

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

**LUCIE
BERNÁŠKOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů**

Optometrie a laserové operace

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Lucie Bernášková

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jakub Král

Konzultant bakalářské práce: Mgr. Zdeňka Vaňharová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bernášková** Jméno: **Lucie** Osobní číslo: **419067**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Optika a optometrie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Optometrie a laserové operace

Název bakalářské práce anglicky:

Optometry and laser surgery

Pokyny pro vypracování:

Studentka zpracuje problematiku refrakční chirurgie. Mnoho faktorů ovlivňuje výslednou spokojenost klienta, který absolvoval refrakční operaci. Studentka popíše rizika, požadavky a limity refrakční chirurgie. V úvodních kapitolách popíše optický systém oka, anatomii předního segmentu oka, refrakční vady oka. Dále popíše vyšetřovací metody, které se podstupují před refrakčním výkonem. V praktické části dále zpracuje statistiku návštěvnosti pacientů refrakčního centra, jejich četnost refrakčních vad a kontraindikací a důvody k absolvování refrakčního výkonu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KIM, T., del BARRIO, J. L. A., WILKINS, M., COCHENER, B., ANG, M., Refractive surgery, The Lancet, ročník 393, číslo 10185, 2019, 2085-2098 s., DOI: 10.1016/S0140-6736(18)33209-4
- [2] ELLIOTT, D., Clinical procedures in primary eye care, ed. 5th, Philadelphia: Elsevier, 2020, ISBN 9780702077890
- [3] KUCHYNKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Jakub Král

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Mgr. Zdeňka Vaňharová

Datum zadání bakalářské práce: **17.05.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**


doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

Název bakalářské práce: Optometrie a laserové operace

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou refrakční chirurgie, jejími riziky a kontraindikacemi. Úvod práce se věnuje oku jako optickému systému, fyziologii a anatomii rohovky, refrakčním vadám, kvůli kterým se podstupují refrakční zákroky. Další část je zaměřena na řadu vyšetření, která jsou nutná podstoupit před samotným zákrokem a jenž nám udávající celkový stav oka. Práce rozvádí druhy rizik a kontraindikací, která určují výběr nejvhodnějšího výkonu pro daného pacienta. Poslední kapitola popisuje základní refrakční zákroky a jejich rozdělení na laserové a nelaserové.

Klíčová slova:

laserová refrakční chirurgie, LASIK, kontraindikace, refrakce, rohovka

Bachelor's Thesis title: Optometry and laser surgery

Abstract:

This bachelor thesis deals with the issue of refractive surgery, its risks and contraindications. The introduction deals with the eye as an optical system, physiology and anatomy of the cornea, refractive errors, due to which refractive procedures are performed. The next part is focused on a number of examinations that are necessary to undergo before the procedure itself, which gives us the overall condition of the eye. The work elaborates the types of risks and contraindications, which indicate the selection of the most appropriate procedure for a given. The last chapter describes the basic refractive procedures and their division into laser and non-laser.

Key words:

laser refractive surgery, LASIK, contraindications, refraction, cornea

PODĚKOVÁNÍ

Na hlavním místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Královi za konzultace, odborné vedení, vstřícný přístup a cenné rady, které mi pomohly při psaní této práce. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Vaňharové, za ochotu a rady v nejistých dobách a Oční klinice Gemini za přístup k datům. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodinně za oporu během studií.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Optometrie a laserové operace* vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V Kladně dne

..... podpis

Obsah

1	Úvod	1
2	Optický systém oka	2
2.1	Optické modely oka	2
2.1.1	Model Gullstrandovo schématického oka	2
2.1.2	Model standardního redukovaného oka	3
2.2	Vizus a rozlišovací mez lidského oka	4
2.2.1	Blízký a daleký bod oka	5
2.2.2	Refrakce	5
3	Anatomie a fyziologie rohovky	7
3.1	Epitel	7
3.2	Bowmanova membrána	7
3.3	Stroma	7
3.4	Descemetova membrána	8
3.5	Endotel	8
3.6	Nervové zásobení	9
3.7	Regenerace rohovky	9
3.8	Výživa	9
4	Refrakční vady oka	10
4.1	Hypermetropie	10
4.2	Myopie	10
4.3	Astigmatismus	11
4.1	Presbyopie	12
5	Rohovkové laserové výkony	14
5.1	Indikace a kontraindikace laserové chirurgie	14
5.2	Fotorefraktivní keratektomie (PRK)	15
5.3	LASIK (Laser in situ keratomileusis)	15

5.4	LASEK (Laser-assisted subepithelial keratectomy)	16
5.5	Femto-LASIK.....	17
5.6	ReLEx Smile	17
6	Rohovkové nelaserové výkony.....	18
6.1	Incizní keratotomie.....	18
6.1.1	Astigmatická keratotomie	18
6.1.2	Radiální keratotomie.....	18
6.1.3	Hexagonální keratotomie.....	19
6.2	Neincizní techniky.....	19
6.2.1	Lamelární refrakční chirurgie	19
6.2.2	Intrakorneální čočky	20
6.2.3	Intrastromální korneální kroužek.....	20
7	Vyšetřovací metody a postupy před refrakčním výkonem.....	22
7.1	Vizus.....	22
7.2	Refrakce	22
7.3	Vyšetření předního segmentu.....	23
7.4	Endotelová mikroskopie.....	23
7.5	Rohovková topografie	24
7.6	Pachymetrie.....	24
7.7	Aberometrie (wavefront analýza).....	24
7.8	Schirmerův test.....	25
7.9	Vitreoretinální vyšetření.....	25
7.10	Další vyšetřovací metody	25
8	Rizika a kontraindikace refrakčního výkonu.....	27
8.1	Kontraindikace	27
8.1.1	Keratokonus	27
8.1.2	Keratoglobus.....	28

8.1.3	Pelucidní marginální degenerace	28
8.1.4	Poruchy slzného filmu	28
8.1.5	Degenerace	29
8.1.6	Tloušťka rohovky	30
8.1.7	Dystrofie	30
8.2	Rizika	31
8.2.1	Haze – jizevnaté rohovkové změny	31
8.2.2	Perforace rohovky	31
8.2.3	Nepravidelná a perforovaná lamela	32
8.2.4	Strie	32
8.2.5	Defekty epitelu	32
8.2.6	Cizí tělíska pod lamelou	32
8.2.7	Epitelové vrůsty	33
8.2.8	Ektázie rohovky	33
9	Omezení refrakční chirurgie	35
9.1	Věk	35
9.2	Refrakce	35
9.3	Těhotenství	35
9.4	Profese a koníčky	36
9.5	Kontraindikovaná onemocnění	36
10	Experimentální část	37
10.1	Cíl práce	37
11	Metodika výzkumu	37
11.1	Soubor pacientů	37
12	Výsledky	37
13	Diskuze	42
14	Závěr	44

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	48
SEZNAM OBRÁZKŮ	49
SEZNAM TABULEK.....	50
PŘÍLOHY.....	51

1 Úvod

Jedním z nejdůležitějších smyslů, kterým vnímáme podněty okolního světa je zrak. Umožňuje nám vnímat jeho barvy, tvary, pomáhá nám orientovat se v prostředí. Dává nám schopnost určovat vzdálenosti. Díky uvědomění si tohoto faktu, se neustále zdokonalují metody, které zrak zlepšují, uchovávají, nebo jsou ho dokonce i schopné v jisté fázi navrátit. V dnešní době, kdy různé metody laserových výkonů nejsou nijak neobvyklé, je nutné vědět, jak o svůj zrak pečovat. Je důležité umět dokázat v nepřehledném množství informací, vyhodnotit co je pro náš zrak nejlepší. Zvláště v době refrakční chirurgie, se kterou se dnes do styku dostane každý, ať je to z pozice vyšetřujícího, klienta nebo pouhého pozorovatele.

Při měření před laserovým refrakčním výkonem nebo měřením vedoucím ke korekční pomůcce, je důležité znát, jak funguje oko jako takové. Proto se teoretická část věnuje oku jako optickému aparátu. Jeho rozdělení na optické modely a základy optického zobrazení. Další část se věnuje anatomické a fyziologické stránce oka. Kdy je důležité před refrakčním výkonem znát meze a hranice oka. Další část je zaměřena na řadu vyšetření, která jsou nutná podstoupit před samotným zákrokem a jenž nám udávající celkový stav oka. A pak samotné typy refrakčních výkonů, rozdělené na laserové a nelaserové. Práce rozvádí druhy rizik a kontraindikací, které každý budoucí optometrista musí umět rozpoznat. A podle kterých se poté odvíjí, nebo naopak neodvíjí, výběr nejvhodnějšího zákroku pro daného pacienta. V závěrečné fázi se dostáváme na omezení, která laserovou refrakční chirurgii doprovází.

V experimentální části práce bych se ráda zaměřila více na pacienty jdoucí na laserový refrakční výkon. Návštěvnost refrakčního centra a nejčastější refrakční vadu. Dále bych ráda více rozvedla důvody pacientů vedoucí k absolvování výkonu a případné nalezené kontraindikace.

2 Optický systém oka

V této kapitole se věnuji optickému zobrazení oka, na které dále bude navazovat anatomie oka v kapitole 3. Oko popisujeme jako konvergentní optický systém, přenášející zevní obraz na sítnici. Optickými prvky označujeme rohovku, nitrooční tekutinu, čočku a sklivec. Funkcí cévnatky je, že díky své husté pigmentové síti chrání oko před proniknutím venkovního světla. Zornice svou možností regulovat průměr, plní také podstatnou funkci. Tou je korigování průchodu přijatelného počtu světla dopadajícího na sítnici. [6,12]

Oko je schopné zaostřit předmět v různých vzdálenostech, zajistit kvalitní a ostré zobrazení předmětů. Změna optické mohutnosti se nazývá akomodace. Nejčastěji uváděnou hodnotou optické mohutnosti pro rohovku je +42,0 dpt. Pro čočku v neakomodovaném stavu je hodnota +18,0 dpt. [6,12]

2.1 Optické modely oka

Vzhledem k odlišnostem každého oka, je potřeba využití takovýchto modelů, jenž v nejvíce dostačující míře zastoupí průměr hodnot očí reálných. Mezi všeobecně známé a uznávané modely patří Gullstrandovo schématické oko a standardní redukované oko. Oba modely jsou založeny na tom, že lomivé plochy jsou centrované a kulové. [6,12]

Každý model má lehce jiné pole využití. Pravidla pro teoretické výpočty jsou řízena následujícími pravidly: poloměry jsou vyznačovány od vrcholu optické plochy, vzdálenosti jsou vyznačovány od hlavních bodů či vrcholu vztahně lomivé plochy a kladný směr je identický se směrem paprsku světla. Proto na principu těchto pravidel poloměr zakřivení u konkávní plochy vychází záporně, u poloměru zakřivení konvexní plochy vychází kladně. [6,12]

2.1.1 Model Gullstrandovo schématického oka

Jeho využití je často vhodné pro teoretické výpočty. Gullstrandův model oka je velice detailní díky tomu, že obsahuje šest optických ploch. První plochy jsou přední a zadní plocha rohovky. Další čtyři zbylé plochy jsou vymezeny periferií a jádrem čočky. Model jako předmětové medium využívá pro výpočty vzduch. Model dále pracuje s tím, že komorová voda

se sklívceem mají stejný index lomu. Docílená optická mohutnost se pohybuje v rozmezí od +58,64 dpt při uvolněné akomodaci a při maximální akomodaci +70,57 dpt. Předmětové a ohniskové vzdálenosti jsou -17,055 mm a +22,785 mm ve stavu uvolněném. Při maximální akomodaci -14,169 mm a +18,030 mm. Určitou nevýhodou tohoto modelu je jeho zobrazování předmětů lehce neostře v nekonečné vzdálenosti, zejména díky poloze sítnice a obrazového ohniska. [6,12]

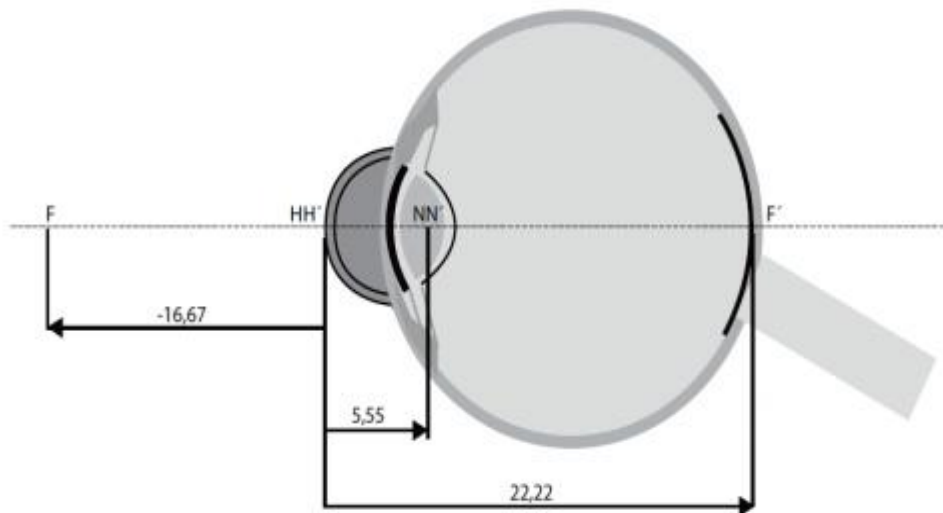
	vzdálenost od vrcholu rohovky (mm)	poloměr zakřivení (mm)	index lomu
přední plocha rohovky	0,000	7,700	-
rohovka	-	-	1,376
zadní plocha rohovky	0,500	6,800	-
komorová voda	-	-	1,336
přední plocha čočky	3,6 (3,2)	10,000 (5,33)	-
periferie čočky	-	-	1,386
přední plocha jádra čočky	4,146 (3,8725)	7,911 (2,655)	-
jádro čočky	-	-	1,406
zadní plocha jádra čočky	6,665 (6,5275)	-5,760 (-2,655)	-
zadní plocha čočky	7,200	-6,000 (-5,33)	-
sklivec	-	-	1,336
předmětové ohnisko	-15,707 (-12,397)	-	-
obrazové ohnisko	24,387 (21,016)	-	-
předmětový hlavní bod	1,348 (1,722)	-	-
obrazový hlavní bod	1,602 (2,086)	-	-
předmětový uzlový bod	7,078 (5,633)	-	-
obrazový uzlový bod	7,332 (5,997)	-	-
poloha sítnice	24,000	-	-

Tabulka 1: Parametry Gullstrandova schematického oka [6]

