadní polymorfni dystrofie je zvolna progredující onemocnění projevující se nejčastěji mezi 20. až 40. rokem věku. Dochází ke změnám na úrovni Descemetovy membrány, které zahrnují vezikuly uspořádané v linii nebo skupině, zašednutí, široké pruhy s vlnitými okraji. Dystrofie bývá provázena postižením komorového úhlu a struktur duhovky. Může probíhat asymptomaticky nebo výrazně snižuje zrakovou ostrost. U vážnějších případů se současně objevuje edém stromatu a následně i epitelu rohovky. Může být přítomen i glaukom. V pokročilých stádiích se přistupuje v léčbě ke keratoplastice, která má však obtížnou prognózu z důvodu vzniku sekundárního glaukomu. [1] [4]

Kongenitální hereditární endotelová dystrofie je vzácné onemocnění, které se vyskytuje zejména u novorozenců ztlustěním rohovky v celé tloušťce a je zároveň provázeno nystagmem. Dochází ke snížení zrakové ostrosti pod 0,1. dystrofii provází edém epitelu, subepitelová fibróza, narušení integrity Bowmanovy membrány. Co nejdříve se provádí keratoplastika s poměrně vysokým úspěchem. [1] [4]

Iridokorneální endotelové syndromy jsou onemocnění, která primárně souvisí s abnormalitami endotelu. Jsou charakteristické jednostranným výskytem a rychlou progresí na rozdíl od endotelových dystrofií. Mezi symptomy těchto onemocnění patří abnormální rohovkový endotel, periferní přední synechie a změny na duhovce. [1]

4.3.5 Ektázie

Mezi ektázie rohovky patří: keratokonus a pelucidní marginální degenerace.

Keratokon je ektaktické onemocnění rohovky. Je charakterizovaný kónickým vyklenutím obvykle v centru rohovky s jejím současným protenčením, případně je místo vyklenutí umístěno paracentrálně. Zároveň je keratokonus spojený se vznikem nepravidelného astigmatismu. Keratokonus postihuje zpravidla obě oči, ale onemocnění nezačíná na obou očích současně. První projevy nastupují převážně ve druhé dekádě života, následná stabilizace a zastavení protenčování by měly nastat kolem 30. roku věku. Jestliže se onemocnění projeví v pozdějším věku (například u ženy v období klimakteria), nejsou projevy tak bouřlivé a vyklenutí rohovky nedosáhne vysokých nepravidelností. Keratokonus se projevuje nárůstem myopie a nepravidelného astigmatismu, kdy postupně přestává stačit brýlová korekce. Klinicky pozorujeme v okraji ektázie žlutavé, šedavé nebo hnědé zbarvení podle množství pigmentových depozit (hemosiderinu) – Fleischerův prstenec, deformaci dolního víčka – Munsonův příznak a často jsou také přítomny horizontální trhliny descemetské membrány – Vogtovy proužky. V počátečních stádiích se keratokonus koriguje brýlemi, následně tvrdou kontaktní čočkou. Při další progresi je nutná operace, která spočívá v transplantaci rohovky. Novinkou ve stabilizaci keratokonu je implantace intrastromálních rohovkových prstenců z polymethylmethakrylátu do stromatu rohovky. Další terapeutickou možností je fotodynamická terapie, která využívá UV záření o vlnové délce 365 nm a fotosenzibilizátoru – riboflavinu, touto kombinací dochází k buněčnému zesíťování rohovkového kolagenu. [1] [5]

Pelucidní marginální degenerace je méně časté ektaktické onemocnění. Projevuje se vyklenováním periferní části rohovky v dolních partiích. Při této degeneraci vzniká asymetrický nekorigovatelný astigmatismus. [1]

4.4 Degenerace

Degenerace jsou onemocnění, která vznikají ve starším věku a mohou se na jejich vzniku podílet také vlivy zevního prostředí. Provázejí je velmi často systémová onemocnění nebo záněty. Degenerace nejsou dědičné, většinou stacionární a nezhoršují zrak. Vyskytují se častěji než dystrofie. [1] [8]

4.4.1 Centrální rohovkové degenerace

Centrální rohovkové degenerace často ovlivňují zrakovou ostrost a patří mezi ně: Salzmannova nodulární degenerace, sféroidní degenerace a degenerace typu krokodýlí kůže.

Salzmannova nodulární degenerace bývá následkem chronických onemocnění rohovky, jako jsou například trachom, vernální keratitida nebo keratitis sicca. Na epitelu rohovky nalézáme vytvořené šedivé defekty.

Sféroidní degenerace tvoří v epitelu rohovky hnědá, šedá nebo zlatavá depozita. Nejčastěji vznikají po prodělaných rohovkových onemocněních.

Degenerace typu krokodýlí kůže je poměrně často vyskytující se degenerace vyššího věku a dochází k zašednutí v podobě krokodýlí kůže v oblasti Bowmanovy membrány.

4.4.2 Zonulární keratopatie

Toto onemocnění vzniká ukládáním solí vápníku do oblasti Bowmanovy membrány. Ukládání solí začíná v periférii a následně se vytváří pás, který se táhne přes střed rohovky. Tento pás značně ovlivňuje zrakovou ostrost. Zonulární keratopatie vzniká u pacientů s juvenilní artritidou, s chronickými záněty přední uvey a při hyperkalcémii. Léčba se zakládá na rozpouštění vápenatých solí nebo na fotoablaci excimerovým laserem pomocí metody fototerapeutické keratektomie. [1]

4.4.3 Arcus senilis (gerontoxon)

Vzniká jako šedobílý prstenec, který je od limbu oddělen úzkým proužkem čiré rohovky. Vyskytuje se u pacientů ve věku nad 60 let a je složený z lipidových depozit difundujících z limbálních cév. Neovlivňuje zrakovou ostrost. [8]

4.5 Infekční záněty

Infekční keratitidy jsou v dnešní době jednou z hlavních příčin oslepnutí ve světě. V rozvojových zemích jsou nejčastější příčinou vzniku keratitid traumata, trachom a xeroftalmie. Tyto příčiny úzce souvisí s životními podmínkami, jako jsou výživa nebo hygiena. V civilizovaných zemích vznikají keratitidy s rostoucí popularitou nošení kontaktních čoček, při permanentním nošení se riziko vzniku infekce zvyšuje 3-10krát.

Nejčastějšími patogeny, které způsobují rohovkovou infekci, jsou viry, bakterie, chlamydie akantaméba a plísně. Ochranné mechanismy rohovky mají za úkol zabránit zachycení těchto patogenů v rohovce a vzniku infekce.

Predisponujícími faktory pro vznik rohovkové infekce jsou blefaritida, trichiáza, povrchové epitelové defekty, neuroparalytická keratitida, lagofthalmus, trauma, kontaktní čočky, systémové choroby. [1]

Zánětlivé procesy rohovky obvykle dělíme na tři skupiny:

Infiltracio corneae je ložiskové nahromadění zánětlivých buněk pod epitelem rohovky – povrchní infiltrát nebo ve stromatu rohovky – hluboký infiltrát, kdy epiteliální ochranný kryt nad infiltrátem není poškozen.

Ulcus corneae vzniká jako defekt epitelu spojený s úbytkem tkáně rohovky a s infiltrátem ve stromatu. Vzniká rozpadem krytu nad infiltrátem nebo infikováním eroze rohovky.

Keratitis je název pro zánět, který je rozšířený přes celou nebo větší část rohovky.

Subjektivně pacient trpící zánětlivým onemocněním udává světloplachost, pocit cizího tělíska nebo řezavé bolesti v oku. Objektivně nalézáme otok víček, chemózu spojivky, perikorneální a konjunktivální injekci, slzení, nález na rohovce nebo blefarospasmus.

Prognóza se podle typu a způsobu vzniku zánětů liší. Některá onemocnění jsou krátkodobá, rychle se hojící bez vážných následků a jiné záněty mají dlouhodobou léčbu a mohou končit až ztrátou zraku. Základním lékem infekčních nemocí je atropin, který má za úkol zabránit duhovkovým komplikacím. U bakteriálních zánětů se lokálně podávají širokospektrá antibiotika, u virových se užívají virostatika a u mykotických zánětů antimykotika. Oko je kryto obvazem, dokud nedojde k zacelení povrchu rohovky. [8]

U terapie epitelové herpes simplex keratitidy se při recidivujících lézích v klidové fázi nemoci využívá fotoablace excimerovým laserem metodou fototerapeutické keratektomie.

4.6 Neinfekční záněty a keratopatie

Do této skupiny se řadí velké množství onemocnění rohovky neinfekčního původu. Jejich příčin může být také celé řada, například: záněty imunologického původu, traumata, věkem podmíněné degenerace, chybná postavení víček, porucha slzného filmu a další. [1]

4.6.1 Expoziční keratitida

Vzniká z nedostatečného mrkání nebo nedokonalého uzávěru oční štěrbin, což má za následek osychání rohovky. Mezi příčiny vzniku expoziční keratitidy řadíme: lagoftalmus, exoftalmus a insuficientní krytí víček po operaci. Tečkovité defekty (keratitis superficialis punctata) se vyskytují jako horizontální pruh v dolní třetině rohovky nebo v oblasti oční štěrbin. Může progredovat za vzniku rohovkové eroze, dále může dojít k sekundární infekci přes porušený epitel a vznikne rohovkový vřed. K léčbě se užívají lubrikancia, antibiotika v oční masti, případně aplikace terapeutické kontaktní čočky. [1] [4]

4.6.2 Neuroparalytická keratitida

Neuroparalytická keratitida vzniká při poruše senzitivní inervace oka – n. trigeminus, n. ophthalmicus. Porucha nejčastěji vzniká v ganglion trigeminale a může být způsobena úrazem, infekcí, růstem nádoru nebo operací v této oblasti. Objektivně nalézáme hyperstezii až anestezii rohovky, zpomalené mrkání a sníženou produkci slz, nemoc se projevuje povrchovou keratitidou. Progrese onemocnění spočívá v rozsáhlé centrální erozi a může se dále vytvořit rohovkový vřed až perforace rohovky. Léčba je dlouhodobá a odpovídá léčbě expoziční keratopatie. [1] [8]

4.6.3 Recidivující eroze

Jedná se o onemocnění, které je často spojené s primárním rohovkovým traumatem nebo povrchovou rohovkovou dystrofií. Porušené desmozomy oslabují přilnavou schopnost epitelu k bazální membráně a dochází ke vzniku opakujících se erozí rohovky. Subjektivně pacient pociťuje akutní bolest oka, světloplachost a slzení, která vznikají nejčastěji po probuzení nebo během spánku, při promnutí nebo otevření víček. Objektivně nalézáme nerovnosti nebo eroze epitelu. Mezi příčiny patří přední dystrofie rohovky, předchozí pórůzová eroze rohovky, stromální dystrofie rohovky a stavy po refrakčním zákroku, po transplantaci rohovky nebo operaci katarakty. K léčbě se používají lubrikancia, epitelizancia a terapeutická kontaktní čočka. Pokud dochází k opakovanému postižení, je vhodné ošetření fototerapeutickou keratektomií. [1] [4]

5. EXCIMER LASER V ROHOVKOVÉ CHIRURGII

Z popisu rohovkové struktury a její funkce vyplývá, že existuje dokonalá souhra anatomických, biochemických a fyziologických faktorů k podpoře síly, transparence a refrakčních vlastností rohovky. Jakýkoli chirurgický zásah do jednoho nebo více z těchto faktorů vede k omezení funkce rohovky.

Základní požadavky při chirurgickém výkonu na rohovce:

- Požaduje se, aby se nenarušila rohovková transparentnost zjizvením nebo fibrózou.
- Nemělo by dojít k žádnému endoteliálnímu poškození, ať už ihned po operaci nebo v delším časovém horizontu.
- K minimalizování sférických aberací je nutné udržet sférické zakřivení rohovky.
- Při operaci nevyvolat poškození rohovky, která vedou ke vzniku pravidelného nebo nepravidelného astigmatismu.
- Udržet dokonale hladký a stabilní povrch epitelu.
- Nemělo by dojít po operaci ke snížení celistvosti a síly rohovky.
- Měly by se dát předvídat výsledky léčby.
- Výsledek léčby by měl být stabilní.
- Postup léčby musí být bezpečný, bez rizika infekce. [10]

Jedním z klíčových prvků, které přispěly ke snaze využívat laserový paprsek v rohovkové chirurgii, byla incizní keratotomie. Důvodem byly vznikající rozdíly v operační technice, které závisely na lékaři, který operaci prováděl a také na pacientovi, který operaci podstoupil. Dále se předpokládalo, že úspěšné použití laserové energie při odstranění tkáně rohovky, by mohlo znamenat důležitý krok směrem k plně automatizované, nebo „robotické“ operaci, která by mohla najít uplatnění v téměř všech klinických oborech. Několik laserů, které byly vybrány na základě jejich interakce paprsku s tkání – hlavně jejich rohovkové absorpční vlastnosti – byly dále prozkoumávány ve vztahu k jejich „potenciálu řezat rohovku“. [10]

Jako první byl zkoumán CO₂ laser pro jeho možné využití v rohovkové laserové chirurgii. I když bylo prokázáno, že je schopen odpařovat rohovkovou tkáň, energie potřebná k vytvoření řezu způsobovala zuhelnatění a spalování tkáně v okolí řezu. Pulzní režim umožnil větší využití laseru s menším tepelným poškozením. Navzdory tomuto zlepšení se od využití CO₂ laseru v rohovkové chirurgii upustilo a začaly se objevovat lasery s vyšší

absorpcí a menším tepelným poškozením rohovky. Byly to fluorovodíkový laser a Erbium – YAG laser.

První rohovková ablace pomocí Erbium – YAG laseru byla provedena v roce 1986. Ve stejném roce demonstrovali Loertscher a Seiler, že pulzní HF laser odpařuje rohovkovou tkáň a vytváří dobře definované zářezy, při kterých došlo k tepelnému poškození tkáně jen v šířce 1 – 15 μm .

V 70. letech 20. století byly vyvinuty pulzní lasery s vlnovou délkou daleko v UV oblasti, byly vyvinuty pro průmyslové použití a byly schopny odstranit povrch materiálu s nebývalou přesností. V polovině 80. let 20. století se tyto lasery začaly využívat i v refrakční chirurgii a přišla nová éra rohovkové chirurgie. [10]

5.1 Excimer laser

Slovo excimer vzniklo složení slov excited a dimer, tedy excitovaný dimer. Pokud jsou molekuly a atomy v klidovém stavu, tak se mezi nimi nevytvářejí pevné chemické vazby. Jestliže jsou ale v situaci, kdy je jeden z nich ve stavu excitovaném, vznikají pevné chemické vazby a tento stav je nazýván excimer. Dimery jsou potom molekuly složené ze dvou identických atomů. [1]

5.1.1 Historický přehled

V roce 1983 se poprvé ve Spojených státech setkali Srinivasan a Trokel. Srinivasan zkoumal vliv záření o vlnové délce 193 nm na plasty. Trokel byl naproti tomu klinický oftalmolog. Díky jejich spolupráci se mohla provést histologická analýza účinku excimerového laseru na rohovku. Výzkumem na hovězích očích bylo dokázáno, že fotoablace není doprovázena deformací ani jiným poškozením okolní tkáně a že okraj fotoablace je dokonale hladký. Také se zjistilo, že jedním pulzem laseru se odstraní rohovková tkáň o tloušťce 0,25 μm . Studie na zvířecích očích pokračovaly a výsledkem byla studie z roku 1984, ve které byly ilustrovány čiré rohovky po předchozí fotoablacii. Také byl v této práci poprvé zveřejněn pojem fotorefraktivní keratektomie (PRK) a popsán vztah mezi tloušťkou odstraněné tkáně, optickou zónou a výsledným refrakčním efektem. První PRK byla provedena na slepém lidském oku v roce 1987 a o rok později se PRK provedla na již vidoucím oku. [1]

5.1.2 Interakce laserového paprsku s tkání

Existují čtyři možné interakce mezi laserovým paprskem a rohovkou: transmise, rozptyl, odraz a absorpce. Která interakce převládá, závisí na individuálních vlastnostech laseru.

