



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra přírodovědných oborů

**Zakřivení zadní plochy rohovky u pacientů po zadní lamelární
keratoplastice**

**The curvature of the back surface of the cornea in patients after the
posterior lamellar keratoplasty**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Alena Škubníková

Vedoucí bakalářské práce: doc. MUDr. Pavel Studený, Ph.D., MHA

Kladno 2018

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Alena Škubníková**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Zakřivení zadní plochy rohovky u pacientů po zadní lamelární keratoplastice**
Téma anglicky: The curvature of the back surface of the cornea in patients after the posterior lamellar keratoplasty

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Zadní lamelární keratoplastika je relativně nový typ transplantace, používaný u pacientů s postižením rohovkového endotelu. V současné době je známo několik typů transplantátů, lišících se především tloušťkou použité lamely (30 - 200 μm), přičemž efekt jednotlivých typů na refrakční stav oka pacienta není dosud zcela jasný. Studentka zpracuje rešerši dosud publikovaných výsledků na toto téma. Retrospektivně vyhodnotí výsledky pooperačních vyšetření provedených pomocí Scheimpflugovy kamery u pacientů oční kliniky FNKV a porovná jednotlivé parametry u pacientů s různými typy provedené transplantace (DSAEK, DMEK, DMEK-S a PDEK) se zaměřením na zadní plochu rohovky.

Seznam odborné literatury:

- [1] GOLDICH, Y., ARTORNSOMBIDITH, P., AVNI-ZAUBERMAN, N., PEREZ, M., ULATE, R., ELBAZ, U., ROOTMAN, D.S., Fellow eye comparison of corneal thickness and curvature in descemet membrane endothelial keratoplasty and descemet stripping automated endothelial keratoplasty, *Cornea*, ročník 33, číslo 6, 2014, pp. 547-50
- [2] HAM, L., DAPENA, I., MOUTSOURIS, K., BALACHANDRAN, C., FRANK, L.E., VAN DIJK, K., Refractive change and stability after Descemet membrane endothelial keratoplasty. Effect of corneal dehydration-induced hyperopic shift on intraocular lens power calculation., *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, ročník 37, číslo 8, 2011, pp. 1455-64
- [3] CLEMMENSEN, K., IVARSEN, A., HJORTDAL, J., Changes in Corneal Power After Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty, *Journal of Refractive Surgery*, ročník 31, číslo 12, 2015, pp. 807-12

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: MUDr. Pavel Studený, Ph.D.

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 19.02.2018

Název bakalářské práce: Zakřivení zadní plochy rohovky u pacientů po zadní lamelární keratoplastice

Abstrakt:

Práce je zaměřena na lamelární keratoplastiku. Nejprve je popsána rohovka, její vrstvy, zásobení, výživa, biochemické složení a transparentnost. V další kapitole je popsána historie a současnost oční tkáňové banky, která dodává tkáň pro transplantace. Poslední kapitola je věnována keratoplastice, rozdělení na přední a zadní, která je dále více rozepsána. Najdeme zde rozdělení na jednotlivé metody a podrobnější popis.

Experimentální část je orientována na zadní plochu rohovky a výpočet jejího astigmatismu. Zakřivení zadní plochy bylo měřeno na Pentacamu, z něhož byl vypočten astigmatismus a porovnáván mezi jednotlivými typy zadní lamelární keratoplastiky DMEK, PDEK, DSAEK.

Závěr bakalářské práce říká, že rozdíly zakřivení zadní plochy rohovky mezi pozorovanými typy transplantací nejsou statisticky významné.

Klíčová slova:

rohovka, oční tkáňová banka, keratoplastika, zakřivení rohovky

Bachelor's Thesis title: The curvature of the back surface of the cornea in patients after the posterior lamellar keratoplasty

Abstract:

This project is about the lamellar keratoplasty. At first, there is the cornea, layers of the cornea, its supply, the nutrition, the biochemical composition and the transparency. The next chapter is about the history and present of the eye tissue bank, the bank provides tissues for the transplantations. The keratoplasty is described in the last chapter. There is the division to the anterior and the posterior keratoplasty. The posterior keratoplasty is divided to different techniques and indications of them. We will find here the division to the individual techniques of the posterior keratoplasty, the detailed of the description.

The experimental part is oriented on the back surface of the cornea and the calculation of its astigmatism. The curvature of the back surface was measured on the Pentacam, and from the curvature astigmatism was calculated and compared between the different types of lamellar keratoplasty DMEK, PDEK, DSAEK.

The conclusion of the bachelor thesis says that the differences in the curvature of the posterior surface of cornea between the examined types of transplantation are not statistically significant.