2.1.2 Model standardního redukovaného oka

Tento model vzniká, když dochází k omezení neakomodující optické soustavy na uspořádání s jediným ekvivalentním lomivým povrchem, stanoveným indexem lomu $n = 4/3$, poloměrem křivosti s hodnotou $r = + 5,55$ mm a axiální délkou $a'r = +22,22$ mm. Využitím všech těchto parametrů dojde ke sloučení hlavních bodů H, H' a jejich poloze na optické ose na vrcholech lámavé plochy. Ve středu křivosti plochy leží ztotožněné uzlové body N, N' . U modelu se uvádí optická mohutnost +60,0 dpt. Pro obrazovou a předmětovou ohniskovou vzdálenost je -16,67 mm a +22,22 mm. U standardního redukovaného oka je ohnisko umístěno přímo na sítnici, v určitých případech se dají jeho parametry upravit, aby byl schopen odrážet

jeho uvažovaný stav. Pokud to nastane, je tento systém nazýván nestandardním redukovaným okem. Velmi často se ohnisko situuje do foveoly. Pokud k tomu dojde, je nutné k vrcholovým vzdálenostem standardního redukovaného oka připočítat hodnotu 1,68 mm. Model standardního oka má spíše ilustrativní význam a využití spíše na rámcové výpočty, z důvodu jeho zjednodušení skutečného optického systému. [6,12]



Obrázek 1: Standardní redukované oko [6]

2.2 Vizus a rozlišovací mez lidského oka

Jako minimální rozlišovací mez oka se udává schopnost rozeznat dva vedle sebe ležící body pořád jako dva body. Anatomicky pro sítnici je dána mez $5 \mu\text{m}$, což je shodné s průměrem čípků. Z toho plyne, že mezi dvěma podrážděnými čípků je jeden nepodrážděný. Rozlišovací mez se ale častěji vyjadřuje v úhlových jednotkách. Z hodnot oka můžeme odvodit, že rozlišovací mez $5 \mu\text{m}$ odpovídá $1'$ (*minimum separabile*). Tato hodnota je využívána jako referenční hodnota při posuzování kvality vidění. [6]

Při určování kvality zraku u pacientů v praxi se hodnotí zraková ostrost. Vizus je formulován jako poměr mezi minimální a skutečnou rozlišovací mezí oka. Zjištění skutečné rozlišovací meze oka se provádí měřením, kdy záleží na daných podmínkách v jeho průběhu. Tím je jas a kontrast znaků. Pro měření se využívají optotypy. Konstruované na vyšetřovací vzdálenost 5-6 m a obsahující řady znaků. Tyto znaky jsou velikostně různé. Tloušťka jejich

čar vždy odpovídá $1/5$ výšce znaku. Na konci každého řádku optotypu se obvykle nachází zlomek, jenž v čitateli udává, jakou vzdálenost je vyšetřovaný od optotypu. Jmenovatel udává vzdálenost, při které je vidět znak pod úhlem $5'$, nebo na kterou vidí emetrop při vízu 1. Podle daného poměru zjistíme, jaká je výsledná zraková ostrost vyšetřovaného pacienta. [6]

Kromě rozlišovací schopnosti stanovujeme také tzv. noniovou rozlišovací mez. Hodnotí se schopnost oka společně rozeznat dvě úsečky co se překrývají. Kdy pod úhlem $5-10''$ je lidské oko schopné tyto úsečky rozlišit. [6]

2.2.1 Blízký a daleký bod oka

Pomocí číselných hodnot je možné určit akomodační schopnost pomocí blízkého a dalekého bodu. Daleký bod (*punctum remotum*, R) nám označuje bod, zobrazující se ostře na sítnici při minimální akomodaci. Vzdálenost mezi hlavním předmětovým bodem H a dalekým bodem označujeme jako aR . Obráceně je tomu blízkého bodu (*punctum proximum*, P), kdy dochází na sítnici k ostrému zobrazení při maximální akomodaci. Vzdálenost hlavního předmětového bodu od bodu blízkého se značí aP . Akomodačním intervalem nazýváme rozdíl mezi vzdálenostmi $aP - aR$. Naopak vergenci, rozdíl převrácených hodnot $1/aR - 1/aP$, nám v dioptriích vyjadřuje maximální velikost akomodace. Dosadí-li se určitá pozorovací vzdálenost do předchozího vztahu, $1/aR - 1/a$, výsledkem bude dioptrická hodnota akomodačního požadavku. [6]

V dlouhodobém měřítku je lidské oko schopné využít nanejvýš $2/3$ akomodační šíře. Při dlouhodobém nadměrném zatížení akomodace, nastávají obvykle astenopické obtíže. S přibývajícím věkem se schopnost oka akomodovat snižuje. Úbytek akomodační schopnosti nazýváme presbyopie, která se projevuje jako neschopnost oka zaostřit obraz na krátkou vzdálenost. Při nedostatečném osvětlení dochází ke snížení zrakové ostrosti, to může vést až k bolestem hlavy a jiným potížím. Kladným dioptrickým přídatkem k dosavadní korekci do dálky, tzv. adicí, se docílí ostrého, kvalitního a komfortního vidění. [6]

2.2.2 Refrakce

Refrakce je dána vztahem mezi lomivostí oka a jeho délkou. Refrakční stav nazývaný emetropie nastává v případě, kdy je ohnisko oka umístěno na sítnici při minimální akomodaci.

V případě, že tomu tak není, nastává stav zvaný ametropie. Ta se dále rozděluje do dvou skupin. Oko, které má stejnou optickou mohutnost ve všech meridiánech nazýváme sférické. V případě, kdy se v meridiánech mohutnost liší, se jedná o astigmatické.

Může nastat stav, kdy se refrakce pravého a levého oka neshoduje, tehdy se jedná o anizometrii. Při snaze vykorigovat vadu, většinou nastává odlišnost velikosti sítnicových obrazů. Tehdy se hovoří o anizeikonii. U dospělého člověka neschopnost binokulárního vidění navodí anizeikonie vyšší jak 5 %, což vychází jako přibližná hodnota 2,5 dpt. [6]

3 Anatomie a fyziologie rohovky

Rohovka bez patologických vad je transparentní, elastická, bezcévná tkáň. Horizontálně dosahuje velikosti 11,5-12,0 mm, vertikálně je její velikost 11,0 mm. V centru rohovka dosahuje tloušťky 560 μm , směrem do periferie až 650-1000 μm . Její poloměr zakřivení pro přední plochu je 7,8 mm a pro zadní plochu 7,0 mm. Z celkové optické mohutnosti oka, která činí v akomodovaném stavu 58,0 dpt, připadá na rohovku 43,0 dpt. Rohovka se skládá z pěti základních vrstev. Shora dolů se jedná o epitel, Bowmanovu membránu, stroma, Descemetovu membránu a endotel. [3,6]

3.1 Epitel

Rohovkový epitel tvoří vrstvu vícevrstevného, nerohovatějícího, dlaždicového epitelu. Skládajícího se z 5-7 vrstev buněk, o průměrné tloušťce 30-50 μm . Z celkové tloušťky rohovky obsahuje 10 %. Vyniká rychlou schopností regenerace. Kdy se menší poranění epitelizují do několika hodin. K úplné regeneraci dochází do 7 dní. [3,6]

3.2 Bowmanova membrána

Bowmanova membrána je homogenní blanka o tloušťce 8-12 μm . Je tvořena z úzkých, křížících se kolagenových fibril a koncentrované intrerfibrilární hmoty. Membrána není schopná regenerace a při jejím poškození dochází k vzniku jizvy na rohovce. [3,4,18]

3.3 Stroma

Hlavním stavebním prvkem stromatu jsou svazky kolagenových vláken, které se kříží ve všech směrech. Ve středu rohovky tvoří hustou, přes sebe překříženou síťovinu, zatímco v periferní části směrem k limbu jdou radiálně. Tyto vlákna tvoří fibrily, jemná vlákénka o pravidelné tloušťce s pravidelnými rozestupy od sebe. Díky této pravidelnosti u fibril, které leží pod vlnovou délkou světla, pronikající světelné paprsky nejsou ve svém průchodu rohovkou nijak ovlivňovány. Je to jeden z aspektů, proč je rohovka transparentní. Dalším je obsah vody

mezi jednotlivými vlákny. Přirozený obsah vody je okolo 80 %, při jeho zvýšení dochází k otokům a zakalení rohovky. [3]

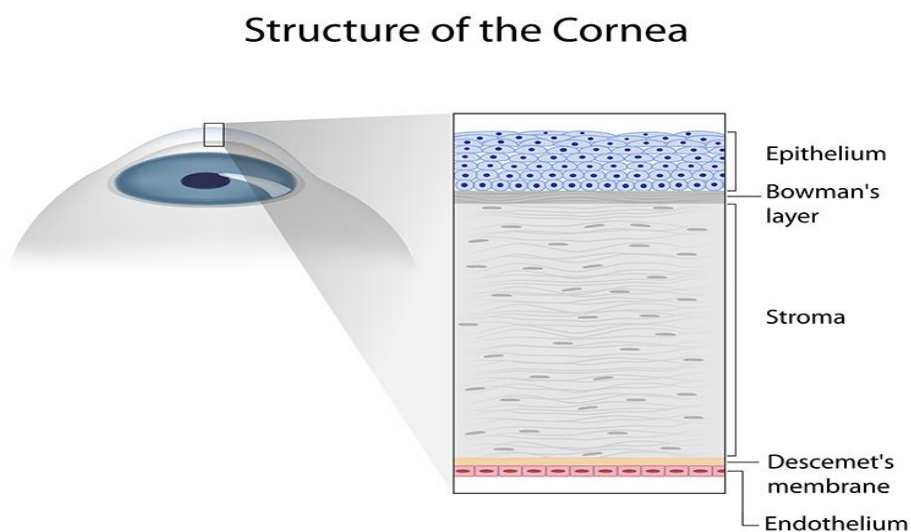
3.4 Descemetova membrána

Descemetova membrána je utvořena pevnou, mřížkovitou strukturou fibril, tvořených z kolagenu. S věkem její tloušťka narůstá. Má schopnost se regenerovat za pomoci buněk endotelu. Díky tomu je velmi odolná proti poraněním a infekcím. [3,4]

3.5 Endotel

Endotel rohovky je nejvnitřnější vrstvou, tvořen zhruba 400 000 plochými šestihrannými buňkami o tloušťce 4-6 μm . Odpovídá za průhlednost a neustálou hydrataci rohovky oka. [4]

Buňky endotelu nemají téměř žádnou schopnost regenerace a velmi malou mitotickou aktivitu. Vlivem věku, celkových či lokálních onemocnění a operací katarakty se počet buněk snižuje. Hustota buněk endotelu rohovky je 2600–3000 buněk/ mm^2 . Jako hraniční hodnota je bráno 500 buněk/ mm^2 , kdy při nižších hodnotách dochází k edému a poškození hydratace rohovky. [4,18]



Obrázek 2: Struktura rohovky [16]

3.6 Nervové zásobení

Rohovka je díky svému hojnému nervovému zásobení nejcitlivější tkání v lidském těle. Vlákná nervů jsou rozprostřena v centrálních a v předních částech. Je senzitivně inervovaná z první větve V. hlavového nervu cestou přes *nervus ophtalmicus*, *n. nasociliaris* a *nn. ciliares breves*. Konečná větev je v rohovce rozdělena na stromální subepitelový plexus. Po průchodu limbální částí většina nervů ztrácí svoji myelinovou pochvu. U těch, u kterých toto nenastane, si můžeme všimnout bělavých nervových vláken. [3,4]

Rohovka má největší podíl senzitivních nervových zakončení na mm². Proto podráždí-li se rohovka přímo, vyvolá se tím mrkací reflex. Pokud nastane porušení epitelu rohovky, ať už z důvodu cizího tělíska, zánětlivého onemocnění, UV záření či eroze, nastává odkrytí *nervu trigeminu*. To zapříčiní silnou bolest, jenž může způsobit blefarospasmus a slzící reflex. [3,4]

3.7 Regenerace rohovky

Důležitou vlastností rohovky je její schopnost regenerace. Nejčastěji poraněn bývá rohovkový epitel. U toho nastává při poškození obnova do 24 hodin. U poraněné rohovky se defekt zregenerovává zvětšujícími se okolními buňkami. U úrazu většího rozsahu regenerace trvá i několik dnů. Samotný proces hojení můžeme rozdělit do tří skupin. Dediferenciace, která trvá přibližně v rozmezí 24-72 hodin. Další je reorganizace, trvající 72 hodin až 1 týden. A poslední diference, která trvá od 1 do 6 týdnů. V případech horšího poškození, která vyvolávají tvorbu jizevnatého vaziva, můžeme shrnout do poškození mechanického, termického nebo chemického a zánětlivých onemocnění. U tepelného a chemického poškození může docházet až k nekróze stromatu. [4,8]

3.8 Výživa

Rohovka je tkání avaskulární, jejíž pomalý metabolismus indikuje pomalé hojení. Zásobení kyslíkem je obstaráno difuzí z kapilár v limbální části, difuzí a aktivním transportem z nitrooční tekutiny, zejména glukózou. Do třetice je transportován z prekerneálního slzného filmu. Výživu si obstarává formou výživných metabolitů, glukózou a aminokyselinami. [4]

4 Refrakční vady oka

Oko bez refrakční vady se nazývá emetropické. Tento stav nastává, když se při akomodačním klidu paralelní paprsky lámou po průchodu optickým prostředím tak, že se střetnou a obraz se vytvoří přímo na sítnici. Poměr délky oka k optické mohutnosti je stejný. Opak emetropického oka je ametropické. Je to stav, kdy obraz v oku nevzniká na, ale buď před, nebo za sítnicí. [5,7]

4.1 Hypermetropie

U hypermetropického oka se v klidovém stavu daleký bod zobrazí po průchodu optickým prostředím až za sítnicí. Dalo by se říci, že se jedná o pouze částečné vyvinutí oka a vývojové opoždění. [6]

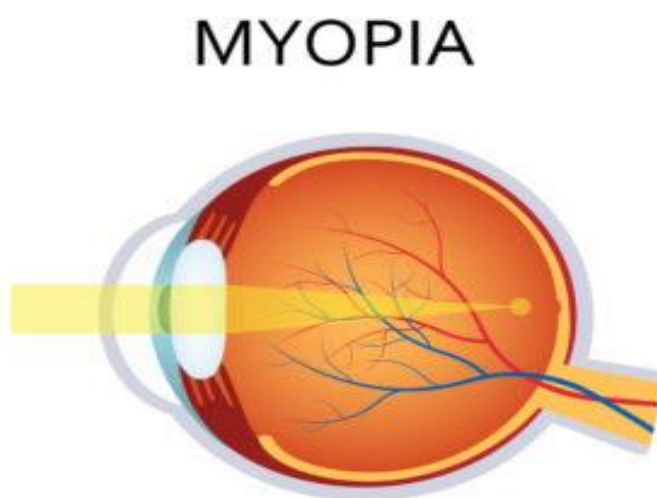
Hypermetropii rozdělujeme na latentní, manifestní a cykloplegickou. Při vyřazení akomodace pomocí atropinu můžeme určit celkovou velikost cykloplegické hypermetropie. Ta se skládá ze složky manifestní a latentní. V případech nižší hypermetropií u mladších pacientů se zpravidla neobjevují žádné klinické příznaky. Problémy se objevují během dlouhého čtení, kdy se začínají projevovat astenopické potíže. Pacient může pozorovat slzení, bolesti ve frontální oblasti, tyto příznaky se zhoršují zejména v pozdních hodinách. [1,5,6,10,11,12]

Může docházet k pocitu rozmazání při pohledu do blízka, kdy se později připojí i pocit rozmazaného obrazu při pohledu do dálky. U hypermetropických pacientů při usilovné akomodaci může nastat až spasmus ciliárního svalu, což se projevuje jako náhlé rozmazané vidění. To může vést až k manifestnímu konvergentnímu strabismu. [1,5,6,10,11,12]

4.2 Myopie

Další refrakční vadou je krátkozrakost. Paprsky jdoucí z nekonečna se po průchodu optickým aparátem oka protnou před sítnicí. Myopické oko dělíme podle více parametrů. Jedním z nich je počet dioptrií. Podle dioptrií se dělí na myopii jednoduchou (*myopia simplex*) do -3,0 dpt, myopii střední (*myopia modica*) od -3,25 dpt až -6,0 dpt a myopii těžkou (*myopia gravis*) od -6,0 dpt. První dvě, jednoduchá a střední, se berou jako fyziologická myopie. Jedná se o normální fyziologický vývoj oka a není doprovázen žádnými degenerativními změnami.