K přenosu laserového světla na rohovku dochází obvykle mezi 400 a 1400 nm. Laserové světlo může být také rozptýleno tkání, velikost rozptylu závisí na velikosti exponované plochy. Jako vedlejší efekt dochází k přeměně energie na teplo, a tím se snižuje účinnost laseru. Odraz paprsku nemá význam pro chirurgické využití v chirurgii. Zato absorpční lasery jsou pro rohovkovou chirurgii vhodné. Čím je větší absorpce laserového záření tkání, jako je například rohovková tkáň, tím méně dochází k pronikání laserového světla do hlubších tkání. Tyto lasery jsou pro rohovkovou chirurgii nejlepší, protože dochází k omezené penetraci a nehrozí tak poškození hlouběji uložených struktur, jako jsou například endotel rohovky nebo nitrooční čočka. Konkrétní lasery, které se hodí pro rohovkovou chirurgii, jsou argon-fluoridový excimer laser (193 nm) a Nd-YAG laser. Tyto lasery mají nejmenší penetraci a maximum absorpce. [1] [10]

Vlnová délka 193 nm emitovaného záření leží v UV C oblasti elektromagnetického spektra a v této vlnové délce mají jednotlivé emitované fotony svůj typický vrchol energetické hodnoty kolem 6,4 elektronvoltů (eV). Tato hodnota překračuje hodnotu energie karbonové vazby mezi molekulami biologické povahy, která vykazuje energii pouze 3 eV. Dojde-li k expozici tkáně laserovým zářením této vlnové délky, nastává rozrušení vazeb mezi molekulami a jejich následné rozptýlení do prostoru rychlostí kolem 2000 m/s, tento jev se nazývá vaporizace.

Druhou charakteristickou veličinou je penetrační energie ArF záření. UV záření se v této spektrální oblasti špatně šíří vzduchem a na jakémkoli biologickém rozhraní se vysoce energizované fotony prakticky všechny absorbují v několika mikrometrech pod povrchem. Záření prostupuje maximálně do hloubky 3 μm , což má za následek velmi přesné odstranění tkáně. Tento proces se nazývá fotoablace. Stejně důležitý je fakt, že poškození oblasti, která není vystavena záření, se vztahuje jen na oblast kolem 100 – 300 nm. Odstranění tkáně z povrchu rohovky touto cestou je dosaženo s nebývalou přesností. [1] [10]

5.1.3 Možné negativní účinky excimerového laseru

Klinickému využití excimerového laseru předcházela výzkum jeho možných negativních účinků. Při posuzování bezpečnosti laserové rohovkové chirurgie byla hlavním problémem penetrace laserového světla a riziko pro hlouběji uložené tkáně. Studie, které se prováděly, posuzovaly možný účinek excimerového záření na oční struktury uložené hlouběji pod povrchem rohovky, například endotel nebo oční čočka. Poškození těchto struktur by vedlo k poruše funkce rohovky nebo vzniku katarakty. Kromě toho mohou vznikat potenciální problémy s akustickou šokovou vlnou generovanou procesem fotoablace

na každém akustickém rozhraní oka. Dále může dojít ke vzniku toxických volných radikálů v místě fotoablace a laser může mít také mutagenní účinky. [1] [10]

- Penetrace

Bylo prokázáno, že hloubka průniku ArF excimerového záření s vlnovou délkou 193 nm je řádově 3 – 4 μm . Nicméně pro excimerové lasery emitující záření při 248 nm přesahuje tato hodnota 25 μm a při 308 nm může dosahovat tato hodnota až 100 μm . Tato pozorování podporuje předchozí studie s použitím širokopásmových zdrojů záření, které ukázaly, že hloubka průniku roste se zvyšující se vlnovou délkou zdroje. Vlnové délky kolem 320 nm mají takovou prostupnost, že jsou výslovně považovány za kataraktogenní. Avšak ArF laser se svou penetrací do hloubky 3 μm je ideální pro rohovkovou chirurgii.

- Mutageneze

Z několika nezávislých studií, které využívaly mimořádnou DNA syntézu a tkáňové kultury, se zdá pravděpodobné, že existují jen velmi malé, pokud vůbec, nebezpečí vzniku mutageneze při 193 nm. [10]

- Vznik akustické šokové vlny

Jako sekundární jev může vznikat akustická šoková vlna (generována na každém akustickém rozhraní), která má význam ve vztahu k hlubším strukturám rohovky (např. endotel). Bylo prokázáno, že lineární laserová excize způsobí endotelové poškození, pokud působí do hloubky 90% rohovkové tloušťky. Ačkoli se odstraňuje jen 10% z tloušťky rohovky, aby se dosáhlo změny lomu, mohou v okolí ablace vznikat i změny v endotelu, jako jsou například vakuolizace pravděpodobně vyvolány akustickou rázovou vlnou.

- Generace toxických volných radikálů

Obdobně bylo prokázáno, že potenciální toxické volné radikály mohou být generovány ve vazivové tkáni rohovky během působení excimerového laseru, i když byly tyto přechodné produkty prokázány pouze v kryogenním prostředí. I když je klinický význam těchto studií objasněn, hypoteticky by mohly mít tyto látky nějaký účinek na hojení ran po operaci excimerovým laserem PRK. [10]

5.2 Korekce refrakčních vad pomocí excimerového laseru

Vhodný pacient k laserovému odstranění refrakční vady by měl být starší 18 let a měl by mít stabilní refrakční vadu, čímž se rozumí stav, kdy se refrakce za posledních 6 – 12 měsíců nezměnila o 0,25 – 0,5 D. Na druhou stranu se musí zvážit provedení zákroku u starších pacientů s rozvinutou presbyopií. Pacient by měl být informován o možnosti, že v brzké době začne nosit brýle na čtení nebo na střední vzdálenost.

U pacienta vhodného pro refrakční rohovkový laserový zákrok se provádí standardní předoperační vyšetření. Důležitá je anamnéza – rodinná, osobní, oftalmologická, dále údaje o alergii a hojení ran.

Provádí se vyšetření refrakce, topografie rohovky, pachymetrie, Schirmerův test, pupilometrie, vyšetření nitroočního tlaku, vyšetření vizu, předního segmentu a vitreoretinální vyšetření. [1]

5.2.1 Techniky provedení zákroku

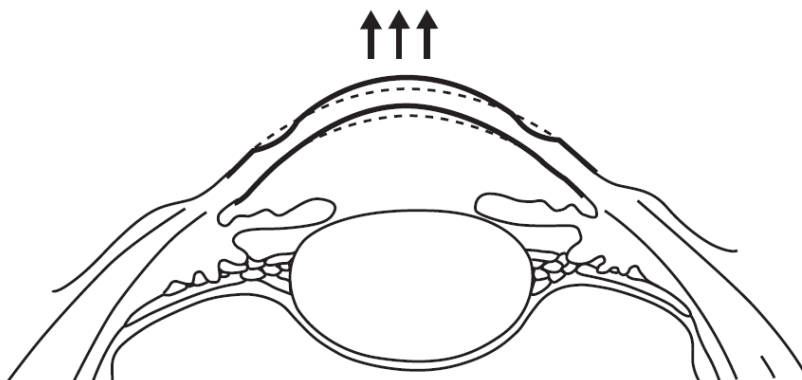
Mezi techniky refrakční laserové chirurgie patří fotorefraktivní keratektomie – PRK, laser-assisted subepitelial keratektomy (LASEK) a Epi-LASIK a laser in situ keratomileusis (LASIK)

- Fotorefraktivní keratektomie – PRK

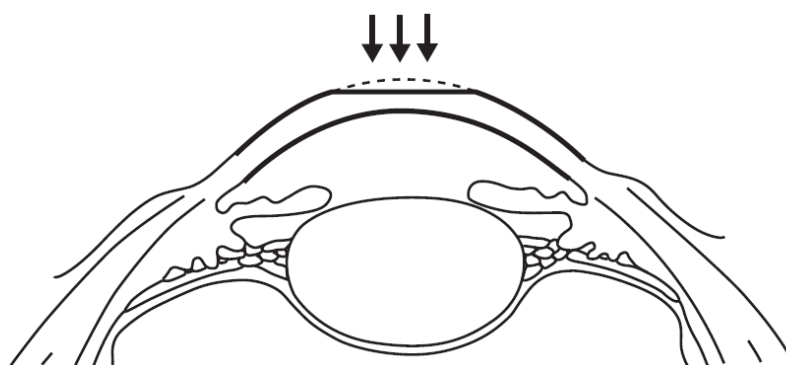
Jedná se o laserový zákrok, při kterém je provedena povrchová fotoablace po prvotním odstranění epitelové vrstvy rohovky. Techniky odstranění epitelové vrstvy rohovky se dělí na mechanické a chemické. Mechanické odstranění se zahajuje zpravidla uvnitř vyznačené optické zóny a postupně se škrábáním odstraňuje epitelová vrstva. Chemická abraze využívá účinku alkoholu na epitel. Používá se 20% etylalkohol, kterým je po dobu 15 sekund naplněný marker přiložený k rohovce. Dehydratovaná epitelová vrstva se poté snadno odloučí. [1]

Po odloučení epitelu následuje vlastní laserová fotoablace (viz obr. 5 a 6) a je naprosto identická s postupem, který se používá při operační technice LASIK. PRK metoda se využívá k řešení nižší a střední myopie a nízké hypermetropie. Po provedení fotoablace se aplikují měkké kontaktní čočky. Na rozdíl od metody LASIK je PRK poměrně bolestivá, dochází k pomalému hojení a poměrně pomalému návratu zrakových funkcí. Tato metoda byla upřednostňována v případech, kdy hrozilo riziko komplikací spojených s vytvořením flapu (například u rohovek s extrémními hodnotami zakřivení). [3] [15]

Mezi komplikace PRK patří regrese refrakční vady, infekce, haze. Z důvodu malého průměru optické zóny vznikají nežádoucí světelné efekty, jako jsou například halo a glare. Vznikají v důsledku lomu světla na rozhraní ošetřené a intaktní rohovky. [3]



Obr. 5: Profil rohovky po fotoablaci u hypermetropie [1]



Obr 6: Profil rohovky po fotoablaci u myopie [1]

- Laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK)

LASEK využívá tzv. epitelový flap. Na začátku operace se na povrch rohovky přiloží marker kruhového tvaru, do něj se aplikuje 18% alkohol na dobu 30 sekund. Poté se alkohol odsaje a rohovka se opláchne. Oddělení epitelu se zahájí ostrou separací a dále je epitel shrnován pomocí tupého nástroje. Vytvoří se tak epiteliální lamela spojená můstkem s ostatním epitelem rohovky. Po shrnutí celé lamely se pokračuje laserovou fotoablací jako u PRK. Tato metoda kombinuje výhody a nevýhody metod PRK a LASIK. [1]

Výhodou metody LASEK je rychlejší obnova epitelu oproti PRK a nižší riziko pooperačních komplikací oproti LASIKU, protože je méně invazivní než LASIK. Vlastním zákrokem je kompletně odstraněna Bowmanova membrána a tenká vrstva rohovkového stromatu. Po ukončení fotoablace je epiteliální lalok přiklopen zpět na své původní místo a nakonec se aplikuje terapeutická kontaktní čočka. [3]

- Epi-LASIK

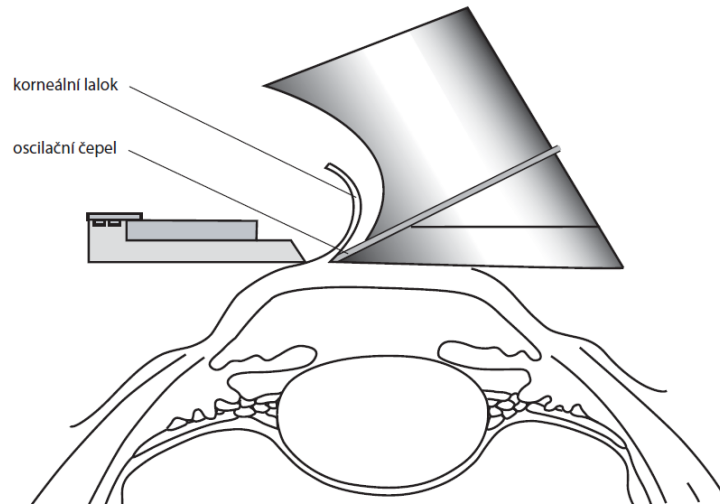
V případě této operační techniky se využívá k vytvoření epitelové lamely podobného mikrokeratomu jako u metody LASIK. Rozdíl spočívá v tom, že varianta mikrokeratomu pro Epi-LASIK používá pouze tupý břit. Lamela je tak separována místo odříznutí. Pod epitelem potom působí excimerový laser, který změní zakřivení rohovky podobně jako u PRK. [1] [3]

Výhodou této metody je možnost operace i rohovek s menší tloušťkou zjištěnou při předoperačním vyšetření. Protože je epitelová vrstva u Epi-LASIKU tak tenká, je nutné krýt oko po operaci kontaktní čočkou. Zrakové funkce se po operaci vrací do normálu o něco později než po LASIKU, ale výhodou je malá pooperační bolest, protože operace nezasahuje do hlubších vrstev stromatu. [3]

- Laser in situ keratomileusis (LASIK)

Principem metody je seříznutí rohovkové lamely za pomoci mikrokeratomu (viz obr. 7) nebo pomoci femtosekundového laseru a následné fotoablaci excimerovým laserem. [3]

Pro vytvoření a správnou orientaci lamely je důležité vyznačit markerem značky na rohovce. Poté se na bulbus přisaje kroužek, který po adhezi zvyšuje nitrooční tlak, stabilizuje rohovku a také tvoří vodící lištu pro hlavu mikrokeratomu. Po spojení mikrokeratomu s přísavným kroužkem se seřízne lamela, která se následně nadzvedne a odklopí. Dalším krokem je samotná fotoablace stromatu rohovky laserem. Po důkladném očištění stromatu se lamela přiklopí zpátky na původní místo, k její přesné orientaci slouží značky na rohovce. Lamela potřebuje ke zpětnému přilnutí cca 2 – 3 minuty, poté není třeba lamelu překrývat kontaktní čočkou. Hojení rány probíhá velmi rychle, během několika hodin, zraková rehabilitace trvá několik dnů. Mezi výhody LASIKU patří intaktní Bowmanova membrána a epitel, menší pooperační diskomfort, rychlá zraková rekonvalescence, minimální reakce stromatu rohovky (vznik haze) a vyšší přesnost výsledků u vyšších stupňů myopie. [1] [3] [15]



Obr. 7: Schéma mechanismu mikrokeratomu [1]

Důležitou součástí laseru je Eye-tracker, který registruje mimovolní pohyby bulbů a podle nich mění aktuálně směr proudu fotonů. Systém je schopen podle pohybů oka pacienta souhlasně vychylovat i laserový paprsek, pokud pohyby nepřekročí tolerovanou mez. V případě větších pohybů oka, při nichž by došlo k opracování rohovky mimo požadovanou oblast, vyřadí Eye-tracker laser z činnosti. [1] [3]

5.3 Fototerapeutická keratektomie

Fototerapeutická keratektomie (PTK) je laserovou léčebnou metodou, která využívá fotoablačního účinku excimerového laseru o vlnové délce 193 nm. Výhoda tohoto laseru spočívá v možnosti odstranění předních stromálních poškození, aniž by došlo k porušení sousední tkáně. Touto metodou je možné odstranit povrchové zákaly, nehojící se defekty, nepravidelnosti rohovky ve vrstvě epitelu, Bowmanovy membrány a předního stromatu rohovky. [3] [10]

Výhodou PTK je jednoduchost výkonu s minimální zátěží pacienta a rychlá pooperační rehabilitace. Způsobuje zmírnění až vymizení subjektivních obtíží pacienta (zvýšené slzení, diskomfort, světloplachost, bolest aj.) a vede k výraznému zlepšení zrakové ostrosti při nízkém výskytu komplikací. PTK je možné provést jako přípravu před plánovanou transplantací rohovky a také na transplantovaném terči. [3]

5.3.1 Indikace a kontraindikace PTK

Současná klinická praxe je rozšířena o různé rohovkové poruchy. Ty mohou být v hrubých rysech rozděleny do následujících pěti kategorií, které se mohou vzájemně prolínat:

- Odstranění povrchních stromálních rohovkových zákalů, jako jsou například poinfekční nebo traumatické jizvy a přední stromální dystrofie. Cílem léčby je zlepšit zrakovou ostrost a zmírnit příznaky oslnění.
- Léčba nebo vyhlazení nepravidelností povrchu rohovky. Například pozánětlivé, traumatické nebo degenerativní rohovkové uzliny. Cílem léčby je zlepšit zrakovou ostrost a také často umožnit nošení kontaktních čoček.
- Léčba nestability epitelu a selhávání reepitelizace, například recidivující eroze rohovky nebo jarní keratokonjunktivitidy. Úleva očnímu nepohodlí a znovuoobnovení intaktního a zdravého epiteliálního povrchu jsou hlavní cíle léčby u této skupiny nemocných.
- Snížení iatrogeně vzniklých refrakčních vad včetně vyvolaného astigmatismu, nepravidelného astigmatismu a myopie vzniklé po operaci katarakty, penetrující keratoplastice nebo jiném očním zákroku.
- Mezi další využití PTK patří léčba kosmetická nebo pomocný zákrok při léčbě pterygia. [10]

Diagnostické indikace pro PTK mohou být zahrnuty v několika z těchto kategorií. Je důležité, aby sám pacient porozuměl léčebným cílům. Klíčové parametry pro zvážení vhodnosti pacienta pro PTK jsou: příznaky pacienta a jeho očekávání, typ rohovkové patologie, hloubka rohovkové patologie, potenciální zraková ostrost, blízkost zorné osy, nepravidelný astigmatismus, předoperační refrakce.