Key words:

cornea, eye tissue bank, keratoplasty, curvature of the cornea

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu doc. MUDr. Pavlu Studenému, Ph.D., MHA za zadané téma a za pomoc při zpracování jemu i jeho kolegům. Také bych ráda poděkovala celé své rodině, především rodičům, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Zakřivení zadní plochy rohovky u pacientů po zadní lamelární keratoplastice“ 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).

V Kladně dne

.....

podpis

Obsah

Úvod	1
Teoretická část	2
1. Rohovka	2
1.1. Anatomie	2
1.1.1. Vrstvy rohovky	3
1.1.2. Nervové zásobení	4
1.1.3. Výživa rohovky	5
1.1.4. Transparentnost rohovky	5
2. Oční tkáňová banka	6
3. Keratoplastika	8
3.1. Historie	8
3.2. Indikace k provedení transplantace rohovky	9
3.3. Faktory ovlivňující úspěšnost transplantace rohovky	10
3.4. Přední lamelární keratoplastika	10
3.4.1. Rozdělení	11
3.5. Zadní lamelární keratoplastika	13
3.5.1. Indikace	14
3.5.2. Kontraindikace	14
3.5.3. Předoperační vyšetření	14
3.5.4. Pooperační péče	15
3.5.5. DSAEK	15
3.5.6. DMEK	17
3.5.7. DMEK-S	18
3.5.8. PDEK	19
Experimentální část	20
4. Přístroje a vybavení	20
5. Výběr probandů a metodika	23
6. Výsledky	24
7. Diskuze	31
8. Závěr	32
Seznam použité literatury	33

Seznam symbolů a zkratk	36
Seznam obrázků.....	36
Seznam tabulek.....	37

Úvod

Zrak je jeden z 5 smyslových orgánů, který nám poskytuje 80 % informací o vnějším okolí. Díky němu můžeme rozeznávat různé barvy, tvary, a především se orientovat v prostoru. Lidské oko je přizpůsobeno průchodu světla tak, aby procházející paprsek byl zaostřen na sítnici. Všechny části oka, přes které paprsek prochází, jsou průhledné, aby propustily, co nejvíce dopadajícího světla. Jestliže je některá z částí zakalená, paprsek nemůže projít skrz optické prostředí a dopadnout přímo na sítnici. Obraz je potom neostrý.

V případě zakalení jakékoliv části je nutné obnovit opět její transparentnost. Zabýváme se především obnovou rohovky, konkrétně lamelární keratoplastikou. Lamelární keratoplastika je poměrně novou metodou transplantace. V minulosti se nahrazovala při poškození nebo poruše pouze rohovka v plné tloušťce-perforující keratoplastika. V posledních letech se více provádí náhrada pouze poškozené vrstvy rohovky-lamelární transplantace. Dle umístění poruchy a vrstvy, kterou v průběhu transplantace rohovky měníme, mluvíme o přední nebo zadní lamelární keratoplastice. U přední lamelární keratoplastiky provádíme transplantaci epitelu, Bowmanovy vrstvy a stromatu. U zadní lamelární keratoplastiky provádíme výměnu zadních vrstev rohovky: hlubokých částí stromatu, Descemetovy membrány, endotelu. Dle způsobu přípravy je možné tento typ transplantace v současné době rozdělit na několik používaných podtypů.

Hlavním cílem mé bakalářské práce je porovnání vlivu jednotlivých technik zadní lamelární keratoplastiky - DSAEK, DMEK, PDEK na astigmatismus zadní plochy rohovky.

Teoretická část

1. Rohovka

Rohovka je spolu se sklérrou součástí pevného obalu oka, vytváří transparentní optické prostředí a z optického hlediska je nejdůležitějším refrakčním prostředím. Zevně hraničí se vzduchem a směrem dovnitř s komorovou vodou, což zvyšuje její lomivou sílu. [1,3]