Dalším typem je myopie středně těžká (*myopia intermedialis*), kdy dochází ke zvětšování oka, jeho předozadní délka může být až v rozmezí od 25,5 mm do 32,5 mm. Myopie progresivní (*myopia progressiva*) není tak častá forma. Ve většině případů dochází k rychlé progresi myopie již v prvním roce. Rozmezí navýšení dioptrií se za rok pohybuje od -1,0 dpt až -4,0 dpt. Provází jí degenerativní změny sklivce a cévnatky. Vrozená myopie (*myopia congenita*) se vyskytuje již při narození, například u předčasně narozených dětí a v průběhu let se nemění. [5,7]



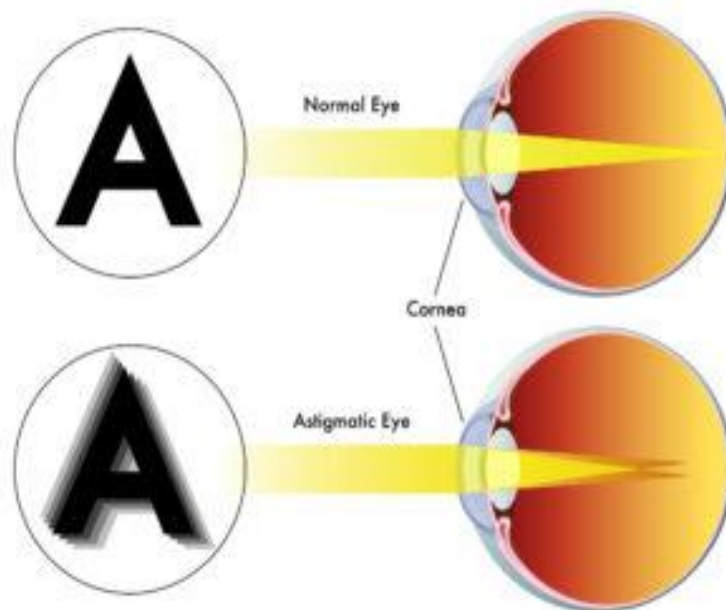
Obrázek 3: Myopické zobrazení oka [19]

4.3 Astigmatismus

U astigmatismu nemá optický systém oka ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost. Na sítnici oko nezobrazuje bod jako bod, ale zobrazí ho jako dvě na sebe kolmé úsečky. Astigmatismus můžeme rozdělit na čočkový, rohovkový a zbytkový. Častější typ astigmatismu je rohovkový. U čočkového astigmatismu je v horizontále fyziologicky lomivost rohovky o 0,5 dpt menší než ve vertikále. Vrozené formy mají většinou vyšší hodnoty. Změny zakřivení mohou vzniknout i jinak. Například k tomu dochází vlivem úrazu, jako pooperační stav, počátek šedého zákalu, či jako pozůstatek z již prodělaného zánětu oka. [1,6,7,10,11,12]

Jako astigmatismus pravidelný (*regularis*), označujeme ten, kdy jsou na sebe vzájemně kolmé meridiány s největší a nejmenší lomivostí. U astigmatismu šikmého (*obliquus*),

jsou hlavní meridiány na sebe kolmé, ale od horizontální nebo vertikální polohy se liší o 20°. Dalším je astigmatismus nepravidelný (*irregularis*), kdy dva hlavní meridiány na sebe kolmé nejsou, nebo mají průběh nepravidelné křivky. Jeho opakem je astigmatismus pravidelný, u něhož se dále dělí na astigmatismus jednoduchý (*simplex*), astigmatismus složený (*compositus*) a astigmatismus smíšený (*mixtus*). V případě jednoduchého astigmatismu je oko v jedné ose emetropické a v druhé kolmé na ní je myopické či hypermetropické. To znamená, že na rozdíl od první osy, kde se lomí paprsky na sítnici, v té druhé se lomí za nebo už před sítnicí. U složeného se nám paprsky lomí před sítnicí nebo za sítnicí. Takže osy jsou buďto myopické, nebo hypermetropické. U posledního, smíšeného, nastává v jednom řezu lom před sítnicí a u druhého za sítnicí. Oko je v jedné ose myopické a v druhé hypermetropické. Dále rozlišujeme pravidelný astigmatismus proti pravidlu a podle pravidla. Proti pravidlu je meridián v horizontále s větší lomivostí. Oproti tomu podle pravidla, fyziologický, má meridián větší lomivost ve vertikále. [1,6,7,10,11,12]



Obrázek 4: Astigmatické zobrazení oka [19]

4.1 Presbyopie

Vetchozrakost, latinsky presbyopie, není refrakční vada jako taková. Jde o fyziologický proces, kdy dochází ke ztrátě akomodační šíře oční čočky. Tento proces je nezvratný. Projevy začínající presbyopie jsou individuální u každého pacienta. Obvykle se však

potíže s tímto procesem začínají objevovat okolo 40. roku života. Projevují se rozmazaným viděním na střední a čtecí vzdálenost. [6,7]

Nastat může dokonce spasmus akomodace a přechodné rozdvojení obrazu. V lepších případech pouze oční nepohodlí spojené s rychlejší únavou. U emetropického a myopického oka se presbyopie objeví později. Na rozdíl od oka hypermetropického, kdy k tomu dochází dříve, z důvodu používání rezerv akomodace. [6,7]

5 Rohovkové laserové výkony

První publikovaná práce, popisující využití excimerového laseru k ablací tkáně rohovky, vyšla v roce 1983. Již na konci osmdesátých let se excimerový laser začal využívat na prvních pacientech při rohovkových výkonech. Prvně se prováděly rohovkové nářezy a fotoablace stromatu, kdy se změnilo zakřivení přední plochy u rohovky. Tato metoda se pojmenovala photorefractive keratectomy (PRK). Další metodou byla laser in situ keratomileusis (LASIK). Kombinace dvou refrakčních technologií, kdy dochází k vytvoření lamely mikrokeratomem a následně excimerovým laserem k ablací stromatu rohovky. [4,6,9,10]

Rozdíly ve výkonech se vyznačují odlišnou hloubkou, v které je daný zákrok prováděn. A také, zda se při daném výkonu změni struktury dočasně, nebo s permanentními změnami. Excimerový laser, využívaný k provádění laserových výkonů, je specifický svým zářením o vlnové délce 193 nm, jenž patří do oblasti UVC světelného spektra. Jeho principem je upravení tkáně rohovky laserovým paprskem. Po předem vybraném místě na rohovce odstraní tenký povrch tkáně. V případě myopického oka se rohovka v centrální části oploští. Hypermetropické oko je po zákroku naopak více vypouklé. Astigmatismus je řešen vykompenzováním nepravidelného zakřivení rohovky. [4,6,9,10]

5.1 Indikace a kontraindikace laserové chirurgie

Jako pacient vhodný pro laserovou chirurgii se považuje osoba starší 18 roků, jejíž refrakční vada je stabilní. Tím se myslí refrakční vada, která se v průběhu půl roku nezměnila více jak o 0,25 dpt nebo 0,5 dpt. U pacientů se začínající presbyopií je nutno myslet na to, že v blízké době po provedení zákroku, se znovu objeví nutnost použití korekční pomůcky ve formě brýlí na čtení a na střední vzdálenost. Před provedením zákroku, by měl být každý pacient v před presbyopickým věku dostatečně informovaný a dostat možnost přehodnocení. Po vyšetření se hledá individuální laserová metoda. Pro přiblížení jako příklad metoda PRK, která se nedoporučuje u vysokého stupně myopie, tím se myslí vada nad 6,0 dpt. Je nutné také brát v potaz celkový zdravotní stav pacienta. [6]

U žen by měl být brát ohled na hormonální změny v těhotenství a změny spojené s užíváním hormonální antikoncepce. Výše uvedené hormonální změny mohou pozměnit

hydrataci rohovky. Může docházet k nestabilním výsledkům ve změřené refrakci. Jako absolutní kontraindikaci považujeme v laserové chirurgii stav projevovaný poruchou hojení. Další absolutní kontraindikaci v úrovni oftalmologie se považuje herpes zoster keratitida. Mezi relativní kontraindikace se řadí nestabilita refrakční vady a slzného filmu, akutní či často se opakující oční onemocnění, nebo herpes simplex keratitida. [6]

5.2 Fotorefraktivní keratektomie (PRK)

Fotorefraktivní keratektomie se řadí mezi laserové povrchové refrakční metody. Pomocí laserové fotoablace tvaruje deepitelizovaný povrch rohovky a tím mění refrakční stav oka. Metody, podle kterých se odstraňuje epitelová vrstva rohovky, řadíme do dvou skupin. Na metodu chemickou a mechanickou. U chemické metody se aplikuje alkohol, nejčastěji 20 % ethylalkohol. Ten je aplikován na rohovku v markeru a tam ponechán v rozmezí 20-45 s. Jeho působením dochází k dehydrataci epitelu rohovky, posléze k jejímu snadnému uvolnění. U mechanické rozlišujeme způsob podle výběru nástroje. Nejčastěji používaný je nástroj nazývaný „hokejka“ a to pro svůj vzhled a konstrukci, kterou ji připomíná. Na výběr máme primárně tupý, ostrý nástrojem či rotující rohovkový kartáček. [4,6]

5.3 LASIK (Laser in situ keratomileusis)

V dnešní době nejčastěji prováděný typ refrakční laserové metody. Její průběh začíná vytvořením povrchové rohovkové lamely pomocí mikrokeratomu. Ten tvoří řezací hlavy a sukčního prstence, nebo nověji také femtosekundovým laserem. Z důvodu pozdějšího snazšího vrácení lamely nazpět, se jedná pouze o částečné odříznutí, je ponechán kus tkáně takzvaný „hinge“. Poté se provede fotoablace na stromálním lůžku. Lamela se z principu endotelové pumpy přichytí ke zbylému stromatu fyziologickou dehydratací rohovky. Při procesu hojení se jako první přichytává epitel po obvodu lamely, teprve potom se přichytává i spodní strana lamely. Přestože se přilnavost lamely i po zákroku zvyšuje, podle studie jde i po třičtvrtě roce lehce sejmout. [4,10,14]

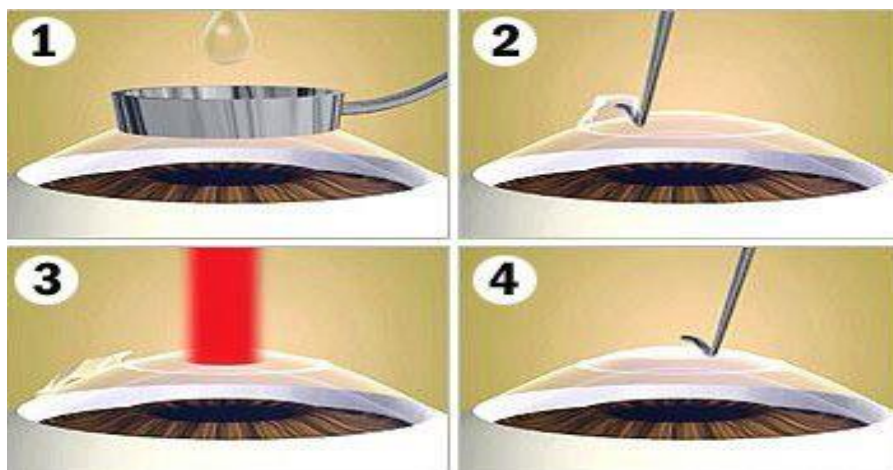
Nespornou výhodou oproti metodě PRK se ukázala rychlá zraková rekonvalescence, menší množství aplikovaných kortikoidů, přesnější výsledky u vyšších forem myopie a

minimální reakce stromatu rohovky. Tato metoda ale vyžaduje kvalitní technické vybavení a odpovídající schopnosti operátora. [4,10,14]

5.4 LASEK (Laser-assisted subepithelial keratectomy)

U této metody se jedná o varianty fotoablací, jako u výkonu PRK. Před samotným výkonem se odhrne a odklopí epitel. K jeho odhrnutí se používá kruhový marker, jenž se přitlačí na pacientovu rohovku. Do středu rohovky se na dobu 20 s aplikuje 20% alkohol, po denuraci epitelu a odsátí alkoholu je rohovka opláchnuta. Následně se pomocí tupého nástroje shrne. Dalším krokem je samotná fotoablace. Má stejný průběh jako u výše zmiňovaného výkonu PRK. Před ukončením výkonu se lamela epitelu vrací na své původní místo. Poté se na oko aplikuje měkká krycí kontaktní čočka. [4,6]