Nejčastější důvody pro PTK jsou v poslední době recidivující eroze a zonulární keratopatie. Následují poinfekční rohovkové jizvy, dystrofie rohovky, traumatické jizvy a zánětlivé rohovkové uzliny. [10]

Mezi kontraindikace patří aktivní infekce oka, blefaritida nereagující na terapii, těžká forma syndromu suchého oka, hluboké rohovkové léze a vážné případy imunosuprimovaných pacientů. [19]

5.3.2 Technika provedení PTK

Rohovkový epitel, Bowmanova membrána a stroma rohovky v různé míře reagují na ablaci excimerového laseru, zároveň i patologické tkáně reagují jinak. Bylo zjištěno, že je obtížné léčit dlouholetou jizevnatou tkáň a v jednom případě rohovkové kalcifikace bylo dokonce nutné ukončit laserovou terapii, protože jizevnatá tkáň nevykazovala žádnou změnu

i po odnětí 140 μm . S rostoucí zkušeností se ukázalo, že ne všechny patologie rohovkového stromatu lze léčit metodou PTK. [10]

Během laserového ošetření rohovky je třeba dbát na to, aby se zabránilo ablaci zdravé tkáně místo patologické a zároveň, aby se neodoperovalo přilehlé zdravé stroma. Pokud by k tomu došlo, mohlo by výsledné ztenčení rohovky ohrozit oční integritu, což by mohlo být důvodem k remodelaci rohovkového stromatu, a to může mít dále za následek hyperopický posun nebo nepravidelný astigmatismus. Obecně se odstraňuje patologická tkáň, zatímco ablace hlubších struktur je limitována, aplikuje se několik strategií:

- Vyšetření na štěrbinové lampě během léčby, aby se posoudil pokrok v léčení.
- Omezení průměru paprsku laserové ablace jen na zónu patologie. Tato strategie nemusí být vhodná u patologických struktur vyskytujících se blízko osy vidění, protože může vzniknout nepravidelný astigmatismus.
- Použití maskující viskózní tekutina k ochraně přilehlé zdravé tkáně a ochraně před vznikem nepravidelností z nadměrné ablace. [10]

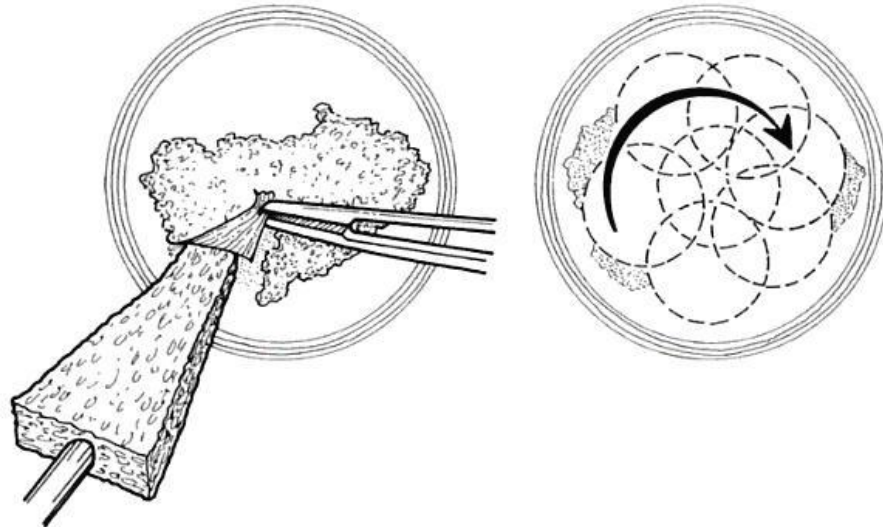
Maskující látky se používají k vyhlazení nerovností rohovky a k ochraně prohlubní vzniklých ablací. Různé histologické a patologické tkáně mají různou míru ablace, proto tkáň v okolí zákalu, který má nižší hodnotu ablace (jako je vápník u zonulární keratopatie) vyžaduje stínění z nadměrné ablace. Kapalina může být použita k maskování hlubších struktur rohovky a zároveň ponechá vystaveny vyčnívající nerovnosti pro laserovou ablaci. [10]

Technika maximální fotoablační zóny se využívá u rozsáhlých povrchových keratopatií, u povrchových rohovkových zákalů, u dystrofií a jiných povrchových nepravidelnostech rohovky. Na začátku se provede mechanická abraze epitelu pomocí suché celulózové houbičky nebo chirurgického nože (viz obr. 8). Po abrazi se provádí fotoablace v zóně 5 – 6 mm. Na povrch rohovky se nanáší maskující viskózní tekutina (1 – 2,5% methylcelulóza nebo 0,25% hyaluronát sodný). Jako prevence proti recidivám onemocnění a vzniku haze se pooperačně aplikuje Mitomycin C. [17]

Někdy je možné provést fotoablaci bez abraze epitelu, tento zákrok se nazývá transepiteliální PTK. Po fotoablači epitelu se provádí fotoablace Bowmanovy membrány a předního stromatu. [17]

Další technika zahrnuje kombinaci manuální superficiální keratektomie a PTK. Tato metoda se provádí u zonulární keratopatie, která se vyznačuje ukládáním solí vápníku pod Bowmanovu membránu, a tyto usazeniny mohou být odolné proti laserovému paprsku.

Dále se tato technika využívá u pterygia nebo fibrovaskulárního pannu. Ty se obtížně odstraňují laserem, protože by vzniklé krvácení mohlo blokovat laserový paprsek. Nejprve se tedy mechanicky odstraní kalcifikované pláty nebo vaskulární tkáň a poté následuje PTK ArF laserem. [10] [17]



Obr. 8: Kombinovaná metoda PTK (*Schéma vlevo zobrazuje mechanické odstraňování epitelu pomocí celulózní houby, vpravo je znázorněno použití maximální zóny při laserové PTK*)

Lze také použít vyhlazovací techniku, která se využívá například u Salzmannovy nodulární degenerace nebo u expozičních keratitid. Po abrazi epitelu se paprsek laseru zaměřuje na abnormální tkáň. Ablací zóna má malý průměr (0,6 – 2,0 mm). Dále se postupně odstraňuje patologická tkáň a vznikne hladké stromální lůžko, kam se následně aplikuje viskózní látka. [17]

Existuje speciální technika pro léčbu recidivujících erozí rohovky. Doporučuje se vytvořit jednu velkou centrální zónu ablace pro paracentrální nebo axiální epitelové abnormality, aby se zabránilo vzniku nepravidelného astigmatismu. Velikost a umístění léze určuje velikost léčebného zásahu. Hloubka ablace je omezena na Bowmanovu membránu (12 μm). Na začátku léčby se provádí mechanické odstranění uvolněného nebo abnormálního epitelu pomocí houby z celulózy nebo chirurgického nože. Obnažené oblasti jsou poté abladovány v předpokládané hloubce 1 – 3 μm . [10]

U pacientů s refrakční vadou lze zákrok kombinovat s fotorefrakčním zákrokem. Existuje řada rozdílných technik při provedení tohoto kombinovaného zákroku. Na některých pracovištích se upřednostňuje centrální fotoablační zóna PRK 6 mm široká, která je na závěr zákroku u pacientů s myopií periferně rozšířena o 2 – 3 mm. Jinou možností je provedení PTK v 7 mm

zóně a následuje PRK s 6 mm rozsahem zóny. Při laserovém výkonu u hypermetropické rohovky je centrální zóna rozšířena o fotoablaci v periférii rohovky. [18]

5.3.3 Pooperační péče

Cílem pooperační péče je zabránit vzniku infekce, jizvení rohovky a rychlá reepitelizace. Po všech technikách PTK se na oko nasazuje bandážní kontaktní čočka pro rychlejší hojení rány. Kontaktní čočka se na oku ponechává po dobu 5 dní, dokud se rohovka nezahojí. Podávají se lokální antibiotické kapky nebo mast. Mohou se použít kortikosteroidy a nesteroidní protizánětlivé léky, které ale mohou bránit reepitelizaci. Po operaci jsou také doporučována lubrikancia pro zabránění vzniku suchého oka.

5.3.4 Komplikace léčby

PTK je bezpečný, efektivní a trvalý proces, má ale určitá rizika. Po operaci nastávají komplikace, které však po čase spontánně vymizí, jsou to například bolest, nepohodlí nebo světloplachost. [17]

Samotné zahojení epitelu rohovky trvá několik dní, remodelace stromatu několik týdnů a stabilizace výsledné refrakce až několik měsíců. [18]

Mezi nejčastější pooperační komplikace patří poruchy epitelizace, keratitidy, haze, hyperopický posun a poruchy slzného filmu.

- Poruchy epitelizace

Nejčastěji se tato porucha vyskytuje u pacientů s postižením limbálních buněk rohovky. V řadě případů je nutné dlouhodobě ponechat krycí terapeutickou kontaktní čočku, která usnadňuje reepitelizaci. [18]

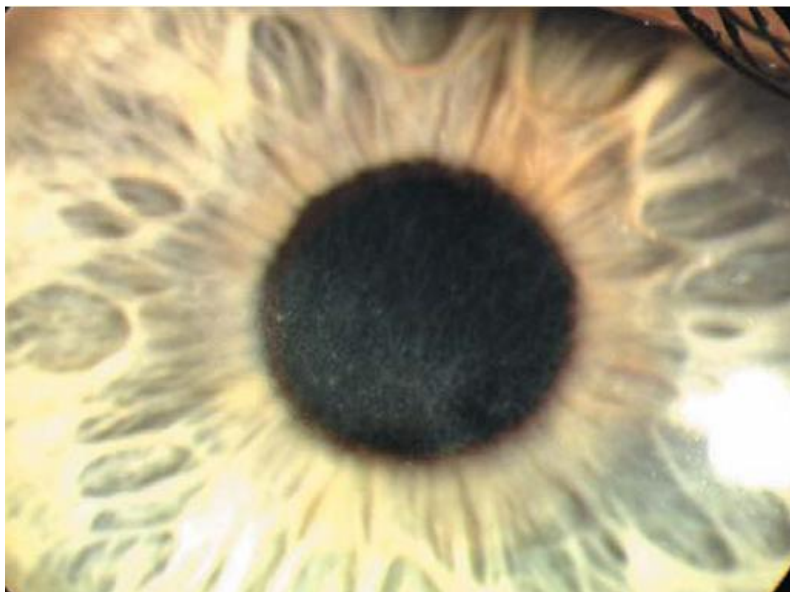
- Vznik keratitidy

Záněty rohovky mohou výrazně ovlivnit pooperační zrakovou ostrost, proto se vždy po operaci podávají lokální antibiotika ve formě kapek nebo mastí. Většinou jsou podávána po dobu jednoho týdne, to je doba potřebná k fyziologické obnově epitelu. [18]

- Haze

Haze jsou častější komplikací u PRK (viz obr 9). Příčinou vzniku haze je považován výskyt hyaluronanu v oblasti fotoablační zóny, který se vytváří z důvodu vzniku traumatických změn indukovaných laserovým paprskem v rohovkové tkáni.

V praxi se k prevenci vzniku haze využívá Mitomycin C (MMC) již řadu let. MMC se po fotoablacii aplikuje na rohovku po dobu 30 sekund až 2 minuty.



Obr 9: Haze [1]

- Hyperopický posun

Hyperopický posun je jednou z nejčastějších komplikací PTK. Je ovlivněn zejména umístěním patologie a hloubkou ablace. Pokud se patologie vyskytuje v centru rohovky, je pravděpodobnější vznik hyperopického posunu, pokud je ablační zóna umístěna periferně, předpokládá se větší riziko vzniku nepravidelného astigmatismu nebo myopického posunu. [18]

Opatření pro zamezení vzniku změn v lomu rohovky:

- Omezení hloubky stromální rohovkové ablace.
- Prevence ostrých spojení mezi abladovanou částí a nenarušenou částí rohovky.
- Vyhnout se překrývání abladovaných zón v okolí osy vidění.
- Vyhnout se excentrickému umístění ablační zóny, které může mít za následek vznik astigmatismu. [10]

- Poruchy slzného filmu

Po zákroku také dochází k poruše slzného filmu z důvodu snížení senzitivity rohovky, frekvence mrkání a přilnavosti slz k rohovce. Po zákroku se doporučují lubrikancia ke zvlhčování povrchu rohovky.

Je důležité, aby byl pacient se všemi možnými komplikacemi seznámen. Pro předcházení vzniku komplikací je vhodné zvážit a dobře vybrat vhodné kandidáty pro tento zákrok. [18]

5.3.5 Výsledky PTK pro recidivující eroze epitelu

Mnoho studií uvádí rychlou opětovnou epitelizaci, kdy se ohromná většina případů vyléčí během 4 – 6 dní. Pacienti mohou zaznamenat mírnou bolest očí, nejčastěji během prvních 24 hodin po PTK. Většina pacientů je bez příznaků během prvních pěti dnů po zákroku. Některým pacientům se problémy nevrátí, ale mohou se objevit pocity suchého oka a diskomfortu, které vyžadují příležitostné použití lubrakancií, ale tyto symptomy mají mnohem menší intenzitu a frekvenci oproti jejich předoperačnímu stavu. [10]

Přítomnost trvalé rohovkové haze po PTK u recidivující eroze epitelu je vzácná z důvodu malé hloubky ablace. Dausch zaznamenal jednoho pacienta s povrchovým zákalem rohovky, který byl přítomný 9 měsíců po léčbě a jeho vznik byl připisován pooperační infekci a neovlivňoval zrakovou ostrost.

Většina výzkumů nenašla žádné nepříznivé účinky PTK na nejlepší vykorigovanou zrakovou ostrost. U 47 % případů O'Brarta se aktuální zraková ostrost zlepšila o alespoň jeden řádek Snellenova optotypu. [10]

Excimerový laser nabízí bezpečný a úspěšný způsob léčby recidivující eroze rohovky, která jsou rezistentní na konvenční léčbu. Celková úspěšnost vyléčení je 74 – 89%. Z důvodu omezené hloubky ablace, která nezasahuje do Bowmanovy membrány, vznikají po operaci minimální komplikace. Nenastávají žádné významné manifestující se refrakční změny, může být mírný sklon k myopizaci. Vyšetření na šterbinové lampě a topografii neodhalily žádné abnormality a slibné výsledky jsou také hlášeny u sekundárních recidivujících erozí a bulózních keratopatií. [10]

5.3.6 5.3.6 Výsledky PTK pro zonulární keratopatii

PTK se zdá být velmi úspěšnou léčebnou možností pro pacienty se zonulární keratopatií. Zmírňuje přidružené bolesti, zlepšuje transparentnost rohovky, a tudíž se zlepší zraková ostrost u vidoucích očí. U očí s kataraktou, které podstoupily PTK, došlo následně k úspěšné výměně nitrooční čočky. Zákrok je dobře snášen pacienty, pacienti rychle rehabilitují s minimálními komplikacemi. Jedinou vznikající komplikací je hyperopický shift. [10]

5.3.7 Výsledky PTK pro rohovkové dystrofie

Klinické využití PTK u rohovkových dystrofií je méně zdokumentováno než využití u rohovkových erozí nebo zonulární keratopatie. Většina případů, které jsou uvedeny v literatuře, jsou zahrnuty do studie dalších poruch rohovky, například bolestivé recidivující

eroze epitelu se mohou projevat u Coaganových a Reis-Bücklersových dystrofií. Vzhledem k sekundárnímu zhoršení vidění, z důvodu subepiteliálních zákalů u Reisovery-Bücklersovy dystrofie a ztrátě stromální průhlednosti u granulární a mřížkové dystrofie, se optické indikace k léčbě rozšiřují. Cílů léčby tedy může být uváděno více: zlepšení zrakové ostrosti (ZO), zhojení ran nebo stabilizace refrakce.