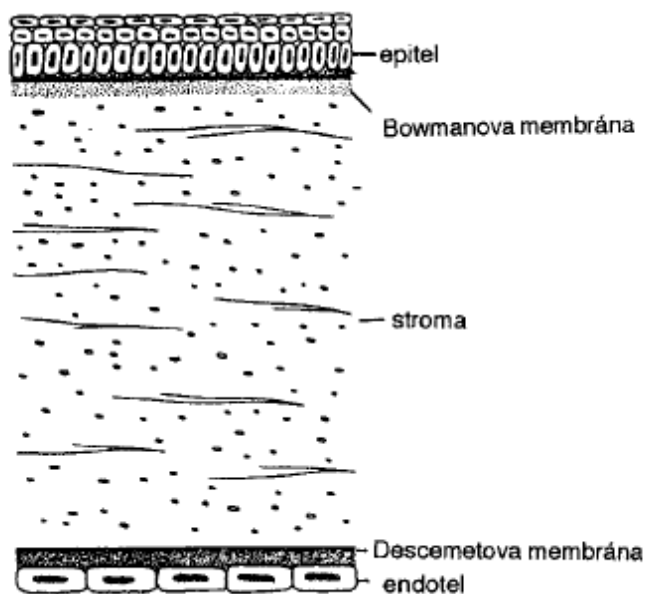
1.1. Anatomie

Rohovka má tvar horizontálně uložené elipsy, jejíž průměr horizontálně je 10-12 mm, vertikálně 11 mm. Jestliže je horizontální průměr menší, hovoříme o malé rohovce (mikrocornea), je-li větší než 13 mm, pak je to velká rohovka (megalocornea). Centrální tloušťka je průměrně 0,52 mm a v periférii 0,65 – 1 mm. Poloměr zakřivení pro přední plochu je udáván 7,8 mm a pro zadní plochu 7 mm. Rohovka se směrem k limbu oplošťuje. Vertikální meridián je více zakřiven (0,5 D), což odpovídá fyziologickému rohovkovému astigmatismu. [1,2,3,4,5]

Vyvíjí se ve druhém měsíci embryonálního vývoje a sestává z pěti vrstev: epitelu, Bowmanovy vrstvy, stromatu, Descemetovy membrány a endotelu rohovky. Od ostatních tkání těla se odlišuje specifickými parametry: je bezcévná, velmi bohatě inervovaná, má pravidelnou architekturu a obsahuje dvě bazální membrány. [1,2,3]

Rohovka obsahuje 78 % vody a 22 % organického materiálu – např. kolagenu, keratansulfátu, chondroitinsulfátu, soli (NaCl, KCl), ad. [4,6]

1.1.1. Vrstvy rohovky



Obrázek 1.1: Stavba rohovky [1]

Epitel se nachází na povrchu rohovky, je nerohovějící mnohvrstevný dlaždicový. Má 5-6 vrstev buněk, nejvnitřnější vrstvu tvoří cylindrické buňky, které se směrem k horní vrstvě postupně zakulacují a nejsvrchnější vrstvu pak tvoří buňky velmi tenké a ploché. Epitelové buňky mají velmi rychlou schopnost regenerace a migrace. Obměňuje se přibližně v šestidenním cyklu. Za tuto schopnost jsou odpovědné limbální buňky. Povrch epitelu je tvořen mikroklyky umožňující přilnutí mucinu. [1,2,3]

Bowmanova vrstva je homogenní vrstvou, která vytváří rozhraní mezi epitelem a stromatem. Od epitelu je ostře ohraničena bazálními buňkami a na vnitřní straně přechází ve stroma. Na rozdíl od epitelu nemá regenerační schopnost, ale při poranění vzniká rohovková jizva. [1,2,3]

Stroma představuje 90 % tloušťky rohovky a vyznačuje se pomalou regenerací. Je tvořeno velkým množstvím kolagenních lamel v podobě svazečků, které se překřížují ve všech směrech. V periférii u limbu probíhají převážně radiálně a uprostřed vytvářejí hustou překříženou síťovinu. Svazky kolagenních lamel jsou složeny z velmi jemných fibril, které jsou produkovány keratocyty. Fibrily jsou vedle sebe pravidelně uspořádány, díky čemuž je rohovka průhledná a udržují tak i správný obsah vody. Jakmile se zvýší obsah vody, který je normálně kolem 80 %, dojde ke zkalení rohovky, tedy k edému. V prostorách

mezi fibrilami se nachází mukopolysacharidy, které při zvýšení obsahu vody zbobtnají, roztlačí fibrily a rohovka se zakalí. Na udržení průhlednosti rohovky se podílí endotel a epitel rohovky. K zakalení může dojít také při mechanickém, toxickém, dystrofickém nebo zánětlivém poškození. [2,3]

Descemetova membrána je produktem buněk endotelu. Je velmi odolná při infekcích a poraněních. Je bazální membránou rohovkového endotelu. [2,3]

Endotel je tvořen vrstvou hexagonálních buněk, jež nejsou schopny regenerace. Při porušení endotelových buněk dochází k migracím ostatních a zvětšování velikostí jiných, aby pokryly poškozené místo. Normální počet endoteliálních buněk je při narození 4 000 – 5 000 buněk na mm^2 . Během života jejich počet klesá zhruba na polovinu. K akceleraci poklesu může dojít z důvodu úrazu, zánětu, operace, a také u některých vrozených

onemocněních-dystrofií např. nejčastější Fuchsovy dystrofie endotelu. Udržováním standardní hydratace rohovky zabezpečují endotelové buňky zhruba při poklesu buněk pod 500 / mm^2 dojde k porušení hydratace rohovky a následně k edému. [1,2,3]