Výhodou oproti PRK je rychlejší hojení defektu na epitelu, které by mělo být v rozmezí 3–4 dnů. Také menší diskomfort. V důsledku zanechání epitelové lamely, chráníci laserované místo. Nespornou výhodou tohoto výkonu je uchování většího počtu buněk epitelu po aplikaci alkoholu. K ustálení vidění dochází přibližně během jednoho týdne až měsíce po výkonu. Možné následné komplikace jsou ve srovnání s PRK podobné. V porovnání s metodou LASIK, vychází ztráta lamely epitelu méně traumaticky. [4,6]



Obrázek 5: Postup metody LASEK [20]

5.5 Femto-LASIK

U této metody je, na rozdíl od metody LASIK, rozdíl ve způsobu vytvoření rohovkové lamely. S metodou LASIK se lamela vytvoří mechanickou silou pomocí mikrokeratomu, technikou Femto-LASIK se pro vytvoření lamely využívá femtosekundový laser. Pro samotnou fotoablaci se v obou případech používá excimerový laser. [1, 15]

Femtosekundový laser je hojně využíván pro jeho velkou přesnost a hladkost provedeného řezu, umožňujícího tenký řez rohovkové lamely, aniž by se perforovala. Zajišťuje eliminaci vzniku nepravidelné nebo volné lamely. Díky jeho vlastnostem se využívá v případech, kdy je pacientova rohovka menší, plošší či tenčí. A tehdy, kdy využití metody LASIK by bylo riskantní. Jeden jeho puls se pohybuje v rozsahu femtosekund (10^{-15}), od toho je také převzat jeho název. Řadí se do skupiny pevnolátkových laserů a jeho pracovní oblast je v rozsahu vlnových délek 1100–1600 nm. S každým jeho pulsem se objeví ve tkáni rohovky mnoho mikroskopických bublinek, velikostně o 1 μm které se poté spojí dohromady, a tak tkáň oddělí. [1, 15]

5.6 ReLEx Smile

ReLEx Smile se řadí mezi poměrně nové a šetrné metody. Vhodnost výkonu je směřována na pacienty s myopickou refrakční vadou do -10 dpt nebo s myopickým astigmatismem do 5cyl, na rozdíl od metody LASIK je méně invazivní. I přesto, že se u obou metod používá femtosekundový laser. Rozdíl je v jeho použití, kdy laser během refrakčního výkonu nevytváří rohovkovou lamelu. Femtosekundový laser pouze vyše dovnitř rohovky ultrazvukové pulzy, kterými se vytvoří lentikula. Posléze se přes 3 mm řez odebere lentikula ven z rohovky. Tím dojde ke změně dioptrické hodnoty rohovky. Průběh výkonu je krátký, a to v rozmezí okolo 26 s. Doba zotavení a nástup ostrého vidění je uváděn do druhého dne. [14,29]

6 Rohovkové nelaserové výkony

K refrakční chirurgii patří také výkony nelaserové. Dělíme je do dvou skupin. První je incizní keratotomie, která se dále dělí na astigmatickou, radiální a hexagonální keratotomii. Druhá skupina jsou jiné než incizní, kam spadá intrastromální korneální kroužek, lamelární refrakční chirurgie a intrakorneální čočky. [6]

6.1 Incizní keratotomie

Incizní metoda patří do skupiny nelaserových rohovkových výkonů. Nářezem dochází ke změně původního povrchového zakřivení rohovky. Používají se dvě metody nářezu. Arkuátní (transverzální), kdy řezem do obloučku dojde k oploštění rohovky v daném místě. To se nachází v nejstrmějším meridiánu rohovky. U radiální se naopak dělá v místě, kde je rohovka nejplošší a řez je veden paprskovitě. Tímto postupem dochází ke zestrnění rohovky. Incizní keratotomii dělíme na astigmatickou, radiální a hexagonální. [6]

6.1.1 Astigmatická keratotomie

Astigmatické keratotomie se dnes pořád využívá při korekci astigmatismu. Navíc je stále zlepšována. Při této metodě dochází v místě řezu k oploštění rohovky. Řez se provádí diamantovým nožem. Při zákroku dochází ke změně zakřivení rohovky. Incize se provádí v různé vzdálenosti od středu rohovky. I přes vícero možností při postupu, je u všech prováděna incize v ose nejstrmějšího meridiánu. S touto metodou se setkáváme při samotném zákroku nebo v kombinaci s jiným operačním zákrokem. Například je využívána jako doplňkový zákrok v rámci operace katarakty. [6,10,17]

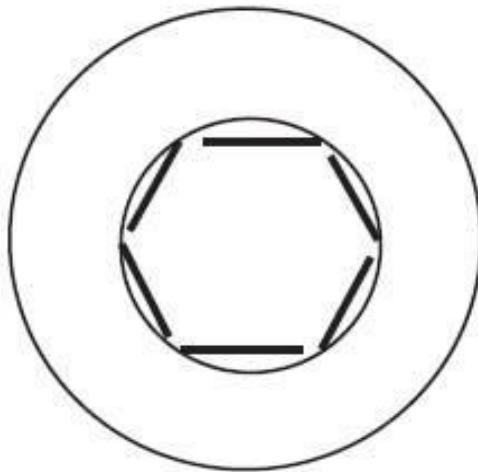
6.1.2 Radiální keratotomie

Radiální keratotomie byla využívána ke korekci nižší, střední a vyšší myopie. V průběhu tohoto zákroku se používal diamantový nůž k přesným radiálním řezům. Podle stupně myopie se určovala poloha a počet řezů. Z důvodu pooperačního kolísání zrakové ostrosti pacienta, občasných otoků, ale zejména kvůli častému vzniku nepravidelného astigmatismu, se

již nepoužívá jako samostatný zákrok, ale v kombinaci s jiným. Například jako doplňkový refrakční zákrok ke korekci myopického astigmatismu vzniklého po keratoplastice. [6,17]

6.1.3 Hexagonální keratotomie

Hexagonální keratotomie je považována za historickou metodu, která vznikla jako možná alternativa korekce hypermetropie. Cílem metody bylo u pacienta s hypermetropií zestrmit centrální část rohovky. Docházelo ke zmenšení optické zóny ze 7,5 mm na 4,5 mm. Tato metoda se bohužel neosvědčila, proto se v dnešní době již nepraktikuje. [6]



Obrázek 6: Hexagonální keratotomie [6]

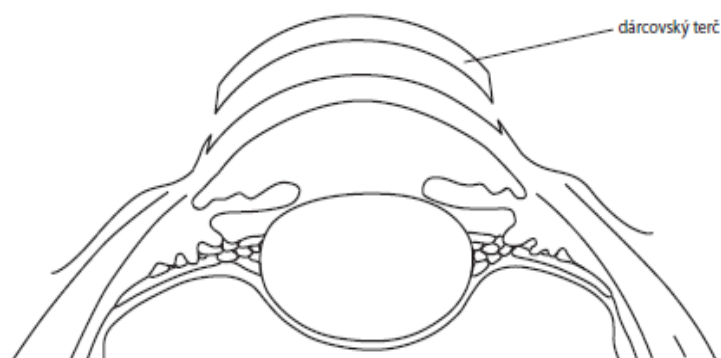
6.2 Neincizní techniky

Mezi neincizní techniky se řadí ty výkony, u kterých nevzniká korekce nářezem ani za pomoci laseru. K těmto rohovkovým výkonům patří intrastromální korneální kroužek, lamelární refrakční chirurgie a intrakorneální čočky.[6]

6.2.1 Lamelární refrakční chirurgie

Epikeratoplastika je operační metodou, při které se na povrch rohovky přišívá upravená dárcovská lamela nebo biokompatibilní syntetický terč. Úprava znamená ztenčení periferie, nebo centrální části lamely. Tímto způsobem se změní refrakční vlastnosti rohovky a dochází ke změně povrchového zakřivení rohovky. Dárcovská lamela obsahuje štěp, jenž tvoří

Bowmanovu membránu a přední stroma, ale neobsahuje epitel. Epikeratoplastika se původně používala u dětí a dospělých pro korekci pooperační afakie. Je používána i u keratokonu, keratoglobu nebo marginální pelucidní degenerace. [6]



Obrázek 7: Epikeratoplastika [6]

6.2.2 Intrakorneální čočky

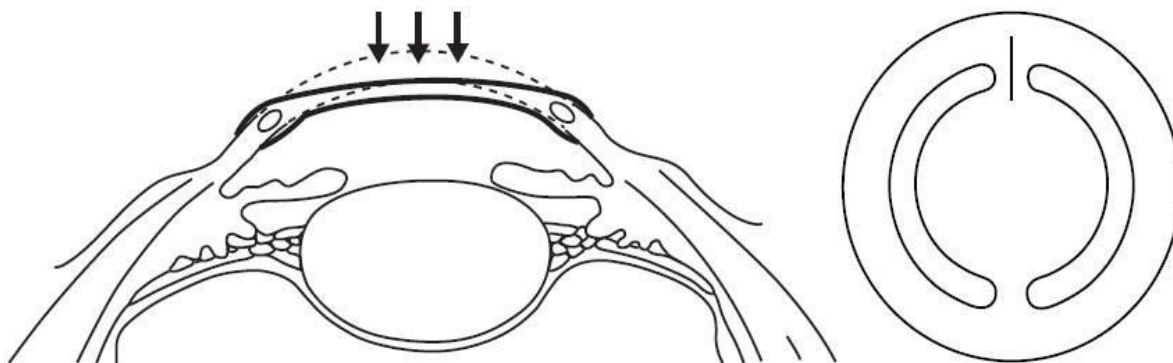
Původním úkolem byla korekce pooperační afakie, v důsledku intrakapsulární technikou při operaci katarakty. Dále se přidala korekce refrakčních vad celkově. Výrobní materiály na intrakorneální čočky jsou hydrogel nebo polysulfon. Operační zákrok technikou clear corneal incision se provádí řezem dlouhým 6,0 mm za hranicí limbu. V hloubce 80 % tloušťky rohovky se vytvoří mechanickým rozdělením lamel stromatu rohovky „kapsa“, která je paralelní s povrchem rohovky. Do ní se poté vkládá intrakorneální čočka. U materiálu polysulfonu je výhodou jeho vyšší index ($n = 1,633$), což pomáhá dosažení malé tloušťky a také malého poloměru zakřivení. Naopak jeho velkou nevýhodou je nulová propustnost pro vodu a další látky, což může vést k jeho intoleranci. [6,11,15]

6.2.3 Intrastromální korneální kroužek

Metoda implantace intrastromálního korneálního kroužku se využívá při korekcích nízké a střední myopie. Je používána od roku 1996, kdy se stala dostupnou pro veřejnost. Při výkonu dochází k napnutí periferie rohovky, díky tomu se oploští její centrální část. [6]

Máme dva druhy implantátu. Prvním je ICR (intraströmální korneální kroužek) a druhým je jeho upravená verze ICRS (intraströmální korneální kroužkové segmenty) z materiálu PMMA. Segmenty a kroužek se implantují do periferie rohovky do zhruba 2/3 tloušťky. Rozdíl mezi kroužkem a

segmenty je ten, že se místo 360° kruhové konfigurace použijí dva půlkruhy v rozsahu 150°. Výhodou zákroku je minimální zásah do rohovky, nevýhodou se pak stává obtížnější hojení a riziko vzniku pooperačního nepravidelného astigmatismu. [6]



Obrázek 8: Intrakorneální kroužek [6]

7 Vyšetřovací metody a postupy před refrakčním výkonem

Před jakýmkoli refrakčním výkonem je důležité zjistit pacientův stávající refrakční a patologický stav oka. Je několik vyšetřovacích metod, kterými ho můžeme zjistit. A které je nutné před výkonem podstoupit. Zjišťují se tak stávající nebo možné případné kontraindikace.

7.1 Vizus

Před refrakčním zákrokem je nutné zjistit pacientův vizus, a to jak s korekcí, tak bez. Následně se obě hodnoty porovnávají. Hodnoty nekorigovaného vizu se mohou pohybovat v rozsahu vizu 6/6 až hodnotám nižším než 6/60. Podle naměřených hodnot se určuje, zda je pacient vhodný kandidát k refrakčnímu výkonu. Výsledek se změřenou korekcí je pro nás důležitý pro srovnání předoperačního a pooperačního stavu. Orientačně lze podle hodnoty naměřené před zákrokem odhadnout výsledek pooperační refrakce. [6]

Jako kvalitní refrakční chirurgický výkon se může považovat ten, kdy je pacientův nejlepší korigovaný vizus před zákrokem hodnotou stejný, jako hodnota nekorigovaného vizu po provedeném výkonu. U případů s nízkým vizem, i po předchozí snaze vykorigovat, je nutné dát si pozor na možnost amblyopie. [6]

7.2 Refrakce

Ochranou před nežádoucím překorigováním nebo nedokorigováním u laserové refrakční metody, je zjištění správné refrakce a korekce. Máme dva základní typy refrakce. První z nich je manifestní. Často využívaná během měření dioptrií. Manifestní měření probíhá způsobem, že je oko vyšetřeno bez předchozí přípravy. Druhým typem je cykloplegická, kdy je potřeba vyloučit akomodační úsilí oka. V obou případech se výsledná hodnota může lišit. Je důležité brát na zřetel výsledky cykloplegického vyšetření, a tím se vyhnout možné nespokojenosti pacienta po výkonu. Výsledná hodnota se může lišit, znatelnější rozdíl nastane u hypermetropického oka, menší nastává u myopického. [6]

7.3 Vyšetření předního segmentu

Pro vyšetření předního segmentu je potřeba vyšetřovat oko na šterbinové lampě při normální šířce zornice. Následně se vyšetření provádí v mydriáze. V průběhu vyšetření se hodnotí stav víček, řas a slzného filmu. V případě blefaritidy je nutné vyléčit její projevy, jinak by se mohla stát zdrojem infekce v průběhu zákroku nebo po něm. Spojivku kontrolujeme kvůli možným zánětlivým projevům. Také její barvu a nařasení. Rohovku se vyšetřuje z důvodu možného výskytu jizev a případné možnosti neovaskularizace. Při vyšetření na šterbinové lampě si všimáme jednotlivých struktur a patologických změn. [6]



Obrázek 9: Šterbinová lampa [21]

7.4 Endotelová mikroskopie

Endotelová mikroskopie je speciální počítačové vyšetření, během něhož zjišťujeme stav buněk endotelu rohovky a jejich počet. Vyšetření se převážně provádí před aplikováním nitrooční čočky, kdy během její aplikace dochází k úbytku endotelových buněk. Proto se klade důraz na dostatečné množství buněk endotelu před operací. [6]