Komplikace následující po PTK u dystrofií rohovky jsou obdobné jako u recidivujících erozí nebo zonulární keratitidy. [10]

5.3.8 Výsledky PTK u rohovkových jizev

PTK se využívá k léčbě předních stromálních rohovkových jizev vzniklých sekundárně z různých důvodů včetně vzniku po infekční keratitidě nebo po traumatu. Hloubka, do které jizva zasahuje, se posuzuje pomocí šterbinové lampy s optickou pachymetrií. [10]

Trachom končí povrchním zjizvením rohovky a je hlavní příčinou slepoty ve světě. Transplantace rohovky se může provádět u povrchového zjizvení rohovky, ale trachom končí zjizvením spojivky, víček, vzniká rohovková vaskularizace. Za těchto podmínek vznikají velmi špatné podmínky pro perforující keratoplastiku. Goldstein se spolupracovníky měli tři pacienty, u kterých byla provedena PTK a ve dvou případech se významně zvýšila zraková ostrost, i když došlo k hyperopickému shiftu. U třetího pacienta nedošlo ke zlepšení ZO, tak následně podstoupil perforující keratoplastiku.

PTK byla účinně provedena u rohovkových jizev vzniklých po keratitidě vyvolané virem herpes simplex. Fagerholm hlásil 15 pacientů včetně dvou dětí, u kterých byla operace provedena v celkové anestezii. Dosáhl 80% zlepšení ZO o tři a více Snellenových řad.

Je k dispozici relativně málo studií zabývajících se léčbou potraumatických jizev, ale současné výsledky se zdají být příznivé. [10]

5.3.9 PTK u iatrogeně vzniklých refrakčních vad

Roste využití excimer laseru k nápravě iatrogeně indukované myopie nebo astigmatismu. Využívá se v případech astigmatismu, který vznikl sekundárně po operaci katarakty, perforující keratoplastice a po epikeratoplastice. Cylindrická ablace excimerovým laserem se provádí pacientům, kteří jsou po vážné keratoplastice a nesnášejí kontaktní čočky. Zraková ostrost se zlepšila u 75%, bez změny byla u 16,7% a u 8,3% se snížila. Nenastal žádný případ klinicky významného zkalení rohovky nebo nepřijetí štěpu. [10]

Většinou nenastávají pooperační komplikace ve formě oslnění nebo zhoršeného vidění. Autoři ošetřili jen malé množství pacientů, kteří se stali po operaci katarakty nebo po keratoplastice myopickými nebo získali astigmatismus. Výsledky měsíc po zákroku vypadaly slibně, ale v dlouhodobém pozorování byly výsledky zklamáním pro pacienty po keratoplastice. U pacientů s transplantovanou rohovkou se objevily zákaly rohovky, což se vysvětluje nejspíše tím, že transplantovaná rohovková tkáň se léčí výrazně odlišným způsobem než normální zdravá rohovka. [10]

6. VÝZKUM

6.1 Úvod

Použití excimer laseru v oční chirurgii bylo poprvé navrženo v roce 1983 Trokel a kol. poté, co proběhla úspěšná průmyslová aplikace tohoto laseru při přesném naleptání vzorku plastu. Vzhledem k potenciálu excimer laseru v odstranění předních stromálních poškození rohovky, aniž by došlo k poruše sousední tkáně, spočívalo první klinické využití tohoto laseru v odstranění nemocné tkáně rohovky – fototerapeutická keratektomie. První aplikace excimerového laseru proběhla na králičích očích v roce 1984. Touto metodou se úspěšně vyléčila kvasinková keratitida. Po úspěšných léčebných procesech zaujala PTK významné místo v terapii povrchových onemocnění rohovky. [10]

6.2 Cíl práce

Cílem této práce bude zjistit, jak se změní nejlepší korigovaná zraková ostrost po zákroku a zda se změní hodnota sférického ekvivalentu při kombinaci PTK a PRK. Výsledné hodnoty jsou sledovány a měřeny 2 – 5 let po zákroku.

V této části diplomové práce také zhodnotím, zda se po operaci zlepšují příznaky onemocnění, jako jsou například slzení, světloplachost nebo bolest.

6.3 Pracovní hypotézy

Hypotéza č. 1: Předpokládám zlepšení zrakové ostrosti po zákroku PTK.

Pokud byla snižená zraková ostrost způsobena povrchovým onemocněním rohovky, které se pomocí PTK podařilo vyléčit, lze předpokládat zlepšení zrakové ostrosti po zákroku.

Hypotéza č. 2: Předpokládám, že se zlepšuje hodnota sférického ekvivalentu po kombinaci zákroku PTK s PRK.

U této kombinace je možné předpokládat zlepšení, protože se refrakční vada před zákrokem vykoriguje pomocí refrakční metody PRK.

6.4 Soubor pacientů

Fototerapeutická keratektomie se provedla u 57 dětí, které byly ve věku od 8 do 18 let s průměrem 12,6 let. Zákroky probíhaly v letech 1996 – 2010 a pacienti byli sledováni 2 – 5

let po zákroku s průměrem 3,4 roky. U 24 očí z celkového počtu dětí byla zároveň provedena fotorefraktivní keratektomie, jejíž podmínkou bylo vyšetření refrakce v cykloplegii. U 14 pacientů byla korigována myopie a astigmatismus a u 10 očí se korigovala hypermetropie. Od rodičů všech dětských pacientů se získal podepsaný informovaný souhlas k zákroku a zároveň byly vysvětleny možné komplikace léčby.

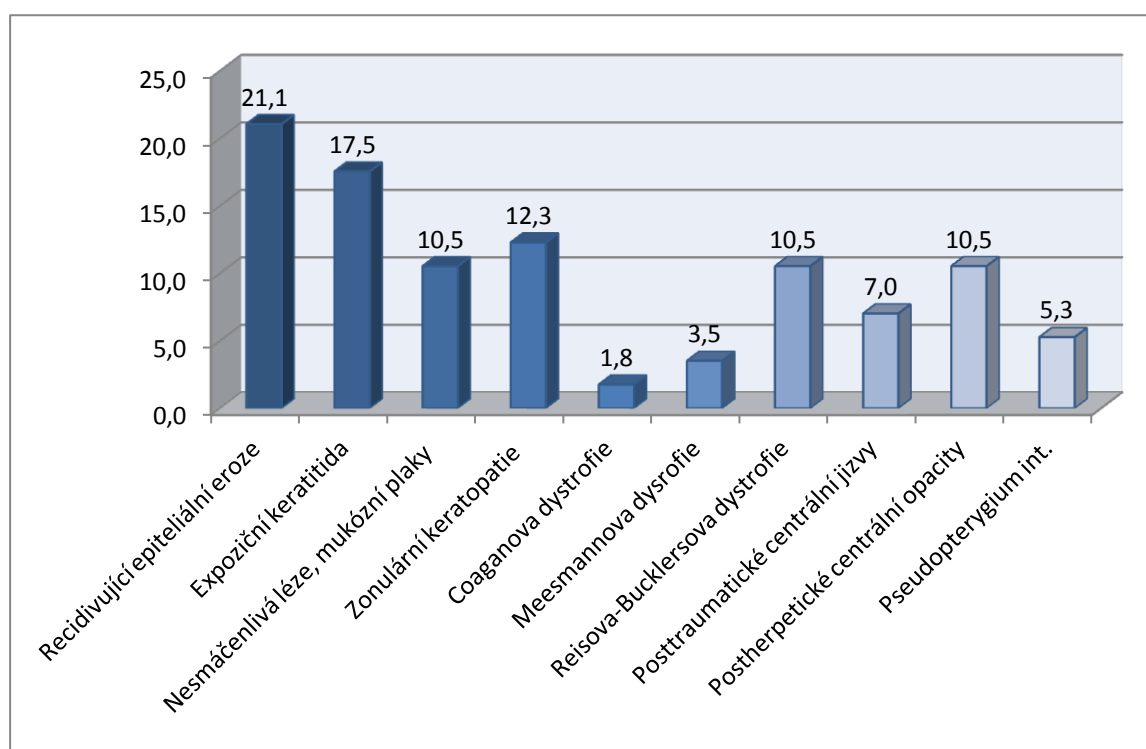
Vyšetřovaná skupina pacientů je rozdělena do osmi menších skupin podle diagnózy určené k zákroku PTK. Diagnostické skupiny jsou: Recidivující epiteliální eroze, expoziční keratitida, nesmáčenlivé léze a mukózní plaky, zonulární keratopatie, dystrofie, posttraumatické centrální jizvy, postherpetické centrální opacity a pseudopterygium. Skupina dystrofií je dále rozdělena podle typu dystrofie na Coaganovu, Meesmannovu a Reisovu-Bücklersovu dystrofii.

Pacientů s recidivující erozí je ve skupině 12 a tvoří 21,1% z celkového počtu pacientů, dětí s expoziční keratitidou je celkem 10 a tvoří 17,5%, ve skupině nesmáčenlivých lézí a mukózních plaků je 6 očí a vychází na 10,5% z celkového počtu pacientů, 12 pacientů a zároveň 12,3% celkového počtu patří do skupiny se zonulární keratopatií, Coaganovu dystrofii měl 1 pacient a tvořil 1,8%, s Meesmannovou dystrofií byli 2 pacienti a tvořili 3,5% z celkového počtu operovaných, Reisova-Bücklersova dystrofie zahrnovala 6 operovaných očí a tito pacienti tvořili 10,5%, pacientů s posttraumatickými centrálními jizvami jsou ve skupině 4 a tvoří 7%, postherpetické centrální opacity mělo 6 dětí a jejich procentuální zastoupení je 10,5% a pseudopterygium se operovalo u 3 dětí, které tvořily 5,3% z celkového počtu pacientů. Toto rozdělení a procentuální zastoupení shrnuje tabulka 1 a graf 1.

Diagnostická skupina	Počet dětí	Procentuální zastoupení (%)
Recidivující epiteliální eroze	12	21,1
Expoziční keratitida	10	17,5
Nesmáčenlivé léze a mukózní plaky	6	10,5
Zonulární keratopatie	7	12,3
Coaganova dystrofie	1	1,8
Meesmannova dystrofie	2	3,5

Reisova-Bücklerova dystrofie	6	10,5
Posttraumatické centrální jizvy	4	7,0
Postherpetické centrální jizvy	6	10,5
Pseudoptygium	3	5,3

Tab. 1: Rozdělení pacientů s PTK podle diagnostických skupin a jednotlivých zastoupení



Graf 1: Procentuální zastoupení pacientů v jednotlivých diagnostických skupinách

6.5 Metodika výzkumu

Výzkum probíhal v Dětské nemocnici, FN Brno, Černopolská 9, kde byla také provedena operace a vyšetření pacientů.

Měření objektivní refrakce probíhalo na atorefraktometru, nejlepší korigovaná zraková ostrost se vyšetřovala na Snellenově optotypu, přední segment se analyzoval na pentacamu (viz kap. 3.3.5) a samotný zákrok se prováděl pomocí excimerového laseru Nidek EC 5000.

6.5.1 Autorefraktometr

V posledních desetiletích prošly autorefraktometry značným vývojem. Jednotlivé přístroje se liší svým fyzikálně-optickým, elektrickým i optometrickým pojetím, všechny ale využívají infračervené oblasti kolem 880 nm, aby se vyloučilo oslnění oka vyšetřované osoby.

Pro konstrukci přístroje je možné využít princip oftalmoskopie, skiaskopie nebo Scheinerův pokus. Nejčastěji se využívá infračerveného paprsku, který projde okem, odrazí se od sítnice a následně je jeho obraz zachycen detektorem. Obraz je počítačem zpracován a program vypočítá hodnotu refrakce. [6]

Akomodace vyšetřované osoby může mít za následek nežádoucí odchylky měření, snažíme se tedy, aby vyšetřovaný vnímal testovou značku v nekonečnu. V současnosti se uvolnění akomodace dosahuje zejména zamlžovací technikou. Ve srovnání se subjektivní refrakcí nepřesahuje nepřesnost autorefraktometrů v 90% 0,5D.

Součástí autorefraktometrů může být i autokeratometr nebo bezkontaktní tonometr. [6] [17]

6.5.2 Snellenův optotyp

Herman Snellen navrhl speciální znaky, které uspořádal do tabulek pro účely měření zrakové ostrosti a nazval je optotypy. Písmena byla vepsána do čtverce a tyto kalibrované znaky se při dané vzdálenosti (5 neb 6 m) po dopadu na sítnici jevíly pod úhlem 5', kdy tloušťka čáry se jevíla pod úhlem 1'. U nás se často můžeme setkat se znaky uspořádanými v rádcích světelných optotypů, mohou se vyskytovat i tištěné optotypy, projekční nebo LCD optotypy, které jsou z uvedených nejnovější verzí. [6]

6.5.3 Excimerový laser Nidek EC 5000

Nidek je všeobecně uznáván jako jeden z největších výrobců oční techniky s rozmanitou škálou diagnostických a chirurgických zařízení. Zajišťuje prodej a servis očních laserů, refrakčních laserů a mnoha pokročilých diagnostických zařízení. [20]

Excimerový laser EC-5000 (viz obr. 10) je jedním z nejspolehlivějších excimerových laserů, které jsou dnes na trhu. Ergonomický EC-5000 je určen ke snížení nebo odstranění krátkozrakosti a dalekozrakosti, s nebo bez astigmatismu, a nabízí nejnovější pokročilé technologie v léčbě povrchových rohovkových onemocnění. Mezi jeho rysy patří:

- Inovativní technologie skenování pro přesnou a rovnoměrnou povrchovou ablací.
- Automatický výpočet a kontinuální sledování laseru dodaných parametrů.
- 200 Hz aktivní eye-tracker s minimálním průměrem zornice.
- Nízká míra chirurgického vylepšení.
- 3D joystick a přesné řízení laserového paprsku.
- Jednotky a hardwarové moduly integrované PC.
- Inovativní algoritmy pro optimální ošetření a vynikající výsledek operace.

- Vynikající ochranné mechanismy zajišťující ochranu pacienta. [21]



Obr. 10: Excimerový laser EC-5000 [21]

6.5.4 Průběh zákroku

Excimerový laser Nidek EC 5000 má zónu ablace 1 – 6,5 mm a při okrajích ablace je možné individuálně nastavit šířku přechodné zóny. Jako maskující kapalina se použila substance 1% nebo 2% metylcelulózy. Hloubka ablace byla podváděna v rozmezí 12 – 80 μm a pacientům se podala lokální instilační anestetika – Novestin.

U kombinace PTK a PRK u myopie a astigmatismu měla optická zóna průměr 6 mm s přechodnou zónou 7,5 mm a u hypermetropie měla optická zóna průměr 5,5 mm a s přechodnou zónou 9 mm. Po zákroku byli pacienti hospitalizováni a aplikovala se terapeutická kontaktní čočka.

U dětí s nesmáčenlivou lézí nebo mukózními plaky při atopické nebo vernální konjunktivitidě se před zákrokem provedla kryokoagulace papilární hypertrofie na horní tarzální spojivce. U pacientů s postherpetickými povrchovými jizvami se perorálně podával acyclovir 5 dní před PTK a 7 dní po operaci.