7.5 Rohovková topografie

Rohovková topografie již neodmyslitelně patří k podstupovaným vyšetřením před refrakčním zákrokem. Díky této metodě se dá zjistit počáteční fáze keratokonu, který je brán jako kontraindikace. Poskytuje nám možnost představy charakteru rohovkového astigmatismu. Dokážeme zjistit strmost, nebo naopak přílišnou plochost rohovky, kdy oba případy mohou indikovat riziko před i pooperačních komplikací. [6]

Do budoucna nám topografie poskytuje sledování průběhu hojení rohovky či jak se vyvíjí pooperační astigmatismus. Metoda topografie využívá princip počítačového zpracování keratoskopického obrazu. Používá odraz soustředných světelných placidových kruhů, jenž jsou promítány na povrch rohovky a zpětně snímány kamerou. Při následné analýze dat, hodnotíme pravidelnost kruhů, tloušťku a vzdálenost. Na základě toho, je vytvořen 2D nebo 3D obraz povrchu rohovky. Barevné rozlišení nám udává tvar povrchu rohovky. Červená barva značí strmější část rohovky, modrá část plošší a zelenožlutá barva znamená standardní zakřivení. [6]

7.6 Pachymetrie

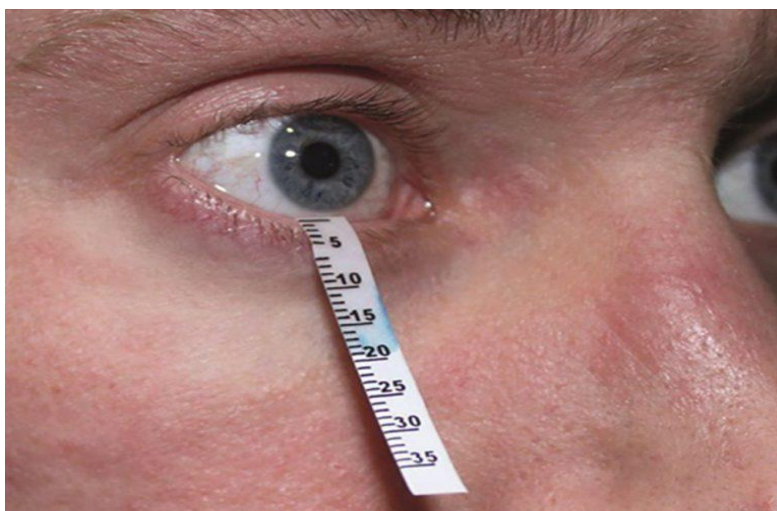
Zjištění tloušťky rohovky je jedním ze základních vyšetření při incizních a laserových zákrocích. Běžná tloušťka rohovky se pohybuje okolo 550 μm a směrem k okrajům narůstá. Vyšetření se provádí nejen před refrakčním zákrokem, ale také v jeho průběhu a po něm. Po aplikaci anestetik či desinfekce je možnost změny tloušťky rohovky, až z 50-60 μm na 70-80 μm . [6]

7.7 Aberometrie (wavefront analýza)

Aberometrie nám slouží ke zjištění aberací nižšího i vyššího řádu. A to metodou vlnoplochy. S takovéto vyšetření nám pomáhá zajistit důkladnější korekci refrakční vady oka u pacienta. [4]

7.8 Schirmerův test

Schirmerův test nám hodnotí množství vyloučených slz. Pro test se využívají speciální filtrační papírové proužky o velikostech 5x35 mm. Ty se vkládají zevně na spodní okraj víčka. Oko nesmí být před provedením testu anestetizováno. Při samotném testu se může mrkat. Vyhodnocuje se po době pěti minut délku stopy slz. Normální hodnoty se pohybují v hodnotách nad 15 mm, výsledky 10-15 mm signalizují deficit, rizikový pro pooperační hojení. [6]



Obrázek 10: Invazivní Schirmerův test [22]

7.9 Vitreoretinální vyšetření

Jedná se o kontrolu zadního segmentu oka. Vyšetření sítnice je důležité provádět do maximální možné periferie z důvodu vyloučení přítomnosti degenerací nebo nepoznaných trhlin. U myopů si musíme uvědomit větší riziko odchlípnutí sítnice. Naopak u hypermetropů musíme vyloučit změny na papilách v souvislosti s glaukomem. Hodnotíme také průhlednost, strukturu a případnou patologii ve sklivcovém prostoru. [4,6]

7.10 Další vyšetřovací metody

Patří sem vyšetřovací metody, specifické pro různé refrakční zákroky. U nitroočních operací, v případě implantace fakické nitrooční čočky, nebo vyjmutí číré čočky se využívá biometrické vyšetření pomocí ultrazvuku. Dále se používá v rámci diagnostiky počítačová

perimetrie, tonografie, vyšetření kontrastní citlivosti, fluorescenční angiografie, nebo elektrofyziologické vyšetření oka. [6,10,15]

8 Rizika a kontraindikace refrakčního výkonu

Rizik a kontraindikací je v refrakční chirurgii mnoho. A to i přes ohromné množství nových metod a přesnějších přístrojů. Proto je důležité v procesu, který vede k případnému refrakčnímu výkonu, umět odhalit a vyhodnotit možná rizika a kontraindikace.

8.1 Kontraindikace

Před podstoupením refrakčního výkonu se provádí celá série vyšetření. Před předáním pacienta doktorům, jsou často z velké části tato vyšetření prováděna optometristou. Dochází totiž často k nálezům očních onemocnění, o jejichž výskytu samotný pacient mnohdy neví, a jenž jsou na seznamu rizik a kontraindikací refrakčního výkonu.

8.1.1 Keratokonus

Keratokonus se řadí mezi nezáporné degenerativní rohovkové onemocnění. Jeho charakteristikou je vyklenutí a ztenčení v centrální části rohovky, nebo také paracentrálně. Přesto, že nezačíná na obou očích zároveň, bývá často oboustranný, byť asymetrický. Bývá často popisován i u jiných očních chorob, nejčastěji u ektopie čočky, mikrokorney, aniridie, Leberovy kongenitální amaurozy a dalších. Mezi syndromy, které jsou doprovázeny keratokonem patří Marfanův, Downův, Apertův, Crouzonův a také Raynaudův. V případě brzkého zjištění keratokonu, je ho občas možné korigovat brýlemi či měkkou kontaktní čočkou. V případě další progresy se používají tvrdé plynopropustné kontaktní čočky. [4,6,25]



Obrázek 11: Keratokonus [30]

8.1.2 Keratoglobus

V případě keratoglobu se jedná o vzácnou vrozenou rohovkovou anomálii. Jejíž výskyt je často hned od narození. Rohovka je transparentní, na rozdíl od keratokonu je vyklenutá globulárně a její ztenčení je celkové. Keratoglobus se objevuje u Ehlersova-Danlosova syndromu a systémové kolagenózy. Celková rohovková tloušťka je oproti běžným hodnotám o 1/3 nižší. U přední komory je typická hloubka nad 5,0 mm. Akutní a samovolné trhlinky v Descemetovské membráně mají za následek fokální edémy stromatu, kdy dochází v rozmezí týdnů až měsíců ke spontánnímu zhojení. [4,6]

Při léčbě se doporučují měkké i tvrdé kontaktní čočky. Někdy dochází k indikaci lamelární keratoplastiky. Pokud je rohovka v centru příliš zjizvená, volí se jako metoda perforující keratoplastika. [4,6]

8.1.3 Pelucidní marginální degenerace

Pelucidní marginální degenerace se řadí k periferním ektatickým degeneracím. Projevuje se vyklenutím části periferie rohovky, nejčastěji v dolní části. Vzniká tzv. srpek měsíce. Dalším projevem je vznik nekorigovatelného asymetrického astigmatismu. Řešením je periferní lamelární keratoplastika nebo klínová keratektomie. [4,6]

8.1.4 Poruchy slzného filmu

První optické rozhraní oka je slzný film. Pokrývá v tenké vrstvě spojivku a rohovku. Jeho význam je lubrikační a antibakteriální, zabezpečuje v malém množství výživu pro rohovkový epitel a udržuje povrchovou homeostázu. Skládá se ze tří vrstev. První, vnitřní mucinová, o tloušťce 0,2 μm , pokrývá mikroklky epitelových buněk rohovky. Druhá je vrstva vodná, s tloušťkou okolo 10,0 μm . Hlavní funkcí je povrchová lubrikace povrchu oka a jeho omývání. Třetí vrstvou je zevní lipidová, s přibližnou tloušťkou 0,1 μm . U slzného filmu zvyšuje povrchové napětí, a tak snižuje rychlost odpařování. [4,6]

Syndrom suchého oka se dnes považuje za nejčastější a nejrozšířenější oční chorobu. Jedná se o multifaktoriální oční onemocnění, na jehož vzniku se podílí jak celkový zdravotní stav pacienta, ale také patologické a jiné stavy oka. Může docházet k nepříjemným subjektivním potížím, které mohou vést až ke zhoršenému vidění. Jeho rozdělení se odvíjí podle

deficitu jeho jednotlivých složek. Mohou se také přidružit onemocnění, týkající se poruch víček. Do příčin syndromu suchého oka patří porucha mucinové složky, kde příčina může být chemické poškození, ichtyóza, oční pemfigoid a trachom. V případě poruchy vodné složky, může být původ v léky podmíněné hyposekreci, v důsledku antihistaminik, neuroleptik, analgetik a betablokátorů. U poslední lipidové vrstvy, může být příčinou blefaritida a dysfunkce Meibomských žlázek. Pokud nastane syndrom suchého oka, z důvodu poruchy funkce víček, může se jednat o lagoftalmus, endokrinní orbitopatii, získané či vrozené abnormální postavení víček, nebo chemické poškození. Další je epitelopatie, kdy příčinou jsou například rohovkové dystrofie, eroze, lokální anestetika, nerovnosti na rohovce a jizvy. [4,6]



Obrázek 12: Blefaritida-zánět očních víček

8.1.5 Degenerace

Degenerativní změny se objevují v souvislosti s vlivem vnějšího prostředí a v souvislosti se stárnutím. Rohovkové degenerace jsou často doprovázena systémovými onemocněními a očními záněty. Mohou se ale objevovat i samostatně. Častěji se vyskytují oboustranně, ale mohou být i jednostranné. Oproti dystrofiím nejsou dědičné. Projevují se většinou v pokročilém věku, jsou stacionární a nezhoršují vizus. Bývají v populaci častější než dystrofie. [4,6]

8.1.6 Tloušťka rohovky

Zjištění tloušťky rohovky se provádí jak před incizními, ale také před laserovými refrakčními zákroky. Na zjištění tloušťky se používá ultrazvukový rohovkový pachymetr nebo bezkontaktní optický. V centru rohovky se obvykle tloušťka pohybuje okolo 550 μm , směrem do periferie narůstá. Pokud tloušťka dosahuje 480-500 μm a v případě, že nejsou přidružené jiné rizikové faktory, je možné provést metodu PRK, popřípadě ReLEx Smile. Jakmile je tloušťka nižší než 480 μm , je pacient kontraindikován k laserovému výkonu. [4,6,]

8.1.7 Dystrofie

Dystrofie rohovky je autosomálně dominantní dědičné onemocnění, projevující se již v prvních dvou dekádách života. Jde o progresivní, vzácné onemocnění s pomalým nástupem. Obvykle bývá oboustranné. Dystrofii neprovází vaskularizace, systémové onemocnění, ani známky očních zánětů, na rozdíl od degenerací. Mohou snižovat vizus. Klasifikace rohovkových dystrofií se řadí podle anatomie viz tab. 2. [4,6]

dystrofie	diagnostická jednotka
epitelové dystrofie	Meesmannova dystrofie
	dystrofie epitelové bazální membrány (otisková)
	recidivující eroze
dystrofie Bowmanovy membrány	Reisova-Bücklersova dystrofie
	Graysonova-Wilbrandtova dystrofie
	Thielova-Behnkeho dystrofie
	přední mozaiková dystrofie
stromální dystrofie	granulární dystrofie (Groenow typ I)
	makulární dystrofie (Groenow typ II)
	mřížková (patrice) dystrofie typ I, typ II, typ III, typ IIIA
	centrální krystalová dystrofie (Schnyderova)
	želatinózní kapkovitá dystrofie
	polymorfní stromální dystrofie
	zadní amorfni rohovková dystrofie
endotelové dystrofie	Fuchsova dystrofie
	zadní polymorfni dystrofie
	kongenitální hereditární endotelová dystrofie
	iridokorneální endotelové syndromy

Tabulka 2: Klasifikace rohovkových dystrofií [6]

8.2 Rizika

U každého chirurgického výkonu se mohou a vyskytují komplikace. Výjimkou nejsou ani laserové refrakční výkony. Přestože před každým výkonem je řada vyšetření, která mají za úkol omezit rizika a pozdější komplikace, jejich výskyt nelze nikdy úplně eliminovat, i přes širokou nabídku výkonů. Komplikace jako takové, lze dělit do tří skupin peroperační, pooperační časně, pooperační pozdní. V tomto případě nejde tak o to, v jakém úseku se vyskytují, ale jaká je jejich četnost a zda jsou pacienti s možností komplikací po výkonu srozuměni.

8.2.1 Haze – jizevnaté rohovkové změny

Zjizvení, nebo zakalení povrchových rohovkových vrstev tzv. haze, je pooperační riziko objevující se nejčastěji okolo třetího měsíce od operačního výkonu. Jednou z hlavních příčin je poškození Bowmanovy membrány při fotoablaci, kdy posléze dochází ke špatnému hojení. Je tvořena zahuštěním předních vrstev stromatu a po odstranění při fotoablaci dochází ke snaze o znovu zahuštění subepitelových vrstev stromatu. Takto zhojená tkáň má jizevnatý charakter, bránící procházejícímu světelnému záření. Jizevnaté rohovkové změny jsou rizikem u výkonu na hypermetropickém, ale i myopickém oku. U myopického oka je to pocíťováno subjektivně více, z důvodu větší hloubky fotoablace v centru rohovky. Jako prevence proti jeho vzniku se podávají lokální kortikosteroidy v místě centra rohovky. Aby nenastala progresivní haze, kdy dochází k poklesu vízu, provádí se PTK (fototerapeutická keratektomie) a podává se lokálně mitomycin. [4,6,23]

8.2.2 Perforace rohovky

Nejedná se o častou komplikaci, zato však o obávanou. K perforaci rohovky dochází spíše při použití starších modelů mikrokeratomu, kdy chybí zařízení kontroly hloubky řezu. A kdy může dojít k proniknutí až do přední komory. V tomto případě hned dochází k sešití incize. Podle vážnosti vzniklého stavu volí lékař další léčebný postup. [28]

8.2.3 Nepravidelná a perforovaná lamela

K perforované lamely dochází tehdy, kdy u femto laseru přísavný kroužek nemá dostatečný podtlak. Nebo proděravělá lamela vzniká v případech, kdy není zajištěn dostatečný podtlak přísavným kroužkem. Zvýšené riziko perforace hrozí u operace rohovek s mohutností nad 48 dpt. Mikrokeratom vyřízne flap, který je v centru tenčí než v periferii a má sklon k protržení. Stromální lůžko určené k ablaci laserem je lehce vyvýšené, právě o tolik μm , kolik chybí v centru špatně vytvořené lamely. Pokud operátor zaregistruje nesprávně vyříznutý flap ještě před ablací, lze ho přiklopit zpět, opláchnout a po 3 měsících je možné provést operaci znovu. V případě, že je proveden celý zákrok včetně laserové ablace, objevuje se po operaci nepravidelný astigmatismus a centrální haze. [4,6,23]

8.2.4 Strie

Objevují se většinou již během prvního dne po operaci. Rozpoznatelné jsou s pomocí šterbinové lampy. Vzniknout mohou v důsledku špatné manipulace během přiklápění flapu ke stromatu. Způsobují zhoršený vizus, diplopii nebo astigmatismus. K jejich odstranění se provádí aplanační a uhlazovací technika, fototerapeutická keratektomie a hydratace flapu pomocí hypotonického roztoku. [28]

8.2.5 Defekty epitelu

Pokud dojde k poškození epitelu, projeví se to ihned po keratektomii. A to nepravidelnou epitelovou vrstvou, kdy má tkáň našedlou barvu a bývá často edematózní. S touto komplikací je možné se setkat u pacientů s tenkou rohovkou, nebo u starších pacientů. K defektu epitelu může dojít i v důsledku předoperační medikace. A to v důsledku bolestivosti, epitelových vrůstů a delší doby hojení. [6,28]

8.2.6 Cizí tělíska pod lamelou

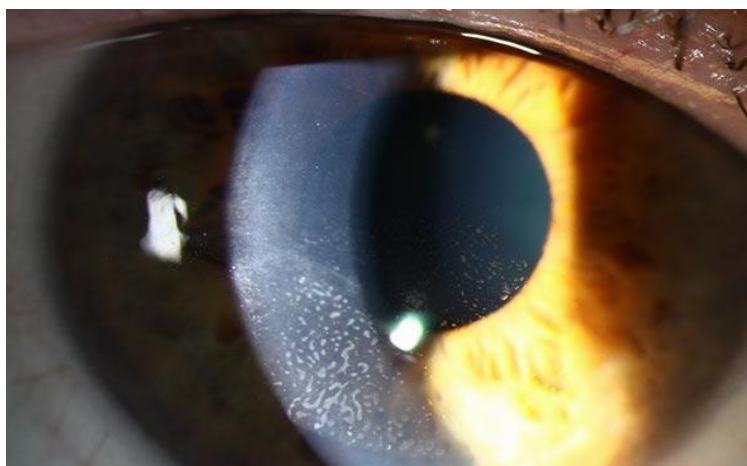
K cizímu tělísku pod lamelou dochází spíše v průběhu operace, kvůli nedostačujícímu vypláchnutí sublamelárního prostoru. Jedná se o organické a neorganické materiály. Pod organické spadají buňky epitelu, buněčnou drť, lipidy sekretu Meibomských žlázek a další. Do

druhé, neorganické, kategorie spadají vlákna z oblečení, kovové částice z přístrojů. Všechna cizí tělíska mohou být příčinou budoucích zánětlivých komplikací. [4,6]

8.2.7 Epitelové vrůsty

Jedná se o relativně častou komplikaci. Dochází k vrůstání vrstvy epitelu po lamelu. To má za následek sníženou zrakovou ostrost, v některých případech dokonce vznik nepravidelného astigmatismu. K faktorům, které zvyšují riziko vzniku, patří opakující se rohovkové eroze a dystrofie basální membrány. [4,6,28]

Epitelové vrůsty se rozdělují do 3 stupňů. Nejčastější je stupeň 1, který se vyznačuje transparentní, špatně detekovatelnou vrstvou buněk o přibližné tloušťce 2,0 mm na vnitřním okraji flapu. Kde se dále nerozšiřuje a není třeba léčby. Stupeň 2 je dobře zjistitelný na štěrbinové lampě, epitelová proliferace nabývá hodnot nad 2,0 mm a okraj lamely může začít být ohybatelný. Již je vyžadován chirurgický zákrok. Stupeň 3 je progredující a musí se řešit chirurgicky, aby nedošlo ke snížení zrakové ostrosti. [4,6,28]



Obrázek 13: Epitelové vrůsty po metodě LASIK [31]

8.2.8 Ektázie rohovky

Jedná se o vyklenutím rohovky z důvodu narušení její integrity. Z tohoto důvodu poté dochází k myopizaci oka. Tento stav může připomínat stav podobný keratokonu, který se také řeší pomocí tvrdých kontaktních čoček, popřípadě implantací intrakorneálních segmentů. Pokud se jedná o pokročilý stav, snižuje se nitrooční tlak, jako krajní řešení přichází na řadu

perforující nebo lamelární keratoplastika. Jako ochranné opatření proti případnému výskytu by výkon neměl být prováděn na rohovce s tloušťkou pod 450 μm , konečná tloušťka po refrakčním výkonu by se měla pohybovat nad 400 μm a intaktní stromální lůžko by se mělo hodnotou pohybovat minimálně okolo 250 μm . Případný výskyt ektázie je stejný jako u metody LASIK, tak u metody PRK. [6,23]

9 Omezení refrakční chirurgie

Refrakční chirurgie má svá pravidla a omezení. Kontraindikacemi nazýváme faktory, které zvyšují možná rizika komplikací ve fázi pooperačního hojení. Rozdělují se na absolutní a relativní kontraindikace. Každý klient podstupující refrakční výkon, musí být obeznámen možnými riziky, vyplývajícími z jeho zdravotního stavu. V případě kontraindikování určité metody, by pacientovi měla být navržena patřičná alternativa původního výkonu. [26]

9.1 Věk

Jedním z prvotních kritérií je věková hranice. Požadovaný věk je 18 let a více. Se souhlasem rodičů je možnost provedení výkonu od 15 let i dříve. Není to však běžné z důvodu budoucích změn refrakce oka a jeho růstu. Výjimkou jsou operace u dětí s vysokou anizometrií, kdy je naopak doporučována. Především v případech, kdy není možné využití klasických metod. U dětských pacientů se musí brát v potaz budoucí vývoj oka a jeho změny. Z toho důvodu je snaha vyhnout se případnému překorigování a podkorigování v průběhu výkonu. Mezi používané zákroky patří PRK, LASEK. [6,24,26,27]

9.2 Refrakce

Další nutností a podmínkou pro laserový refrakční výkon, je dlouhodobá stabilizace refrakční vady. Změna refrakce by v průběhu roku neměla být vyšší jak 0,5 dpt. V případě neustálé progresy refrakční vady je zákrok diskutabilní. A to z důvodu budoucího výskytu refrakční vady po výkonu. Proto se klade důraz na náležitý výběr vhodné metody. Za metody s nejširší škálou korekcí refrakčních vad se považuje metoda LASIK. [6,23]

9.3 Těhotenství

Mezi případy, kdy se refrakční laserová chirurgie neprovádí, patří těhotenství a kojící ženy. Rizikem je i pro ženy snažící se do roku otěhotnět. Důvodem proč se tak děje, jsou hormonální změny s tím spojené, od změn hydratace rohovky, až po změny refrakčních vad. Hlavním důvodem je to, že hrozí riziko ovlivnění vývoje plodu a vývoje během laktace léky

podávanými během pooperační péče. Proto je těhotenství a období laktace bráno jako absolutní kontraindikace pro výkon. [6,23]

9.4 Profese a koníčky

V případě některých povolání by se měli uvážit všechny výhody a nevýhody podstoupení refrakčního laserového výkonu. Výkon typu LASIK by si měli promyslet lidé, provozující kontaktní sporty, nebo například potápění. U výše zmiňovaného refrakčního výkonu může docházet k vyšším rizikům pooperačního traumatu spojeného s hojením flapu. Mezi povolání, u kterých je nutné zvážení rizik laserové refrakční chirurgie, patří například vojáci a piloti. Kdy je kladen důraz a zvýšené nároky na kvalitu zraku. A to z důvodu častého snížení kontrastní citlivosti a zvýšené citlivosti na světlo. [6,23]

9.5 Kontraindikovaná onemocnění

Mezi celková onemocnění branná jako relativní kontraindikace pro refrakční zákrok patří diabetes mellitus, cévní a kardiovaskulární onemocnění, pacienti s trvale sníženou imunitou a autoimunitní onemocnění. V případě, že je diabetik zdravý, není důvod nepodstoupit refrakční zákrok. Stejně tak v případě atopie, kdy stupeň kožních problémů je přímo úměrný možným problémům spojených s pooperačním hojením. Další skupinou jsou lidé se sklony k tvorbě jizev, nebo problémy s tvorbou kolagenu. Mezi další problematickou skupinu patří lidé s herpetickými infekcemi. Určité druhy hormonálních léčiv a kortikosteroidy zvyšují pooperační rizika. [6,23,26]

10 Experimentální část

10.1 Cíl práce

Cílem práce bylo vypracovat statistiku návštěvnosti pacientů refrakčního centra. Zjistit četnost refrakčních vad. V případě kontraindikování refrakčního výkonu zpracovat kontraindikace. Dalším cílem bylo zjištění důvodů absolvování refrakčního výkonu.

11 Metodika výzkumu

11.1 Soubor pacientů

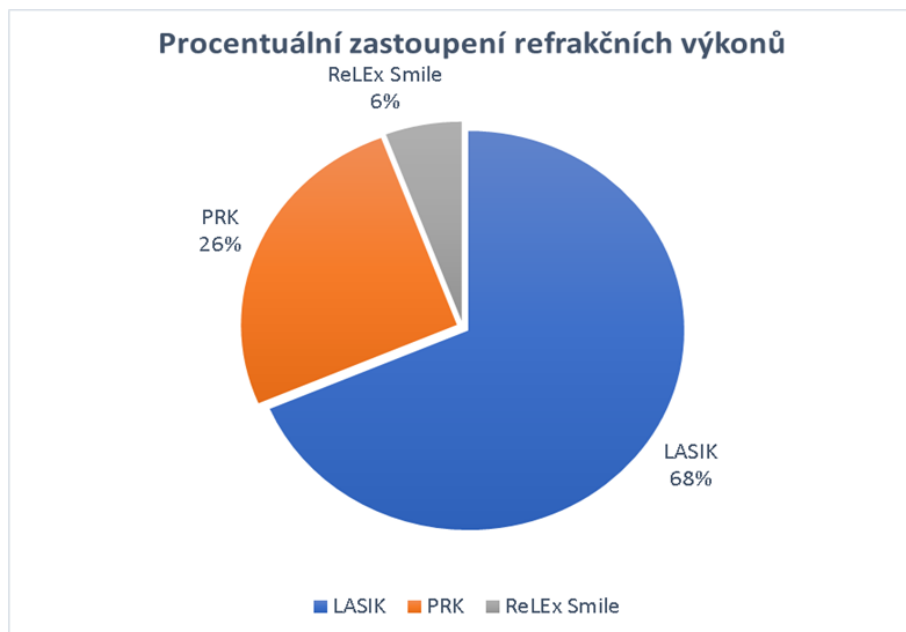
Do statistiky byli zahrnuti pacienti s refrakční vadou, kteří navštívili oční centrum Gemini v Praze, se zájmem o refrakční výkon. Soubor pacientů byl tvořen z 60 osob ve věku od 18 do 45 let. Kdy u starších pacientů s nastupujícím presbyopickým věkem se již refrakční výkon nedoporučuje. Průměrný věk byl 30let. Z celého souboru dat tvoří 99% pacienti s myopickou refrakční vadou, pouhé 1 % tvoří hypermetropická refrakční vada.

Původně měla být data sbírána v rozmezí měsíce března a dubna, bohužel díky celosvětovému vypuknutí pandemie COVID-19, se oční klinika, kde měla být data sbírána, částečně uzavřela. Následně se všechny probíhající praxe zrušily, společně s prováděním všech refrakčních výkonů. Otevření refrakčního centra proběhlo v plné šíři až 15.5.2020. Z tohoto důvodu byla data do bakalářské práce vybrána za měsíc únor, kvůli nezkrasleným údajům.

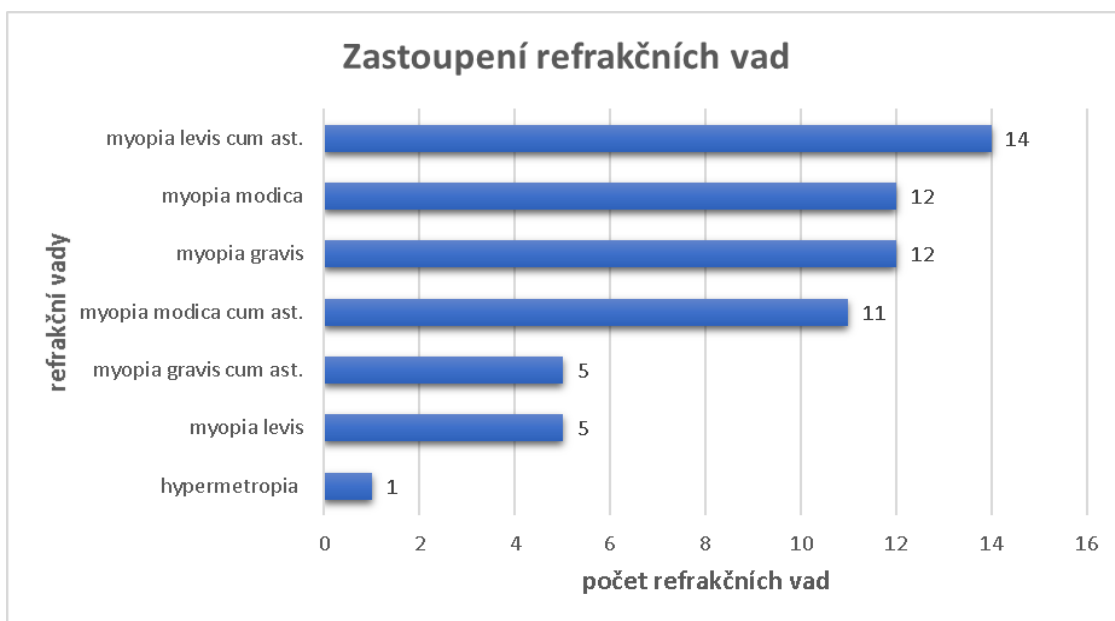
12 Výsledky

V tabulce zjištěných dat č. I viz příloha, jsou jednotlivá data pacientů získaná v očním centru. Tabulka obsahuje počet pacientů, jejich pohlaví, typ refrakční vady. Dále také, zda byl pacient kontraindikován a indikován. V případě indikování, také typ refrakčního laserového výkonu. I přes širokou škálu metod v laserové refrakční chirurgii, se za měsíc využily pouze tři typy výkonů. Samozřejmě v lehkých úpravách, kdy se k metodě přistupuje individuálně podle situace a refrakčního centra. Na obrázku č. 14 je vidět procentuální zastoupení každého refrakčního výkonu. Na obrázku č. 15 je rozdělení počtu refrakčních vad a počtu zastoupených

pacientů obou pohlaví. Z celého souboru dat tvoří 99% pacienti s myopickou refrakční vadou, pouze 1 % tvoří refrakční vada hypermetropická.