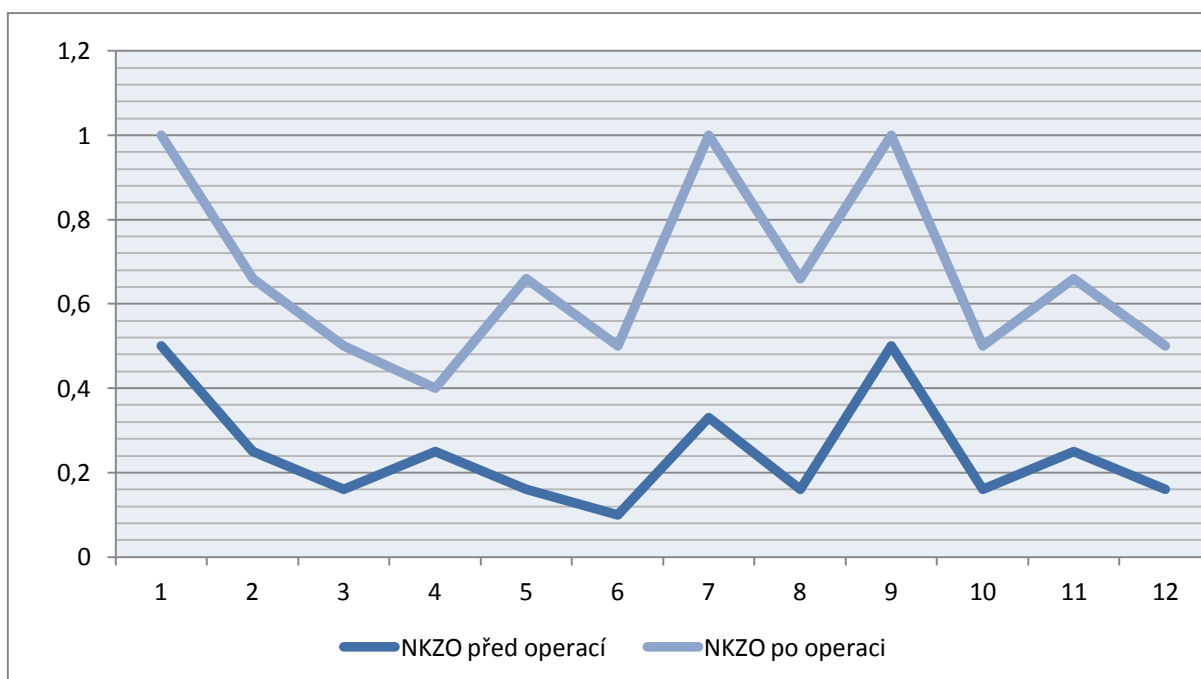
6.6 Výsledky výzkumu u zákroku PTK

Výsledky jsou zpracovány do jednotlivých tabulek a grafů. Pacienti jsou rozděleni do skupin podle příčiny zákroku. V jednotlivých skupinách jsou děti očíslovány chronologicky podle věku. Je zaznamenána nejlepší korigovaná zraková ostrost (NKZO) před PTK a po PTK nebo po kombinaci zákroku PTK s PRK. V kap. 6.6.9 jsou shrnuty všechny diagnostické skupiny.

6.6.1 Výsledky měření NKZO u recidivující epitelální eroze

Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
1	0,5	1,0
2	0,25	0,66
3	0,16	0,5
4	0,25	0,4
5	0,16	0,66
6	0,1	0,5
7	0,33	1,0
8	0,16	0,66
9	0,5	1,0
10	0,16	0,5
11	0,25	0,66
12	0,16	0,5

Tab. 2: NKZO u pacientů s recidivující epitelální erozí



Graf 2: Změny NKZO u pacientů s recidivující epiteliální erozí

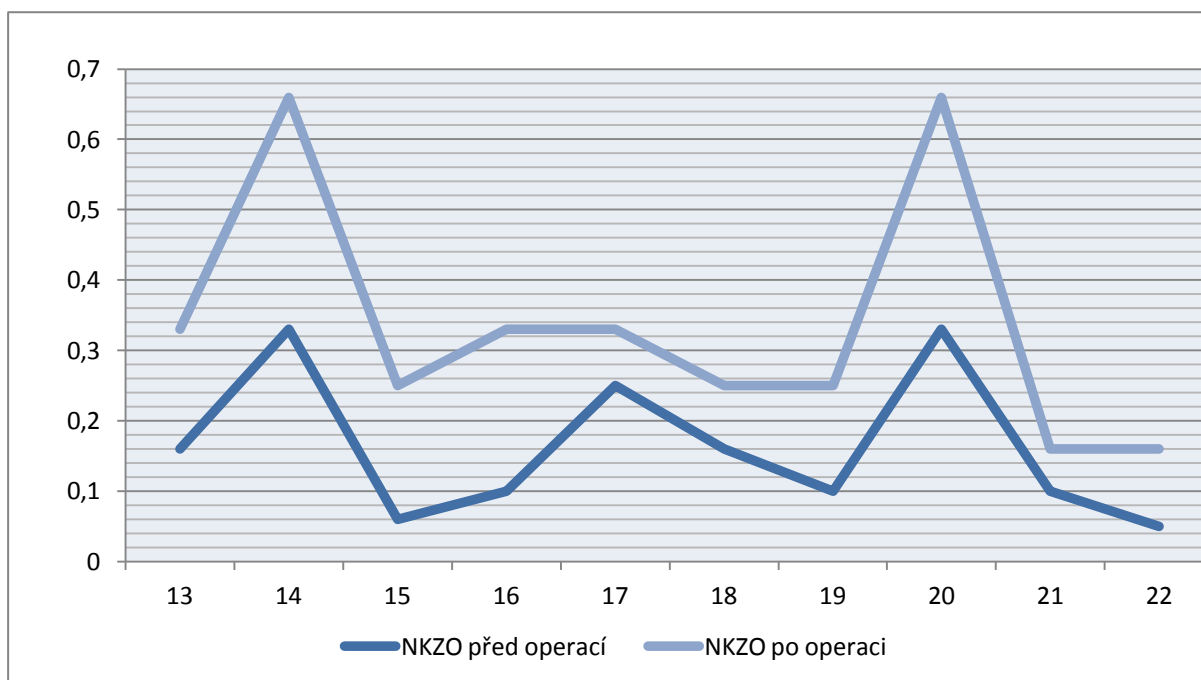
U všech pacientů došlo ke zlepšení nejlépe korigované zrakové ostrosti (viz tab. 2 a graf 2) a k eliminaci příznaků onemocnění. U těchto pacientů byla průměrná NKZO před operací 0,25 s rozsahem od 0,1 do 0,5. NKZO se zlepšila na průměrnou hodnotu 0,67 v rozmezí od 0,16 až 1,0. U tohoto onemocnění byla provedena fotoablace jen v rozsahu Bowmanovy membrány do 12 μm hloubky povrchu rohovky. NKZO 0,16 byla naměřena u jednoho pacienta z důvodu amblyopie při jednostranné hypermetropii.

6.6.2 Výsledky měření NKZO u expoziční keratitidy

Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
13	0,16	0,33
14	0,33	0,66
15	0,06	0,25
16	0,1	0,33
17	0,25	0,33
18	0,16	0,25
19	0,1	0,25

20	0,33	0,66
21	0,1	0,16
22	0,05	0,16

Tab. 3: NKZO u pacientů s expoziční keratitidou



Graf. 3: Změny NKZO u pacientů s expoziční keratitidou

U všech pacientů došlo ke zlepšení nejlépe korigovaného vizu (viz obr 11 a 12). Průměrná předoperační NKZO byla 0,16 s rozmezím od 0,05 do 0,33, po operaci došlo ke zlepšení na průměrnou hodnotu 0,34 s rozsahem od 0,16 po 0,66. U dvou dětí se korigovaný vizus po operaci zlepšil pouze na výsledný vizus 0,16, protože původní zákal měl větší hloubku a oko bylo zatíženo nepravidelným astigmatismem (viz tab. 3 a graf 3).



Obr. 11: Dívka (10 let), expoziční keratitida po 14-denním pobytu na ARO [24]

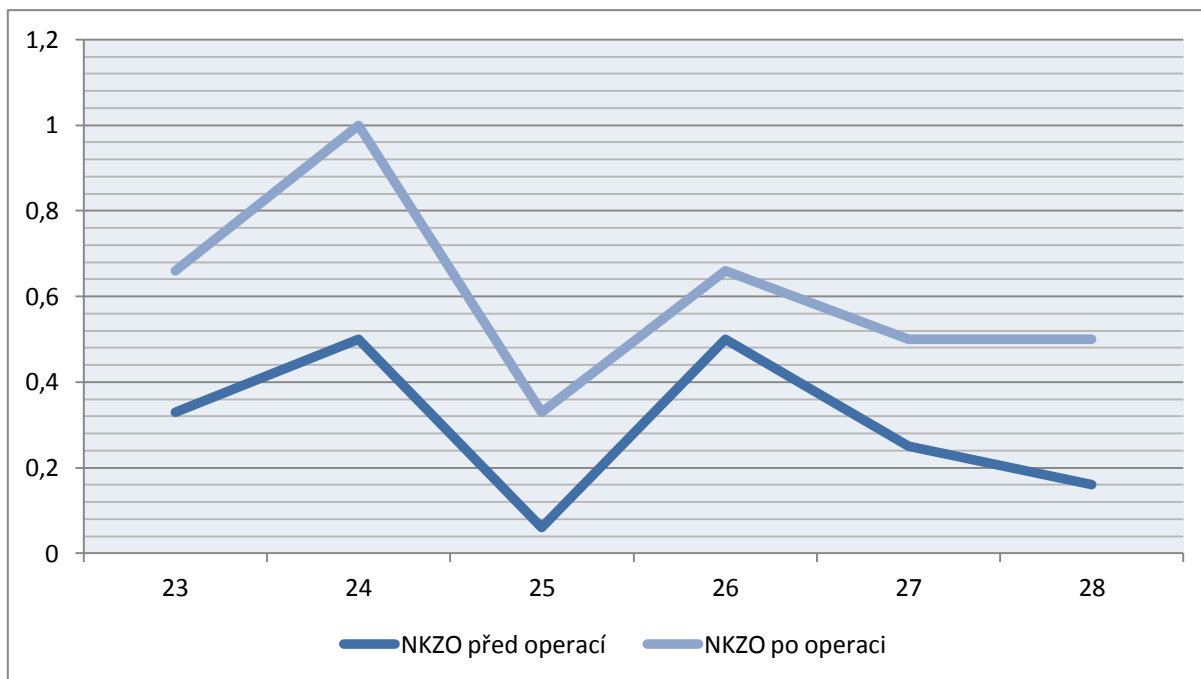


Obr. 12: Stejně oko za 3 roky po zákroku [24]

6.6.3 Výsledky měření NKZO u nesmáčenlivých lézí a mukózních plaků

Pacient	NKZO před operací	NKZO po operaci
23	0,33	0,66
24	0,5	1,0
25	0,06	0,33
26	0,5	0,66
27	0,25	0,5
28	0,16	0,5

Tab. 4: NKZO u pacientů s nesmáčenlivými lézemi a mukózními plakami



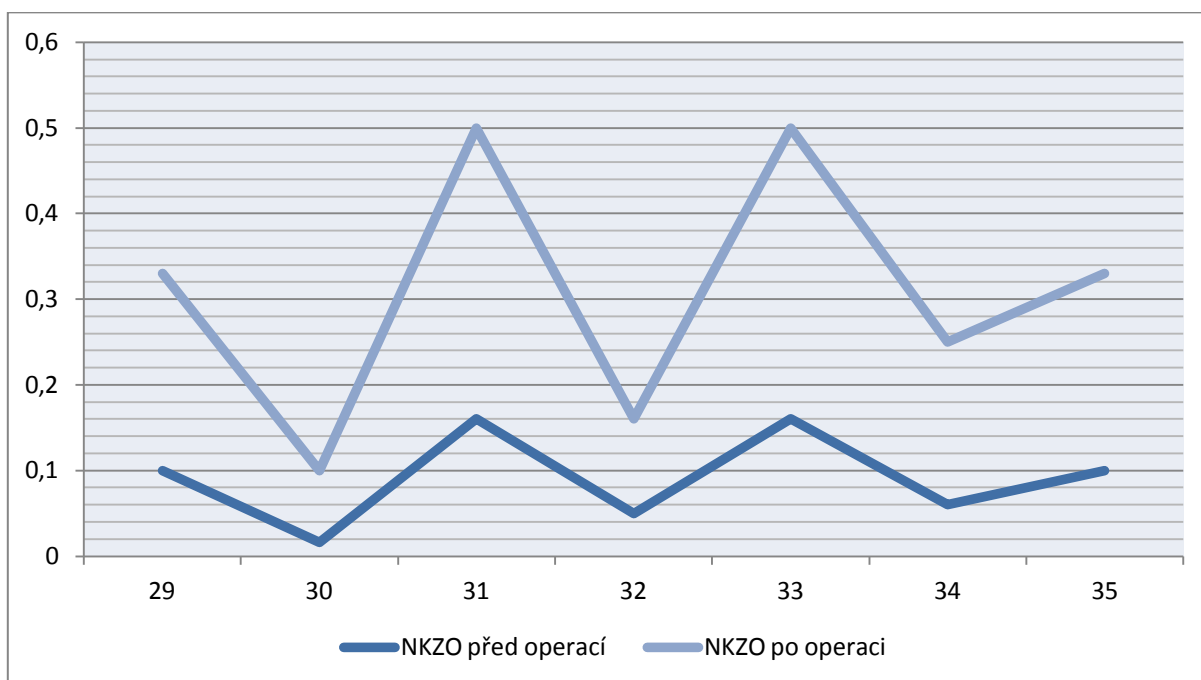
Graf 4: Změny NKZO u pacientů s nesmáčenlivými lézemi a mukózními plaky

U této skupiny dětí, kdy se léčily projevy atopické a vernální keratokonjunktivitidy, se nejlépe korigovaná zraková ostrost zlepšila z průměrné hodnoty vizu před operací 0,3 (od 0,06 do 0,5) na průměrnou hodnotu vizu 0,61 (od 0,33 do 1,0) (viz tab. 4 a graf 4).

6.6.4 Výsledky měření NKZO u zonulární keratopatie

Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
29	0,1	0,33
30	0,016	0,1
31	0,16	0,5
32	0,05	0,16
33	0,16	0,5
34	0,06	0,25
35	0,1	0,33

Tab. 5: NKZO u pacientů se zonulární keratopatií



Graf 5: Změny NKZO u pacientů se zonulární keratopatií

U dětí se zonulární keratopatií se NKZO zlepšila z předoperačních hodnot vizu 0,09 s rozsahem od 0,01 po 0,16 na pooperační průměrnou hodnotu vizu 0,31 v rozmezí od 0,1 do 0,5 (viz tab. 5 a graf 5).

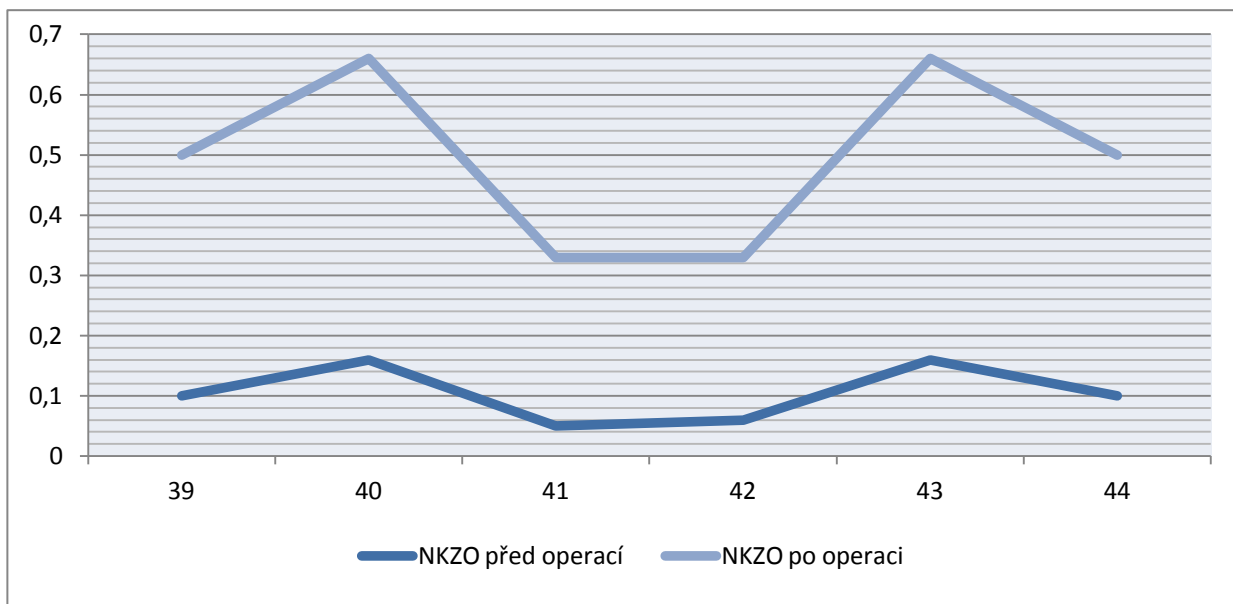
6.6.5 Výsledky měření NKZO u rohovkových dystrofií

Pacienti s rohovkovými dystrofiemi jsou dále rozděleni na pacienty s Coaganovou, Meesmannovou a Reisovou-Bücklerosovou dystrofií. V případě Coaganovy dystrofie byl operován jeden mladistvý pacient, u něhož se vizus zlepšil z 0,16 na 0,5, u Meesmannovy dystrofie podstoupili zákrok dva pacienti, u kterých se zraková ostrost zlepšila z 0,25 na 1,0 u jednoho a z 0,33 na 1,0 u druhého pacienta dlouhodobě po operaci.

Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
39	0,1	0,5
40	0,16	0,66
41	0,05	0,33
42	0,06	0,33

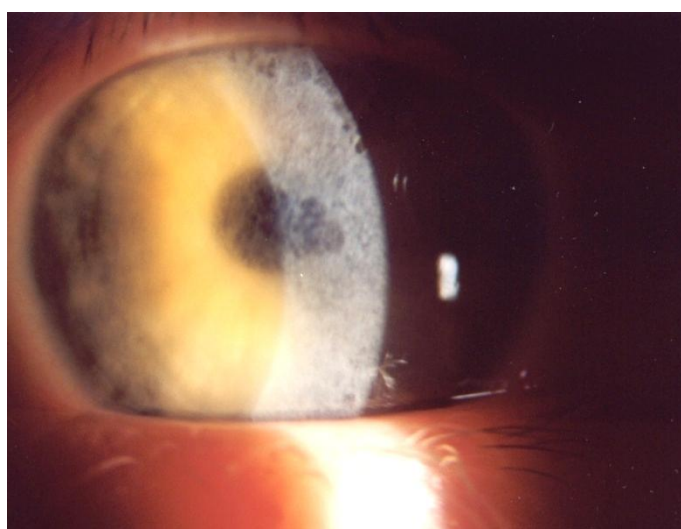
43	0,16	0,66
44	0,1	0,5

Tab. 6: NKZO u pacientů s Reisovou-Bücklersovou dystrofií

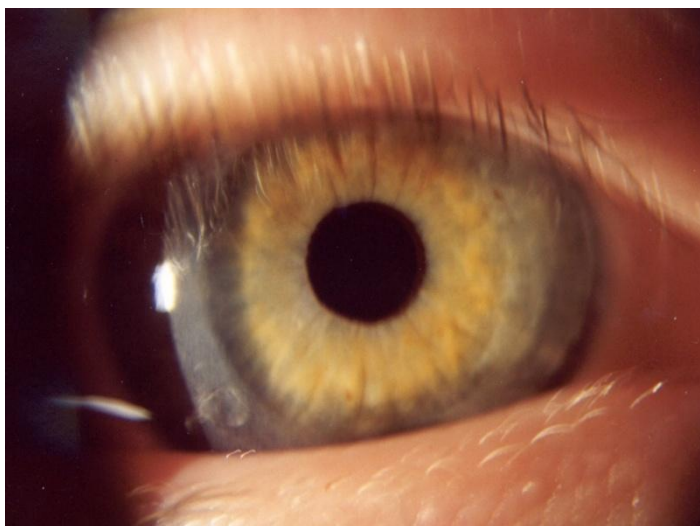


Graf 6: Změny NKZO u pacientů s Reisovou-Bücklersovou dystrofií

U dětí s Reisovou-Bücklersovou dystrofií se PTK aplikovalo vždy na oku s horším vizem, který se zlepšil (viz tab. 6 a graf 6) z původní průměrné hodnoty 0,11 (od 0,05 do 0,16) na průměrnou hodnotu 0,5 (od 0,33 do 0,66) (viz obr 13 a 14).



Obr. 13: Chlapec (12 let) s Reisovou- Bücklersovou dystrofií [24]

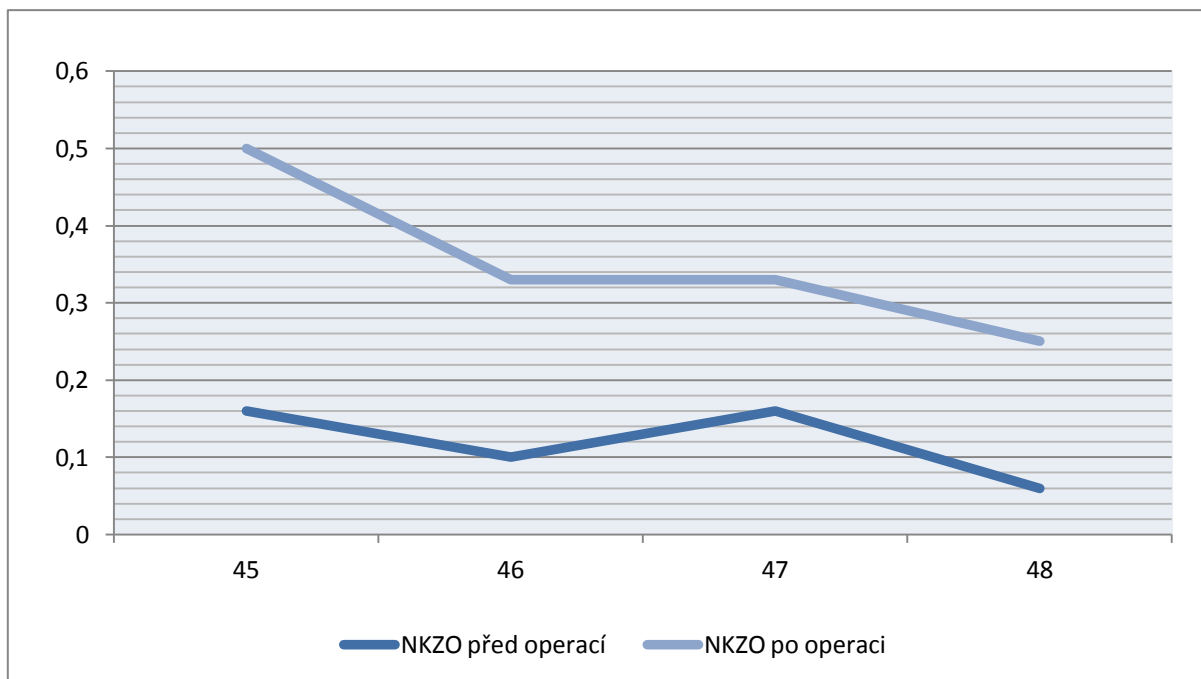


Obr. 14: Stejné oko za 3 roky po zákroku [24]

6.6.6 Výsledky měření NKZO u posttraumatické centrální jizvy

Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
45	0,16	0,5
46	0,1	0,33
47	0,16	0,33
48	0,06	0,25

Tab. 7: NKZO u pacientů s posttraumatickými centrálními jizvami



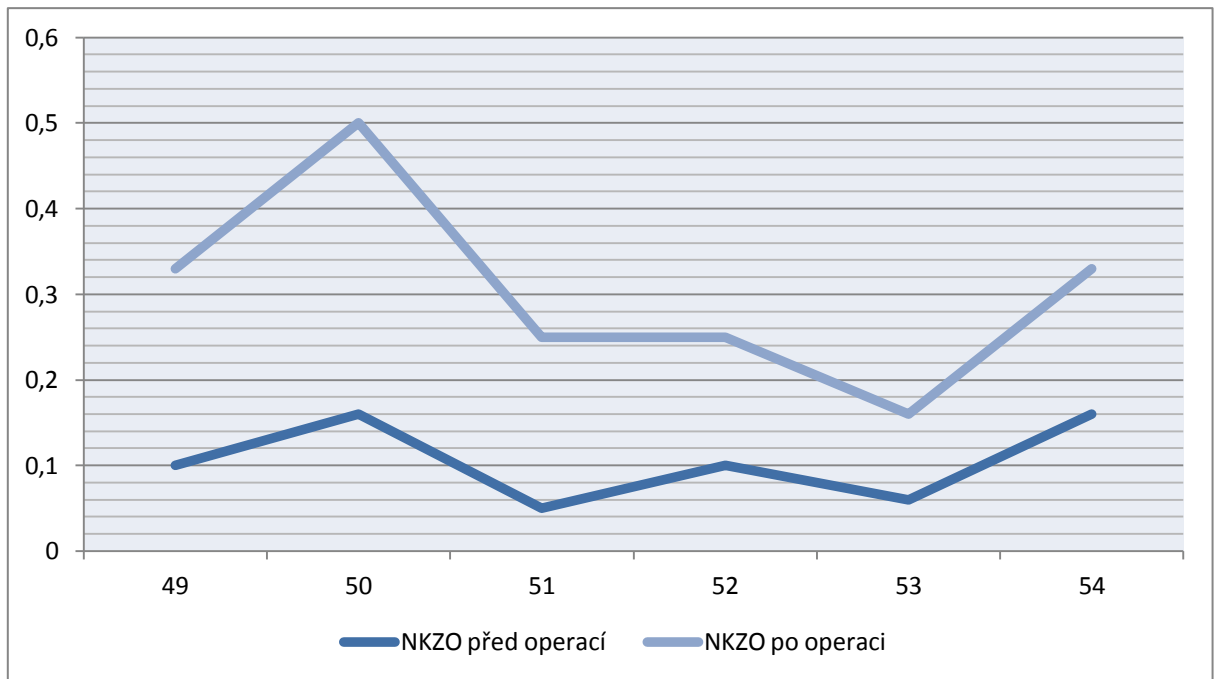
Graf 7: Změny NKZO u pacientů s posttraumatickými centrálními jizvami

Posttraumatické centrální jizvy byly následkem hlubší eroze rohovky. Nejlépe korigovaný vizus se zlepšil z předoperační průměrné hodnoty 0,12 s rozsahem od 0,06 do 0,16 na průměrnou pooperační hodnotu 0,35 v rozmezí od 0,25 po 0,5 (viz tab.7 a graf 7).

6.6.7 Naměřené hodnoty NKZO u postherpetické centrální opacitě

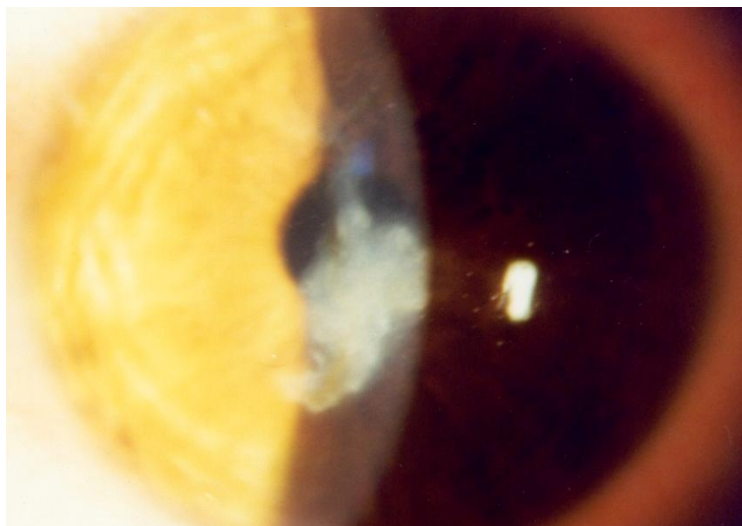
Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
49	0,1	0,33
50	0,16	0,5
51	0,05	0,25
52	0,1	0,25
53	0,06	0,16
54	0,16	0,33

Tab. 8: NKZO u pacientů s postherpetickými centrálními opacitami

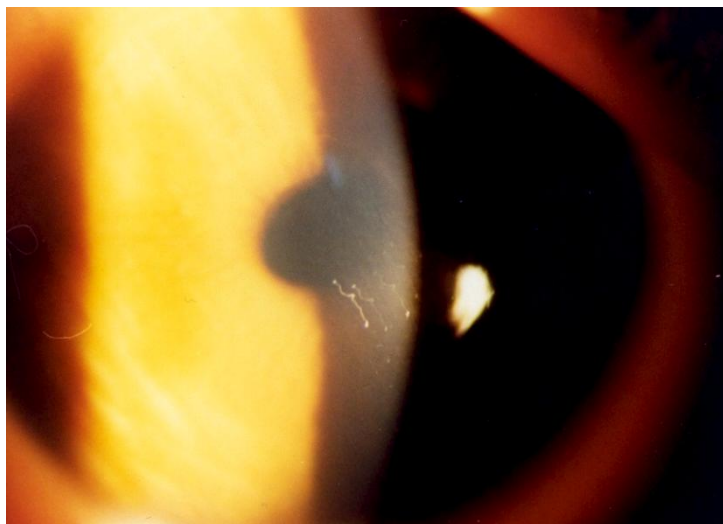


Graf 8: Změny NKZO u pacientů s postherpetickými centrálními opacitami

U všech pacientů došlo ke zlepšení zrakové ostrosti (viz tab. 8 a graf 8) z původní průměrné hodnoty vizu 0,11 (od 0,05 do 0,16) na pooperační průměrnou hodnotu zrakové ostrosti 0,3 (od 0,16 po 0,5). Během sledování nedošlo k obnovení herpetického zánětu (viz obr. 15 a 16).



Obr. 15: Chlapec (11 let), centrální makula rohovky po herpetické keratitidě [24]

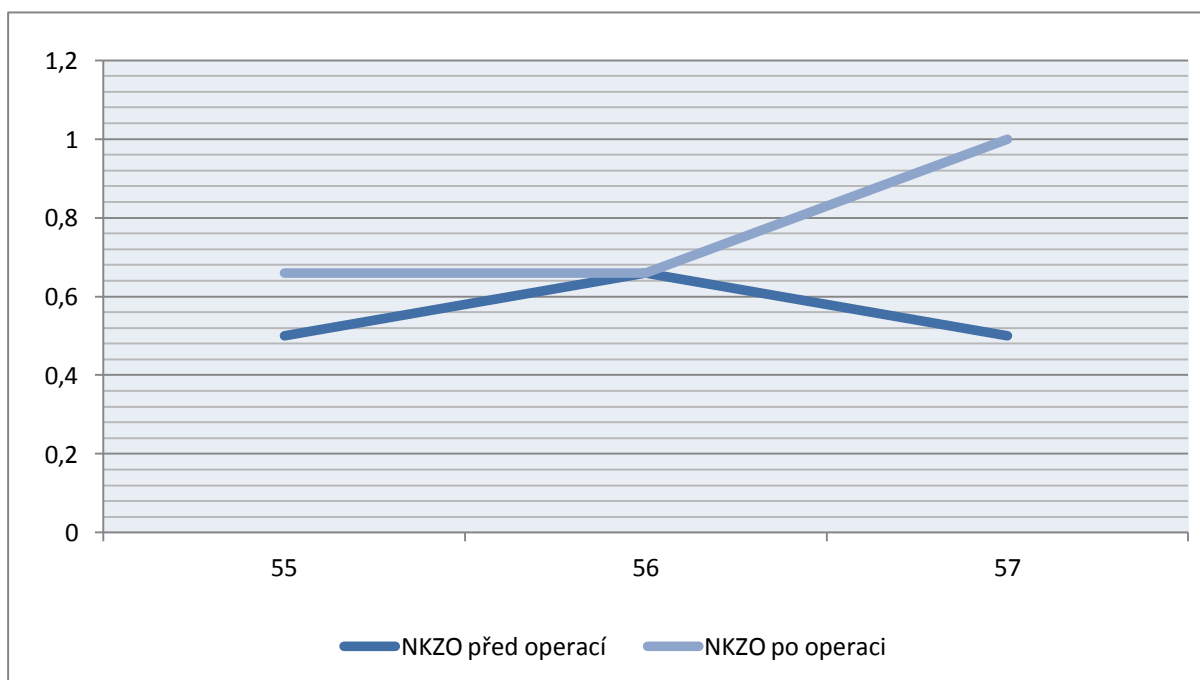


Obr. 16: stejné oko 3 roky po zákroku [24]

6.6.8 Výsledky měření NKZO u pseudopterygia

Pacient	NKZO před zákrokem	NKZO po zákroku
55	0,5	0,66
56	0,66	0,66
57	0,5	1,0

Tab. 9: NKZO u pacientů s pseudopterygiem



U dvou pacientů s pseudopterygiem došlo ke zlepšení zrakové ostrosti a u jednoho pacienta zůstala nejlépe korigovaná zraková ostrost stejná (viz tab. 9 a graf 9). V průměru se ale