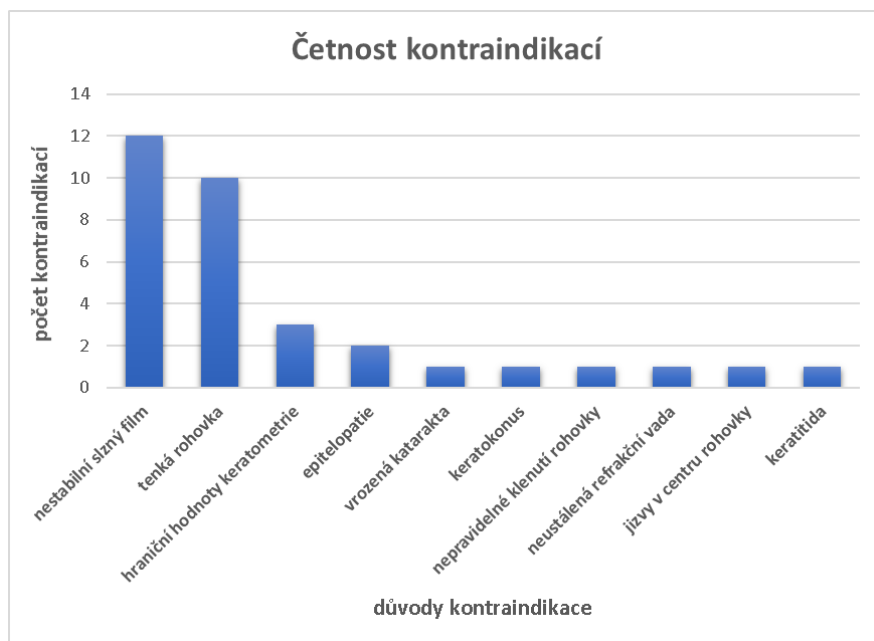


Obrázek 14: Procentuální zastoupení refrakčních výkonů



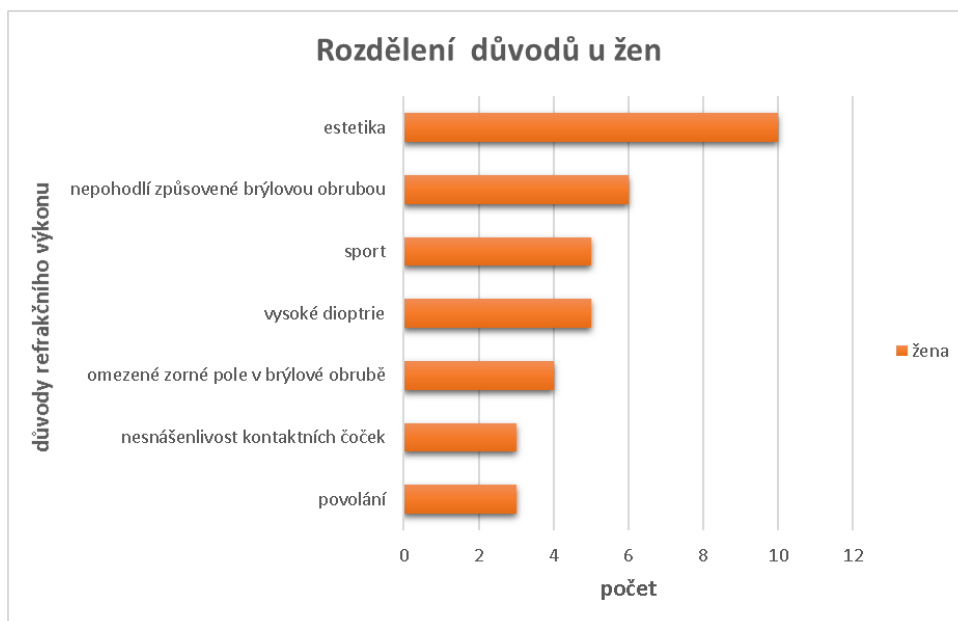
Obrázek 15: Refrakční vady dle pohlaví

Tabulka zjištěných dat č. II viz příloha obsahuje, zda byl pacient kontraindikován. U kontraindikovaných pacientů je obsažen zároveň důvod. U pacientů č. 3, 10, 13, 14, 17, 21, 33 se jedná o více jak jednu relativní kontraindikaci. Na obrázku č.16 je rozřazení kontraindikací podle výskytu četnosti. Kdy nejčastější kontraindikací k laserovému výkonu byl nestabilní slzný film. Druhou nejčastější byla tenká rohovka.

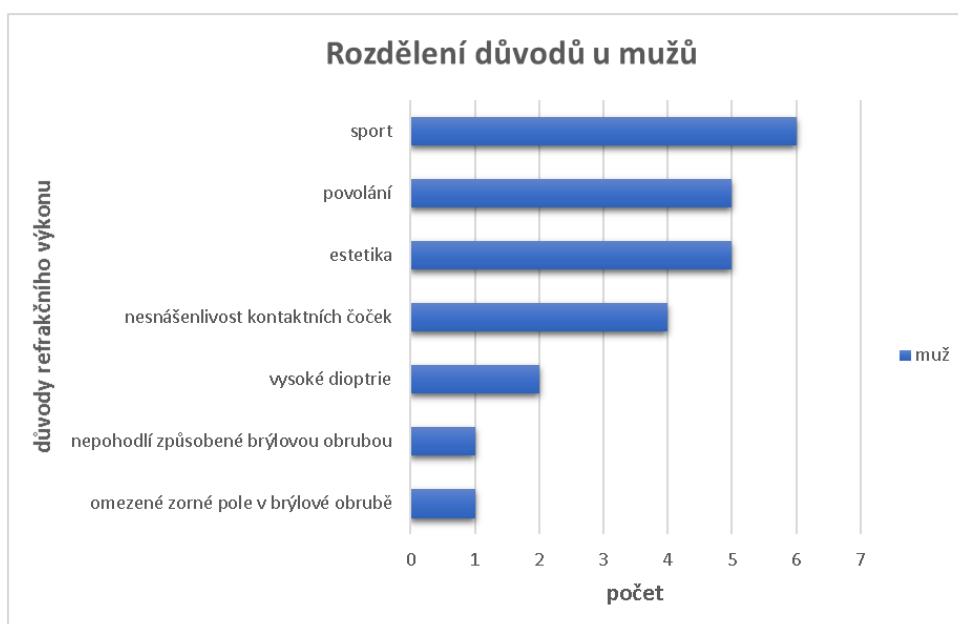


Obrázek 16: Četnost kontraindikací

V tabulce zjištěných dat č. III viz příloha, jsou obsaženy důvody podstoupení laserového refrakčního výkonu. Uváděné důvody jsou podobné jak u žen, tak u mužů. Obrázek č 17 a č.18 obsahují rozdělení důvodů k refrakčnímu výkonu podle pohlaví. Kdy jako nejčastější důvod u žen převládá estetika, druhým nejčastějším důvodem je uváděno nepohodlí způsobené brýlovou obrubou. U mužů převládá jako hlavní důvod sport. Mezi další časté důvody dále patří povolání a estetika.



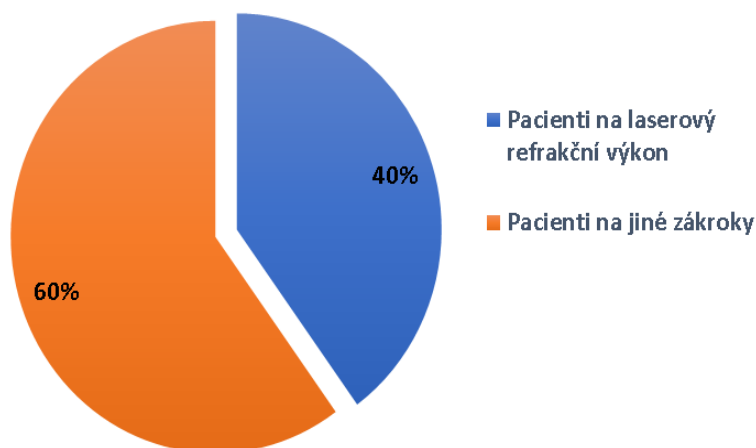
Obrázek 17: Rozdělení důvodů k laserovému refrakčnímu výkonu podle četnosti



Obrázek 18: Rozdělení důvodů k laserovému refrakčnímu výkonu podle četnosti

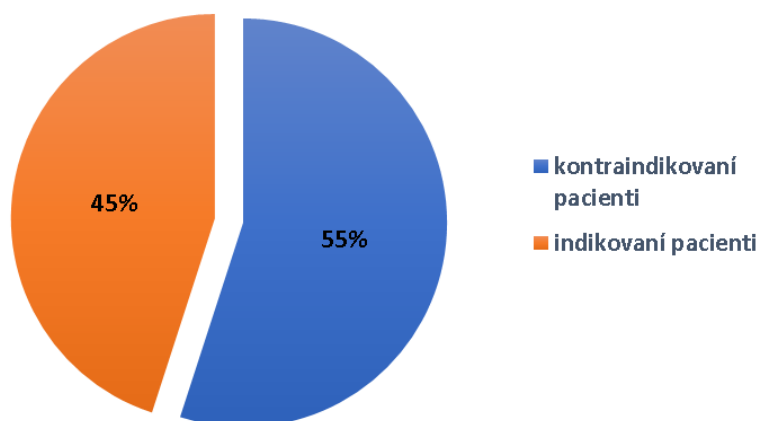
Celková návštěvnost refrakčního centra tvořila 150 pacientů za měsíc. Celkem 60 pacientů přišlo za účelem laserového výkonu. Z toho 90 pacientů na kliniku zavítalo z jiných důvodů. Na obrázku č. 19 je celková návštěvnost kliniky v procentech. Z celkového počtu pacientů se zájmem o laserový refrakční výkon bylo 45 % indikováno a 55 % pro výkon kontraindikováno, viz obrázek č. 20.

Procentuální statistika návštěvnosti



Obrázek 19: Statistika návštěvnosti oční kliniky

Vhodnost a nevhodnost k laserovému výkonu



Obrázek 20: Vhodnost a nevhodnost k laserovému refrakčnímu výkonu

13 Diskuze

Návštěvnost oční kliniky v průběhu měsíce února činila 150 pacientů za měsíc, z čehož 40 %, tedy 60 pacientů, přišlo z důvodu laserového refrakčního výkonu. Kdy indikování k výkonu bylo ve 45 %. Četnost refrakčních vad tvoří převážně myopické refrakční vady. Procentuálně vychází, že z celkového počtu pacientů je 99 % pacientů s myopickou refrakční vadou, hypermetropická refrakční vada tvoří pouhé 1 % návštěvníků refrakčních laserových výkonů.

Důležité ke zmínění je, že mezi nejčastější kontraindikaci patří nestabilní slzný film. Ten je brán jako relativní kontraindikace a je řešen tím způsobem, že při kontrolním vyšetření je předepsáno kapání umělých slz a domluveno zvýšení hygieny víček. Pokud se při dalších kontrolních vyšetřeních ukáže, že potíže se slzným filmem se již nevyskytují, pacient se indikuje pro refrakční výkon. Ve všech případech nestabilního slzného filmu se jednalo o nízké výsledky slzivosti jak kvalitativních, tak kvantitativních testů. U pacienta č. 21 může být zavádějící nepravidelné klenutí rohovky, které v danou chvíli může být ovlivněno slzným filmem. V takovém případě se aplikují umělé slzy a vyšetření se opakuje. Podobný postup probíhá při zjištění epitelopatie. Kdy se pacientovi předepíše oční kapky a je nutno vysadit kontaktní čočky a objednat se na další kontrolní vyšetření. Druhou nejčastější kontraindikací byla tenká rohovka, která je brána jako absolutní kontraindikace. Tehdy se místo laserového refrakčního výkonu nabízí varianta fakické čočky. Neustálená refrakční vada se v danou chvíli určí jako relativní kontraindikace a při následných kontrolách se zjišťuje, zda se refrakční vada ustálila, či nikoliv. V případě pacienta č. 33 se tomu tak děje z důvodu podstupování chemoterapie. V případě keratitidy i jiných zánětlivých onemocnění, je nutné pro indikování k výkonu nejprve daného pacienta vyléčit, až poté je možné indikovat k výkonu. Keratokonus, tenká rohovka, hraniční hodnoty keratometrie, jizvy a zajizvení na rohovce jsou brány jako absolutní kontraindikace.

Při zpracovávání dat jednotlivých pacientů, vyšlo, že pro rozhodnutí podstoupení laserového refrakčního zákroku došlo z mnoha důvodů. Jednalo se o estetičnost a o omezené zorné pole z důvodu nošení brýlových obrub. Déle se často uvádělo nepohodlí způsobené vysokými dioptriemi, případně nesnášenlivostí kontaktních čoček. Dalším důvodem bylo praktikování sportu, kde je brýlová obruba brána jako překážka. Nebo v případě, kdy v daném sportu nejsou dovoleny kontaktní čočky. Mezi sporty, kde není možné nosit tyto korekční

pomůcky se řadí box a podobné bojové sporty. Patří sem ale také určitý druh povolání, kde jsou brýle, případně kontaktní čočky, zakázané. K povoláním, kde je toto bráno jako překážka patří například hasiči, vojáci a policisté.

V případě zákroků, kdy LASIK byl indikován v 68 % případech, metoda PRK ve 26 % případech a Metoda ReLEx SMILE ze 6 %. Kdy u zákroku PRK se rozhodovalo na základě práce a sportovního zaměření pacienta. Kdy na rozdíl od metody LASIK, nehrozí riziko pooperačního posunutí flapu.