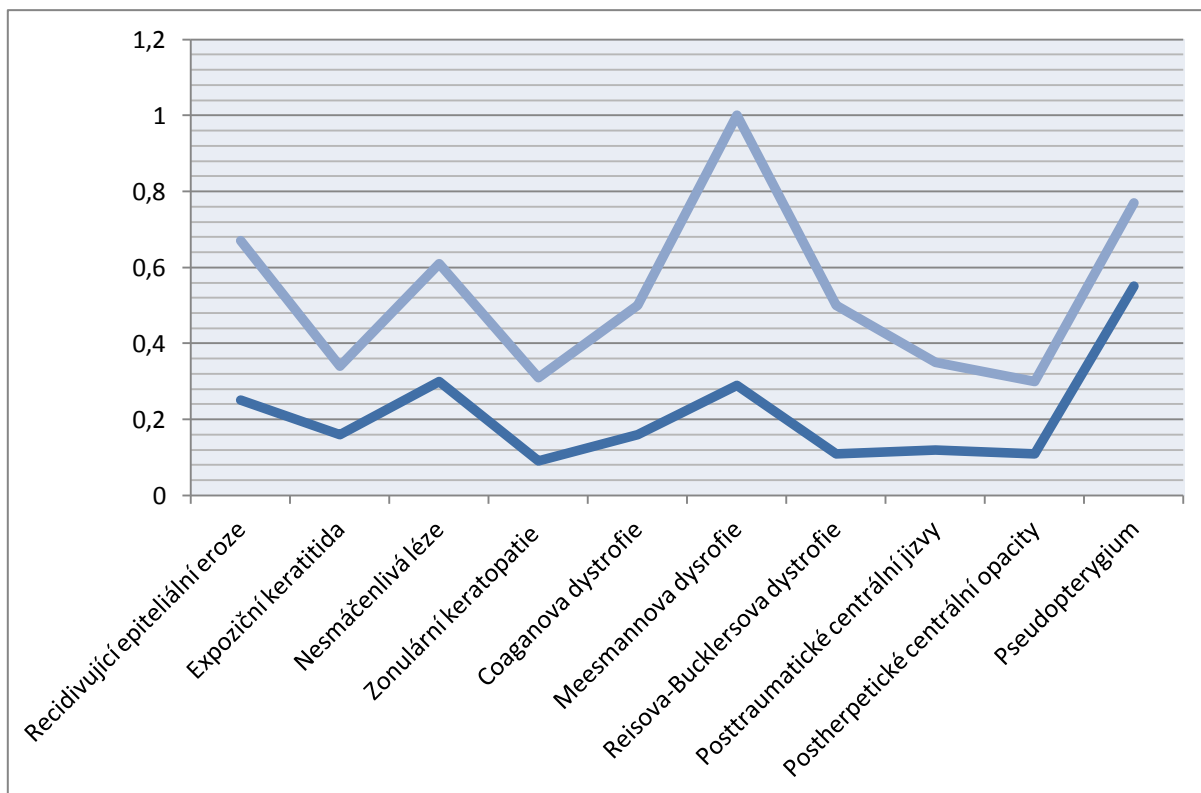
celková zraková ostrost zlepšila z původní průměrné hodnoty 0,55 (od 0,5 do 0,66) na průměrnou hodnotu vizu po zákroku 0,77 (od 0,66 do 1,0).

6.6.9 Přehled všech skupin

Diagnostická skupina	Počet dětí	Průměrná NKZO před zákrokem (rozsah)	Průměrná NKZO před zákrokem (rozsah)
Recidivující epiteliální eroze	12	0,25 (0,1 až 0,5)	0,67 (0,16 až 1,0)
Expoziční keratitida	10	0,16 (0,5 až 0,33)	0,34 (0,16 až 0,66)
Nesmáčenlivé léze, mukózní plaky (při atop. nebo vernální konjunktivitidě)	6	0,3 (0,06 až 0,5)	0,61 (0,33 až 1,0)
Zonulární keratopatie	7	0,09 (0,01 až 0,16)	0,31 (0,1 až 0,5)
Coaganova dystrofie	1	0,16	0,5
Meesmannova dystrofie	2	0,33 a 0,25	1,0
Reisova-Bucklersova dystrofie	6	0,11 (0,05 až 0,16)	0,5 (0,33 až 0,66)
Posttraumatické centrální jizvy	4	0,12 (0,06 až 0,16)	0,35 (0,25 až 0,5)
Postherpetické centrální opacity	6	0,11 (0,05 až 0,16)	0,3 (0,16 až 0,5)
Pseudopterygium	3	0,55 (0,5 až 0,66)	0,77 (0,66 až 1,0)

Tab. 10: Přehled diagnostických skupin a NKZO před zákrokem a po zákroku

Všechny diagnostické skupiny vykazují zlepšení v nejlepší korigované zrakové ostrosti naměřené 2 – 5 let po zákroku (viz tab. 10). Průměrná NKZO před provedením operace celého souboru byla $0,21 \pm 0,13$ s rozsahem NKZO od 0,016 do 0,66. Naměřená průměrná hodnota NKZO po operaci se zlepšila na $0,54 \pm 0,22$ s hodnotami v rozmezí od 0,1 do 1,0. Zlepšení NKZO je graficky znázorněno v grafu 10.



Graf 10: Přehled diagnostických skupin a jejich změn v NKZO

6.7 Výsledky výzkumu u kombinace PTK + PRK

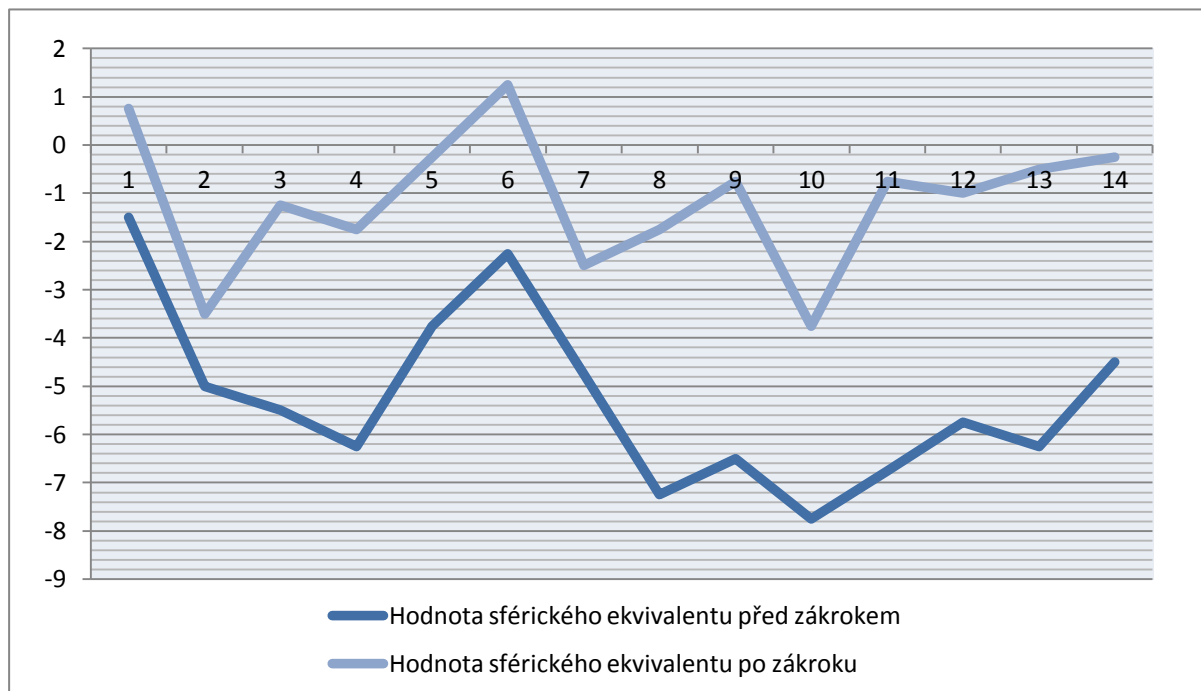
Výsledky jsou uspořádány do tabulek a grafů. Pacienti jsou rozděleni do dvou skupin, první skupina podstoupila kombinaci PTK s PRK z důvodu myopie a astigmatismu a druhá skupina podstoupila kombinaci těchto zákroků z důvodu hypermetropie a případného astigmatismu. Pacienti jsou očíslováni chronologicky podle věku v jednotlivých skupinách. Výsledky jsou uvedeny v hodnotách sférického ekvivalentu. Hodnota NKZO po zákroku je měřena po dvou letech od provedené operace.

6.7.1 Výsledky měření sférického ekvivalentu u myopie

Pacient	Sférický ekvivalent před zákrokem	Sférický ekvivalent po zákroku
1	-1,5 D	+0,75 D
2	-5,0 D	-3,5 D
3	-5,5 D	-1,25 D
4	-6,25 D	-1,75 D

5	-3,75 D	-0,25 D
6	-2,25 D	+1,25 D
7	-4,75 D	-2,5 D
8	-7,25 D	-1,75 D
9	-6,5 D	-0,75 D
10	-7,75 D	-3,75 D
11	-6,75 D	-0,75 D
12	-5,75 D	-1,0 D
13	6,25 D	-0,5 D
14	-4,5 D	-0,25 D

Tab. 11: Sférický ekvivalent u myopických pacientů



Graf 11: Změna hodnoty sférického ekvivalentu u dětí s myopií

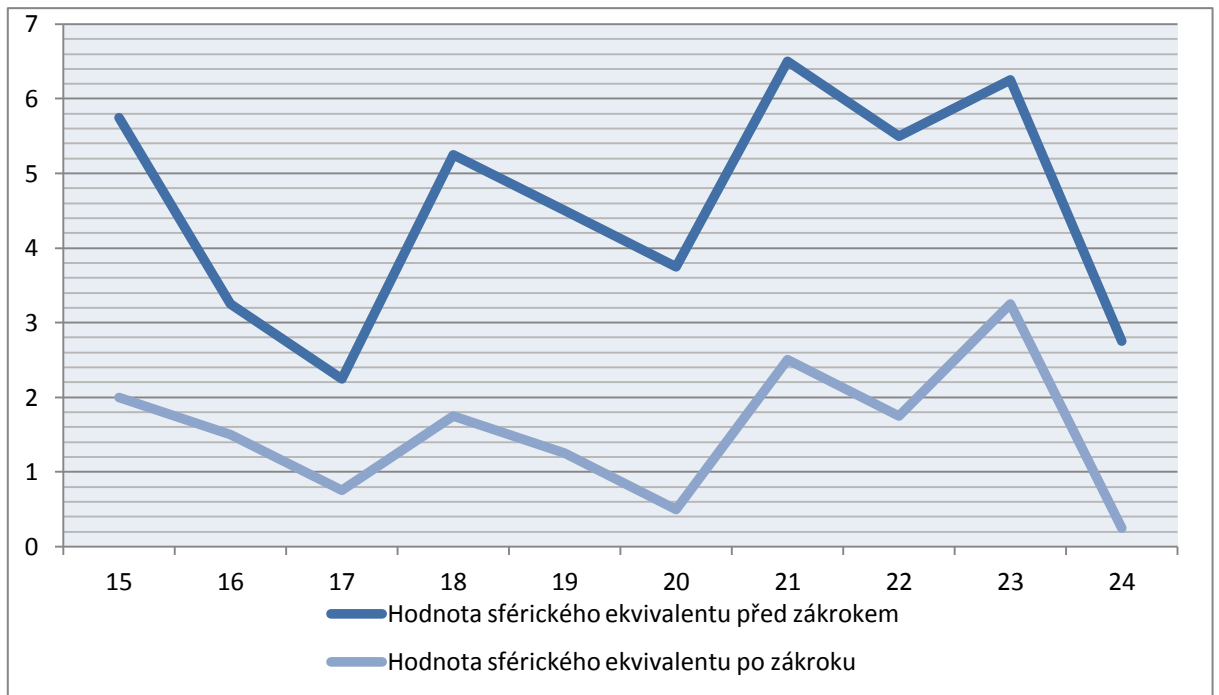
U myopických pacientů se hodnota průměrného sférického ekvivalentu po kombinaci zákroků PTK + PRK zlepšila (viz tab. 11 a graf 11) z předoperační hodnoty $-5,27 \text{ D} \pm 1,74 \text{ D}$

s rozsahem od -1,5 D do -7,75 D na průměrnou hodnotu $-1,14 \text{ D} \pm 1,38 \text{ D}$ s rozsahem od +1,25 D do -3,75 D.

6.7.2 Výsledky měření sférického ekvivalentu u hypermetropie

Pacient	Sférický ekvivalent před zákrokem	Sférický ekvivalent po zákroku
15	+5,75 D	+2,0 D
16	+3,25D	+1,5 D
17	+2,25 D	+0,75 D
18	+5,25 D	+1,75 D
19	4,5 D	+1,25 D
20	3,75 D	+0,5 D
21	6,5 D	+2,5 D
22	5,5 D	+1,75 D
23	6,25 D	+3,25 D
24	2,75 D	+0,25 D

Tab. 12: Sférický ekvivalent u hypermetropických pacientů



Graf 12: Změna hodnoty sférického ekvivalentu u dětí s hypermetropií

Po kombinovaném zákroku PTK + H-PRK se průměrná hodnota u sférického ekvivalentu zlepšila (viz tab. 12 a graf 12) z původně naměřených hodnot před operací $+4,58 \pm 1,43$ (rozsah od $+2,25$ do $+6,5$) na hodnotu $+1,55 \pm 0,87$ (rozsah od $0,25$ do $3,25$).

6.8 Zhodnocení výsledků a hypotéz

Hypotéza č. 1: Předpokládám zlepšení zrakové ostrosti po zákroku PTK.

U 56 operovaných očí došlo ke zlepšení nejlepší korigované zrakové ostrosti, pouze u jednoho pacienta operovaného z důvodu pseudopterygia, zůstala zraková ostrost stejná jako před zákrokem. Ke zhoršení nedošlo u žádného operovaného oka.

Hypotézu č. 1 lze potvrdit.

Hypotéza č. 2: Předpokládám, že selepší hodnota sférického ekvivalentu po kombinaci zákroku PTK s PRK.

U všech pacientů, kteří podstoupili kombinaci zákroků PTK s PRK, došlo ke snížení jejich dioptrické vady. Výsledný sférický ekvivalent se u myopických pacientů posunul z původní hodnoty $-5,27 D \pm 1,74 D$ na hodnotu $-1,14 D \pm 1,38 D$ a u hypermetropických pacientů z původní hodnoty $+4,58 \pm 1,43$ na hodnotu $+1,55 \pm 0,87$.

Hypotéza č. 2 se tedy potvrdila.

6.9 Souhrn výsledků

Při hodnocení výsledné zrakové ostrosti byl soubor 57 dětí rozdělen do osmi diagnostických skupin s průměrným věkem 12,6 let. U všech pacientů došlo ke snížení nebo k úplnému vymizení iritujících příznaků onemocnění.

První skupinu tvořilo 12 pacientů s recidivující epiteliální erozí, kdy průměrná nejlépe korigovaná zraková ostrost před operací byla 0,25 a po zákroku se zlepšila na 0,67. Do druhé skupiny byly zařazeny děti s expoziční keratitidou. Těchto 10 dětí mělo průměrnou NKZO před operací 0,16 a po zákroku již 0,34. Při atopické nebo vernální konjunktivitidě se u 6 pacientů vyskytly nesmáčenlivé léze nebo mukózní plaky a bylo nutno podstoupit PTK. Před zákrokem byla průměrná NKZO 0,3, po zákroku bylo naměřeno v průměru 0,61. V diagnostické skupině dětí se zonulární keratopatií byl naměřen nejlepší korigovaný vizus před zákrokem 0,09 a po zákroku se tato hodnota zvýšila na 0,31. Skupina rohovkových dystrofií se dále rozdělila na pacienty s Coaganovou dystrofií, které obsahovala jednoho pacienta s vizem před operací 0,16 a po operaci nabyla tato hodnota čísla 0,5. Dva pacienti s Meesmannovou dystrofií měli předoperační nejlépe korigovaný vizus 0,33 a 0,25 a po operaci byl naměřen vizus 1,0. Skupina s Reisovou-Bücklersovou dystrofií se skládala z 6 pacientů a jejich průměrná nejlépe korigovaná zraková ostrost před zákrokem byla 0,11 a po zákroku 0,5. S posttraumatickými centrálními jizvami se léčily 4 děti a jejich NKZO před operací byla 0,12 a po zákroku 0,35. V diagnostické skupině s postherpetickými centrálními opacitami byli 4 pacienti a jejich NKZO před operací byla 0,11 a po zákroku se naměřila 0,3. 3 děti obsahovala skupina s pseudopterygiem a jejich naměřená nejlepší zraková ostrost byla před zákrokem 0,55 a po operaci 0,77.