14 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat statistiku návštěvnosti pacientů refrakčního centra, četnost jejich refrakčních vad a případných typů kontraindikací. A také zjištění důvodů absolvování refrakčního výkonu. Z důvodu snahy o nezkreslená data, vlivem pandemie koronaviru COVID-19 a jeho dopadem na společnost a ekonomiku, se použila data z měsíce února. Ke zpracování bakalářské práce se použili data z Oční kliniky Gemini v Praze.

Z dodaných dat vyšla návštěvnost oční kliniky, z celkového počtu 150 pacientů, celých 40 % pacientů jdoucí na laserový refrakční zákrok. Laserová refrakční chirurgie je převážně využívána pacienty s myopickými refrakčními vadami. Při zjišťování případných kontraindikací, vyšel jako nejčastější nestabilní slzný film. Při porovnávání důvodů k absolvování refrakčního výkonu, vyšlo, že zatímco muži ho zvažují z důvodu omezení brýlovou korekcí v průběhu sportů, u žen se jedná zejména o estetické důvody.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BENJAMIN, William J. a Irvin M. BORISH. *Borish's clinical refraction*. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006. ISBN 978-0-7506-7524-6.
- [2] ELLIOTT, David. *Clinical procedures in primary eye care*. 5. Philadelphia: Elsevier, 2020. ISBN 9780702077890.
- [3] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a embryologie oka*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-313-9.
- [4] KUČHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [5] AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [6] KUČHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [7] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-x.
- [8] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [9] *Trendy soudobé oftalmologie*. Praha: Galén, 2000. ISBN 80-7262-405-9.
- [10] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [11] HYCL, Josef. *Oftalmologie: minimum pro praxi*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. Levou zadní. ISBN isbn80-7254-827-1.
- [12] KRAUS, Hanuš. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [13] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Ilustroval Ivan HELEKAL. Praha: Grada, 1997. ISBN isbn80-7169-140-2.
- [14] *Gemini oční klinika* [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <https://www.gemini.cz>
- [15] *Lexum* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: www.lexum.cz
- [16] *Wilmingtoneye* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.wilmingtoneye.com>

- [17] *The Vision Correction Website* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://www.lasersite.com>
- [18] *E-magazín o laserových operacích očí, brýlích a kontaktních čočkách* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://ocnivady.cz>
- [19] *THE HIGHEST STANDARD IN EYE CARE* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://bceye.com/?s=hyper>
- [20] *Refraktive Chirurgie* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.augenarzt-brief.de/leistungsspektrum/refraktive-chirurgie.php>
- [21] *Spirit Medical: Refrakční chirurgie* [online]. [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <http://www.spiritmedical.cz/cs/>
- [22] *My Easy Choices: Schirmer Test: What is It For?* [online]. [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://myeasychoices.com>
- [23] AZAR, Dimitri T., Massimo CAMELLIN a Richard W. YEE. *LASEK, PRK, and excimer laser stromal surface ablation*. New York: Marcel Dekker, c2005. ISBN isbn08-247-5434-4.
- [24] VLÁČIL, Ondřej, Marta KARHANOVÁ a Juraj ŠIMIČÁK. *Možnosti korekce refrakčních vad u dětí. Pediatrie pro praxi* [online]. 2012, 2012 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2012/04/03.pdf>
- [25] REINHARD, Thomas, LARKIN, Frank, ed. *Corneal Disease: Recent Developments in Diagnosis and Therapy*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. ISBN 978-3-642-28746-6.
- [26] FELDMAN, Brad, Reecha SACHDEVA, Sanjeev GREWAL a Ronald R KRUEGER. *LASEK: History of the Procedure. Medscape* [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/1222702-overview#a0101>
- [27] AUTRATA, Rudolf. *Excimer laser v léčbě anisometropické amblyopie: Indikace refrakční chirurgie u dětí. Dětské oční lékařství* [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <http://telemedicina.med.muni.cz/pdm/detske-ocni-lekarstvi/res/f/refr-chir-prezentace.pdf>
- [28] BRIGHTBILL, Frederick S., Charles N. J. MCGHEE, Peter J. MCDONNELL a Ayad A. FARJO. *Corneal surgery: theory, technique, and tissue*. Elsevier Health Sciences, 2009. ISBN 03-230-4835-8

[29] *iClinic: Jak probíhá operace očí prostřednictvím metody Relex Smile* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.i-clinic.cz/jak-probiha-operace-oci-prostrednictvim-metody-relex-smile>

[30] *Neovize Oční klinika: Léčba onemocnění keratokonus* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.neovize.cz/lecba-onemocneni-keratokonus/>

[31] *EyeRounds: Ophthalmology and Visual Sciences* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://eyerounds.org>

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka	Význam
Dpt	Dioptrie
Femto-LASIK	Metoda LASIK provedená femtosekundovým laserem
ICR	Intrastromal corneal ring
ICRS	Intrastromal corneal ring segments
LASEK	Laser-assisted subepithelial keratectomy
LASIK	Laser in situ keratomileusis
LPK	Lamelární keratoplastika
PMMA	Polymethylmethakrylát
PRK	Photorefractive keratectomy
PTK	Fototerapeutická keratektomie
UVC	Ultrafialové záření
μm	Mikrometr
2D	Dvourozměrný
3D	Trojrozměrný

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: STANDARTNÍ REDUKOVANÉ OKO [6]	4
OBRÁZEK 2: STRUKTURA ROHOVKY [16]	8
OBRÁZEK 3: MYOPICKÉ ZOBRAZENÍ OKA [19].....	11
OBRÁZEK 4:ASTIGMATICKÉ ZOBRAZENÍ OKA [19]	12
OBRÁZEK 5: POSTUP METODY LASEK [20]	16
OBRÁZEK 6: HEXAGONÁLNÍ KERATOTOMIE [6]	19
OBRÁZEK 7: EPIKERATOPLASTIKA [6]	20
OBRÁZEK 8: INTRAKORNEÁLNÍ KROUŽEK [6]	21
OBRÁZEK 9: ŠTĚRBINOVÁ LAMPA [21]	23
OBRÁZEK 10: INVAZIVNÍ SCHIRMERŮV TEST [22]	25
OBRÁZEK 11: KERATOKONUS [30]	27
OBRÁZEK 12: BLEFARITIDA-ZÁNĚT OČNÍCH VÍČEK	29
OBRÁZEK 13: EPITELOVÉ VRŮSTY PO METODĚ LASIK [31]	33
OBRÁZEK 14: PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ REFRAKČNÍCH VÝKONŮ	38
OBRÁZEK 15: REFRAKČNÍ VADY DLE POHLAVÍ.....	38
OBRÁZEK 16: ČETNOST KONTRAINDIKACÍ.....	39
OBRÁZEK 17: ROZDĚLENÍ DŮVODŮ K LASEROVÉMU REFRAKČNÍMU VÝKONU PODLE ČETNOSTI	40
OBRÁZEK 18: ROZDĚLENÍ DŮVODŮ K LASEROVÉMU REFRAKČNÍMU VÝKONU PODLE ČETNOSTI	40
OBRÁZEK 19: STATISTIKA NÁVŠTĚVNOSTI OČNÍ KLINIKY	41
OBRÁZEK 20: VHODNOST A NEVHODNOST K LASEROVÉMU REFRAKČNÍMU VÝKONU	41

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1: PARAMETRY GULLSTRANDOVA SCHEMATICKEHO OKA [6]	3
TABULKA 2: KLASIFIKACE ROHOVKOVYCH DYSTROFIÍ [6]	30

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Tabulka zjištěných dat I

pacient	věk	pohlaví	refrakční vada	indikace k operaci	refrakční výkon
č.1	36	muž	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.2	25	žena	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.3	29	muž	myopia gravis	ne	-
č.4	42	žena	myopia gravis cum ast.	ano	PRK
č.5	30	žena	myopia levis cum ast.	ne	-
č.6	23	žena	myopia gravis	ano	LASIK
č.7	30	muž	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.8	29	žena	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.9	31	žena	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.10	20	žena	myopia gravis cum ast.	ne	-
č.11	45	žena	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.12	32	muž	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.13	34	muž	hypermetropia	ne	-
č.14	38	žena	myopia gravis	ne	-
č.15	32	muž	myopia levis cum ast.	ano	PRK
č.16	28	žena	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.17	29	žena	myopia modica cum ast.	ne	-
č.18	24	žena	myopia gravis cum ast.	ne	-
č.19	30	muž	myopia gravis cum ast.	ano	PRK
č.20	41	muž	myopia gravis	ne	-
č.21	29	žena	myopia modica	ne	-
č.22	38	muž	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.23	39	muž	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.24	24	muž	myopia gravis	ne	-
č.25	21	žena	myopia modica	ano	PRK
č.26	25	žena	myopia gravis	ne	-
č.27	32	muž	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.28	23	muž	myopia levis cum ast.	ano	PRK
č.29	18	muž	myopia modica	ne	-
č.30	33	žena	myopia levis	ano	PRK
č.31	31	žena	myopia modica	ne	-
č.32	36	žena	myopia gravis	ano	Relex SMILE
č.33	18	žena	myopia modica	ne	-
č.34	34	muž	myopia levis	ne	-
č.35	34	žena	myopia modica	ne	-
č.36	28	muž	myopia gravis	ano	LASIK
č.37	37	žena	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.38	30	žena	myopia modica	ano	LASIK
č.39	18	muž	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.40	23	žena	myopia modica cum ast.	ano	LASIK
č.41	25	muž	myopia levis	ano	LASIK
č.42	22	žena	myopia levis	ne	-
č.43	28	žena	myopia modica cum ast.	ne	-
č.44	34	muž	myopia gravis cum ast.	ne	-
č.45	37	žena	myopia modica	ne	-
č.46	30	žena	myopia modica cum ast.	ano	PRK
č.47	27	žena	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.48	21	muž	myopia modica	ne	-
č.49	34	žena	myopia gravis	ano	Relex SMILE
č.50	39	žena	myopia gravis	ne	-
č.51	31	žena	myopia levis	ano	LASIK
č.52	26	muž	myopia levis cum ast.	ne	-
č.53	35	žena	myopia gravis	ne	-
č.54	27	žena	myopia gravis	ano	LASIK
č.55	33	muž	myopia modica	ano	LASIK
č.56	32	žena	myopia modica	ano	PRK
č.57	38	muž	myopia levis cum ast.	ne	-
č.58	29	žena	myopia modica	ano	PRK
č.59	30	muž	myopia levis cum ast.	ano	LASIK
č.60	31	žena	myopia modica cum ast.	ano	LASIK

Příloha č. 2: Tabulka zjištěných dat I

pacient	kontraindikace k operaci	důvod
č.1	-	-
č.2	-	-
č.3	ano	vrozená katarakta
č.4	-	-
č.5	ano	tenká rohovka
č.6	-	-
č.7	-	-
č.8	-	-
č.9	-	-
č.10	ano	nestabilní slzný film, keratokonus
č.11	-	-
č.12	-	-
č.13	ano	tenká rohovka, nestabilní slzný film, epitelopatie
č.14	ano	tenká rohovka, nestabilní slzný film
č.15	-	-
č.16	-	-
č.17	ano	nestabilní slzný film, epitelopatie
č.18	ano	nestabilní slzný film
č.19	-	-
č.20	ano	tenká rohovka
č.21	ano	nestabilní slzný film, nepravidelné klenutí rohovky
č.22	-	-
č.23	-	-
č.24	ano	tenká rohovka
č.25	-	-
č.26	ano	tenká rohovka
č.27	-	-
č.28	-	-
č.29	ano	nestabilní slzný film
č.30	-	-
č.31	ano	hraniční hodnoty keratometrie
č.32	-	-
č.33	ano	tenká rohovka, nestabilní slzný film, neustálená refrakční vada
č.34	ano	tenká rohovka
č.35	ano	nestabilní slzný film
č.36	-	-
č.37	-	-
č.38	-	-
č.39	-	-
č.40	-	-
č.41	-	-
č.42	ano	hraniční hodnoty keratometrie
č.43	ano	keratitida
č.44	ano	jizvy v centru rohovky
č.45	ano	nestabilní slzný film
č.46	-	-
č.47	-	-
č.48	ano	nestabilní slzný film
č.49	-	-
č.50	ano	hraniční hodnoty keratometrie
č.51	-	-
č.52	ano	tenká rohovka
č.53	ano	tenká rohovka
č.54	-	-
č.55	-	-
č.56	-	-
č.57	ano	nestabilní slzný film
č.58	-	-
č.59	-	-
č.60	-	-

Příloha č. 3: Tabulka zjištěných dat III

pacient	věk	pohlaví	důvody refrakčního výkonu
č.1	36	muž	sport
č.2	25	žena	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.3	29	muž	povolání
č.4	42	žena	estetika
č.5	30	žena	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.6	23	žena	vysoké dioptrie
č.7	30	muž	estetika
č.8	29	žena	povolání
č.9	31	žena	sport
č.10	20	žena	estetika
č.11	45	žena	omezené zorné pole v brýlové obrubě
č.12	32	muž	sport
č.13	34	muž	estetika
č.14	38	žena	omezené zorné pole v brýlové obrubě
č.15	32	muž	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.16	28	žena	sport
č.17	29	žena	estetika
č.18	24	žena	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.19	30	muž	povolání
č.20	41	muž	vysoké dioptrie
č.21	29	žena	estetika
č.22	38	muž	sport
č.23	39	muž	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.24	24	muž	vysoké dioptrie
č.25	21	žena	estetika
č.26	25	žena	vysoké dioptrie
č.27	32	muž	sport
č.28	23	muž	povolání
č.29	18	muž	povolání
č.30	33	žena	sport
č.31	31	žena	estetika
č.32	36	žena	vysoké dioptrie
č.33	18	žena	povolání
č.34	34	muž	sport
č.35	34	žena	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.36	28	muž	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.37	37	žena	estetika
č.38	30	žena	omezené zorné pole v brýlové obrubě
č.39	18	muž	povolání
č.40	23	žena	povolání
č.41	25	muž	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.42	22	žena	estetika
č.43	28	žena	sport
č.44	34	muž	omezené zorné pole v brýlové obrubě
č.45	37	žena	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.46	30	žena	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.47	27	žena	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.48	21	muž	estetika
č.49	34	žena	vysoké dioptrie
č.50	39	žena	estetika
č.51	31	žena	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.52	26	muž	estetika
č.53	35	žena	vysoké dioptrie
č.54	27	žena	estetika
č.55	33	muž	sport
č.56	32	žena	nepohodlí způsobené brýlovou obrubou
č.57	38	muž	nesnášenlivost kontaktních čoček
č.58	29	žena	sport
č.59	30	muž	estetika
č.60	31	žena	omezené zorné pole v brýlové obrubě