Při hodnocení výsledné refrakce jsem soubor 24 dětí rozdělila do dvou skupin podle toho, zda byli myopové nebo hypermetropové.

Skupina se 14 myopickými pacienty vykazovala průměrný sférický ekvivalent před kombinovaným zákrokem PTK + PRK $-5,27 \text{ D} \pm 1,74 \text{ D}$ a po zákroku se tato hodnota snížila na $-1,14 \text{ D} \pm 1,38 \text{ D}$. Hypermetropických dětí bylo 10 a před kombinovaným zákrokem se naměřila hodnota sférického ekvivalentu $+4,58 \text{ D} \pm 1,43 \text{ D}$ a po zákroku se hodnota snížila na výsledných $+1,55 \text{ D} \pm 0,87 \text{ D}$.

6.10 Diskuze

První informace o možném léčebném využití excimer laseru uvedl Trokel a kol. v roce 1983. První využití fototerapeutické keratektomie (PTK) v klinické praxi použil v roce 1988 poprvé Gartry k ablaci rohovkové léze u vidoucího oka. V roce 1989 byla v USA zahájena studie, která zkoumala bezpečnost a efektivitu metody PTK. Z klinických výsledků této studie vyplynulo, že nejvhodnějšími indikacemi pro použití PTK je recidivující rohovková eroze, zonulární keratopatie a rohovkové dystrofie se zákaly v předním stromatu rohovky. Mezi další indikace patří expoziční keratitida, recidivující pterygium, recidivující herpes simplex keratitidy, atopické a vernální keratokonjunktivitidy a jizevnaté léze rohovky. [19]

Výše uvedené indikační skupiny tvoří také sledovaný soubor pacientů v této práci. Výzkum tvoří dvě samostatné hypotézy. První se zabývá hodnocením nejlépe korigované zrakové ostrosti před zákrokem a po něm a druhá hodnotí výslednou refrakci po kombinaci zákroku PTK + PRK ve srovnání s refrakcí před zákrokem. V případě zrakové ostrosti byly hodnoty naměřeny před operací a 2 – 5 let po zákroku, v případě refrakce byly hodnoty naměřeny před zákrokem a 2 roky po něm.

Na téma Výsledky léčby povrchových onemocnění rohovky excimerovým laserem bylo provedeno několik studií, většina však zkoumá dospělé pacienty a jen málo z nich zahrnuje do výzkumu i dětské pacienty s dostatečně početným souborem a adekvátní dobou sledování.

Nejčastěji je v literatuře popisována léčba recidivujících erozí pomocí metody PTK. V souboru 12 pacientů, kteří byli sledováni v této práci, se za celou dobu sledování (2 – 5 let) nevyskytla žádná recidiva, pacientům se po zákroku zvýšila zraková ostrost na průměrných 0,67 a pacienti byli bez obtíží. Dausch a kol. léčili v roce 1988 prvního pacienta se vzdorovitým syndromem recidivující eroze rohovky pomocí PTK. První případ reagoval příznivě a skupina pokračovala v léčbě dalších pacientů. Další studie uvádí celkové úspěšnost vyléčení 74 – 89%. [10] [19]

U sedmi dětí se zonulární keratopatií, kterými se zabývala tato práce, byla indikací k operaci zhoršená zraková ostrost s možností zlepšení po zákroku. Ke zlepšení také došlo a nejlépe korigovaná zraková ostrost u těchto dětí stoupla v průměru na 0,31. O'Brart ve své studii 122 očí léčených se zonulární keratopatií prezentoval rychlé uzdravení u 78 z nich. Porovnáním všech skupin s předoperačními syndromy byly pooperační výsledky následující: 88% zlepšení zrakové ostrosti a 80% snížení oslnění. Claoue ve své studii 21 případů, zaznamenal 53%

zlepšení ZO na Snellenově optotypu, u šesti pacientů zůstala zraková ostrost po PTK nezměněna. Bolest se snížila nebo zcela vymizela ve všech případech. [10]

Velké množství autorů také referuje o značném přínosu PTK v léčbě rohovkových dystrofií. Hlavní indikací v případě skupiny 9 dětí s rohovkovými dystrofiemi, kterými se zabývala tato práce, bylo zlepšení vizu odstraněním subepiteliálních depozit a snížení bolestivosti. Zraková ostrost stoupla po zákroku u všech dětí. Fagerholm a kol. zařadili do svého výzkumu 27 pacientů s rohovkovými dystrofiemi, uváděl všechny dystrofie v jedné skupině a získal 77,8% úspěšnost. [10]

U skupiny 4 pacientů s posttraumatickými centrálními jizvami a u skupiny 6 pacientů s postherpetickými centrálními zákaly jsem v této práci zaznamenala také zlepšení zrakové ostrosti ve 100% případů. Fagerholm a kol. léčili 30 očí s poinfekčními jizvami (kromě herpes simplex) s maximální hloubkou ablace 75 mm do stromatu. U 73% případů dosáhli svého léčebného cíle. Campos zaznamenal 50% zlepšení zrakové ostrosti u šesti případů s poinfekčními jizvami. Fagerholm zaznamenal 15 pacientů včetně dvou dětí, u kterých byla operace provedena v celkové anestezii. Dosáhl 80% zlepšení ZO o tři a více Snellenových řad. [10]

Tato práce se dále zabývá kombinací metody PTK a PRK, kdy se u 14 myopických pacientů dosáhlo zlepšení zrakové ostrosti a výsledný sférický ekvivalent se v průměru snížil na $-1,14 \text{ D} \pm 1,38 \text{ D}$. U hypermetropických dětí výsledný sférický ekvivalent klesl na $+1,55 \text{ D} \pm 0,87 \text{ D}$. Gibraltar a Trokel hodnotili výsledky léčby zahrnující PTK a PRK. Dva pacienti s vysokým stupněm nepravidelného astigmatismu, kteří netolerovali kontaktní čočky, byli ošetřeni tímto způsobem. Zraková ostrost se oproti předoperačním hodnotám zlepšila. Jeden pacient byl záměrně podkorigován o $-2,25 \text{ D}$, vzhledem k obavám, že periferně umístěná PTK bude přispívat k celkovému oploštění rohovky. Zbytková krátkozrakost byla $-2,75 \text{ D}$. [10]

Na závěr je možné konstatovat, že retrospektivní studie prokázala možnost léčby dětí pomocí PTK bezpečně a efektivně. U všech pacientů došlo ke zlepšení zrakové ostrosti nebo vymizely subjektivní iritace postiženého oka. Kombinace PTK a PRK nabízí ideální řešení, jak vyléčit povrchové onemocnění rohovky a zároveň snížit refrakční vadu pacienta.

7. ZÁVĚR

Teoretická část této práce popisuje anatomii a histologii rohovky, v následující kapitole jsou obsaženy vyšetřovací metody předního segmentu oka, které jsou důležité pro předoperační vyšetření před laserovým zákrokem. V další kapitole jsou zahrnuty povrchová onemocnění rohovky, mezi kterými jsou zařazeny anomálie rohovky indikované pro fototerapeutickou léčbu. V kapitole obsahující informace o excimerovém laseru se práce zabývá historickým vývojem laseru a rohovkové chirurgie, refrakčními zákroky prováděnými pomocí tohoto laseru a využitím excimerového laseru v léčbě povrchových onemocnění rohovky.

Cílem výzkumné části práce bylo porovnat nejlépe korigovanou zrakovou ostrost před a po fototerapeutické keratektomii. Data po operaci byla měřena v průběhu 2 – 5 let od uplynutí zákroku. Druhým cílem bylo srovnání sférického ekvivalentu u myopických nebo hypermetropických pacientů. Hodnoty sférického ekvivalentu se měřily před kombinovaným zákrokem PTK s PRK a dva roky po něm.

První hypotéza této práce předpovídala, že se nejlepší korigovaný vizus po zákroku PTK zlepší. Tento předpoklad se potvrdil. U 56 pacientů se zraková ostrost po operaci zlepšila a u jednoho pacienta zůstala stejná. Také se u těchto pacientů snížily subjektivní příznaky onemocnění a neprojevila se během sledovaných let žádná recidiva.

Druhý předpoklad se zabýval zlepšením sférického ekvivalentu po kombinovaném zákroku fototerapeutické keratektomie s fotorefraktivní keratektomií. Tato hypotéza se také potvrdila. U všech pacientů došlo ke snížení jejich původní refrakční vady.

Z uvedených výsledků vyplývá, že fototerapeutická keratektomie je bezpečná a efektivní metoda, která se používá pro léčbu povrchových onemocnění rohovky u dospělých i dětských pacientů. Kombinace metody PTK a PRK je výhodné aplikovat u pacientů, u kterých se spojuje povrchové onemocnění rohovky s refrakční vadou.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 1.vyd. Praha: Grada, 2007, [40], 768 s. ISBN 978-802-4711-638.
2. KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a embryologie oka: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000, 206 s. ISBN 80-701-3313-9.
3. VLKOVÁ, Eva a František VLK. *Lexikon očního lékařství: výkladový ilustrovaný slovník*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2008, 607 s. ISBN 978-802-3989-069.
4. *Diagnostika a léčba očních chorob v praxi*. 1. vyd. v češtině. Překlad Pavel Diblík. Praha: Triton, 2004, 618 s. ISBN 80-725-4536-1.
5. PETROVÁ, Sylvie, Zdeňka MAŠKOVÁ a Tomáš JUREČKA. *Základy aplikace kontaktních čoček: výkladový ilustrovaný slovník*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2008, 219 s. ISBN 978-807-0134-702.
6. RUTRLE, Miloš. *Přístrojová optika: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000, 189 s. ISBN 80-701-3301-5.
7. ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2006, 373 s. ISBN 80-246-1213-5.
8. AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ. *Nauka o zraku*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2002, 226 s. ISBN 80-701-3362-7.
9. KOLÍN, Jan. *Oční lékařství*. 2., přepr. vyd. Praha: Karolinum, 2007, 109 s. ISBN 978-802-4613-253.
10. AL], Charles N.J. McGhee ... [et]. *Excimer lasers in ophthalmology: principles and practice*. 2., přepr. vyd. London: Martin Dunitz, 1997, 109 s. ISBN 18-531-7253-7.
11. STREITOVÁ, Ivana. *Glaukom - chronické oční onemocnění*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
12. KIRIČENKOVÁ, Larisa. *Diagnostické zobrazovací metody v oftalmologii*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
13. MRKVICOVÁ, Alžběta. *Topografie rohovky*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.

14. BURIÁNKOVÁ, Lucie. Moderní přístrojová technika v optometrii. Brno, 2013.
Bakalářská práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
15. ZEMÁNKOVÁ, Anežka. Rizika a komplikace refrakční laserové chirurgie. Brno, 2014.
Bakalářská práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
16. BUREŠOVÁ, Karolína. Degenerativní onemocnění rohovky - keratokonus, změny tloušťky rohovky v závislosti na změně poloměru křivosti. Brno, 2010. Diplomová práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
17. FOJTÍKOVÁ, Eliška. Fototerapeutická keratektomie v léčbě povrchových onemocnění rohovky. Brno, 2014. Diplomová práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
18. PIRNEROVÁ, Lenka. Fototerapeutická keratektomie v léčbě povrchových onemocnění rohovky. Brno, 2011. Disertační práce. Masarykova univerzita, lékařská fakulta.
19. HORÁČKOVÁ M., HRUBÁ H., VLKOVÁ E., MÍČA Z. Význam fototerapeutické keratektomie v léčbě povrchových onemocnění rohovky. Česká a slovenská oftalmologie. 59, 2003, No. 2, p 105 – 112.
20. Ophthalmic Equipment Guide [online] dostupné z:
http://usa.nidek.com/wp-content/uploads/2012/05/Product_Guide_2014_QA.pdf [cit. 2015-04-09]
21. Topo – Assisted Excimer Laser [online] dostupné z:
<http://usa.nidek.com/products/excimer-laser> [cit. 2015-04-09]
22. Stavba rohovky [online] dostupné z:
<http://www.cocky-kontaktni.cz/slovník/rohovka-kornea.html> [cit. 2015-04-14]
23. Kombinovaná metoda PTK [online] dostupné z:
<http://ocima.cz/?p=697> [cit. 2015-04-14]
24. Obrázky vybrány z fotodokumentace pacientů dětské oční kliniky FN Brno

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Stavba rohovky

Obr. 2: Edém rohovky u bulózní keratopatie

Obr. 3: Keratitis dendritica (virus herpes simplex)

Obr. 4: Fuchsova dystrofie

Obr. 5: Profil rohovky po fotoablaci u hypermetropie

Obr. 6: Profil rohovky po fotoablaci u myopie

Obr. 7: Schéma mechanismu mikrokeratomu

Obr. 8: Kombinovaná metoda PTK (*Schéma vlevo zobrazuje mechanické odstraňování epitelu pomocí celulózní houby, vpravo je znázorněno použití maximální zóny při laserové PTK*)

Obr. 9: Haze

Obr. 10: Excimerový laser EC-5000

Obr. 11: Dívka (10 let), expoziční keratitida po 14-denním pobytu na ARO

Obr. 12: Stejně oko za 3 roky po zákroku

Obr. 13: Chlapec (12 let) s Reis- Bücklersovou dystrofií

Obr. 14: Stejně oko za 3 roky po zákroku

Obr. 15: Chlapec (11 let), centrální makula rohovky po herpetické keratitidě

Obr. 16: stejné oko 3 roky po zákroku

10. SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Rozdělení pacientů s PTK podle diagnostických skupin a jednotlivých zastoupení

Tab. 2: NKZO u pacientů s recidivující epiteliální erozí

Tab. 3: NKZO u pacientů s expoziční keratitidou

Tab. 4: NKZO u pacientů s nesmáčenlivými lézemi a mukózními plaky

Tab. 5: NKZO u pacientů s zonulární keratopatií

Tab. 6: NKZO u pacientů s Reisovou-Bücklersovou dystrofií

Tab. 7: NKZO u pacientů s posttraumatickými centrálními jizvami

Tab. 8: NKZO u pacientů s postherpetickými centrálními opacitami

Tab. 9: NKZO u pacientů s pseudopterygiem

Tab. 10: Přehled diagnostických skupin a NKZO před zákrokem a po zákroku

Tab. 11: Sférický ekvivalent u myopických pacientů

Tab. 12: Sférický ekvivalent u hypermetropických pacientů

11. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Procentuální zastoupení pacientů v jednotlivých diagnostických skupinách

Graf 2: Změny NKZO u pacientů s recidivující epitelální erozí

Graf. 3: Změny NKZO u pacientů s expoziční keratitidou

Graf 4: Změny NKZO u pacientů s nesmáčenlivými lézemi a mukózními plaky

Graf 5: Změny NKZO u pacientů s zonulární keratopatií

Graf 6: Změny NKZO u pacientů s Reisovou-Bücklersovou dystrofií

Graf 7: Změny NKZO u pacientů s posttraumatickými centrálními jizvami

Graf 8: Změny NKZO u pacientů s postherpetickými centrálními opacitami

Graf 9: Změny NKZO u pacientů s pseudopterygiem

Graf 10: Přehled diagnostických skupin a jejich změn v NKZO

Graf 11: Změna hodnoty sférického ekvivalentu u dětí s myopií

Graf 12: Změna hodnoty sférického ekvivalentu u dětí s hypermetropií

12. SEZNAM ZKRATEK

ArF	argonfluoridový
D	dioptrie
eV	elektronvolt
H-PRK	hypermetropická fotorefraktivní keratektomie
LASEK	laser-assisted subepitelial keratektomy
LASIK	laser in situ keratomileusis
mm	milimetr
MMC	mitimycin C
NKZO	nejlépe korigovaná zraková ostrost
nm	nanometr
PRK	fotorefraktivní keratektomie
PTK	fototerapeutická keratektomie
UV	ultrafialové
ZO	zraková ostrost
μm	mikrometr