1.1.2. Nervové zásobení

Rohovka je inervována z první větve V. hlavového nervu trigeminu. Má největší počet nervových zakončení na mm^2 ze všech tkání lidského těla, což znamená, že je nejcitlivější tkání v těle. Nervová vlákna se nachází převážně v předních vrstvách a v centrální oblasti. Přímé podráždění rohovky způsobuje mrkací reflex. Narušení rohovkového epitelu úrazem (eroze, cizí tělísko) odkryje senzitivní zakončení n. trigeminu, což vyvolá intenzivní bolest, kterou následuje reflexní slzení a neovladatelné sevření víček. [2,3,5]

1.1.3. Výživa rohovky

Rohovka je avaskulární tkáň, která nemá vlastní cévní zásobení. Kyslík a výživné metabolity (aminokyseliny a glukóza) jsou transportovány třemi různými způsoby. Difúzí z limbálních kapilár, difúzí a aktivním transportem z komorové tekutiny a difúzí ze slzného filmu. Přes komorovou vodu vstupuje do rohovky především glukóza, ze které je pak pomocí kyslíku získávaného ze slz čerpána energie. [2,3]

1.1.4. Transparentnost rohovky

Optické vlastnosti rohovky popisuje tzv. „mřížková teorie“. Ta nám říká, že rovnoběžné uspořádání kolagenních vláken v rohovce a jejich jednotná velikost zabraňují při průchodu světla jejich rozptylu. Zdravá rohovka rozptyluje pouze 1 % světla. [5,6]

2. Oční tkáňová banka

Za zakladatele moderního očního bankovníctví je pokládán Vladimír Petrovič Filatov (1875-1956). V roce 1911 se stal vedoucím katedry a kliniky očních chorob Oděského lékařského institutu. K založení očního bankovníctví a transplantací rohovek ho inspirovaly úspěchy profesora Elschniga. První transplantaci provedl roku 1912 a od té doby se začínal více zamýšlet nad zjednodušením rizik keratoplastik. Nejprve se svým kolegou E. I. Marcinovským zdokonalil některé chirurgické nástroje. Výrazným stimulem pro rozvoj keratoplastik bylo období dvou světových válek. Toto období vedlo Filatova k myšlence transplantace kadaverózní rohovky. Transplantaci s použitím kadaverózní rohovky provedl jako první na světě v roce 1931. [7,15]

Kadaverózní bulby skladoval v dobře uzavřených nádobkách rohovkou vzhůru při teplotě 4-6 °C. Rohovky transplantoval v rozmezí 10-56 hodin po smrti dárce. Úspěšnost těchto transplantací byla ve 30. letech 19. století vyšší než 50 % a ukázala, že použití transplantované tkáně od zemřelých je srovnatelná s tkání od žijících dárců. [7]

První Oční banka byla založena v roce 1944 v New Yorku chirurgem Richardem Townleyem Patonem s jeho kolegy s názvem Eye Bank for Sight Restoration. Bulby byly skladovány ve vlhkém prostředí skleněné nádoby, která byla skladována v chladnu. Rohovka se připravovala a preparovala z bulbu až těsně před transplantací. [7]

Po založení oční banky v New Yorku byly publikovány i další metody uchování rohovek, například zmrazování, sušení, vymrazování nebo sublimační sušení. Žádná z těchto metod se neosvědčila. Nárůst úspěšných keratoplastik byl zaznamenán po druhé světové válce, díky použití antibiotik a později i použití kortikosteroidů. [7,15]

V 50. letech byly založeny další oční banky a v roce 1961 vznikla první transplantační společnost v USA – Asociace amerických očních bank. [7]

V roce 1962 založil profesor Ignacio Barraquer první oční banku v Evropě. V roce 1989 byla v Dánsku ustanovena Evropská asociace očních bank (European Eye Bank Association – EEBA). V současnosti tato asociace spojuje 69 bank. Přispívá k vytvoření dostatečné dostupnosti tkání a buněk pro léčbu očních onemocnění. Pracuje na vývoji a udržování norem pro praxi očního bankovníctví v Evropě. Podporuje shromažďování informací o bankovních činnostech ze všech sdružujících bank (výběr dárců a screening,

příprava, zkušební metody a techniky). Poskytuje příležitost pro diskuzi o všech aspektech očního bankovníctví, výběru, konzervace, skladování a hodnocení kvality tkání. Podporuje příslušný výzkum a vývoj poskytovaný externím agenturám. Podporuje i vzdělávání a školení v oblasti očního bankovníctví. Udržuje mezinárodní vztahy mezi jednotlivými očními bankami ve světě. [7,15,20]

První oční tkáňová banka v Evropě byla zřízena v České republice v roce 1952 v Hradci Králové. Celé bulby se uchovávaly v lednici při teplotě 4 °C a vytrepenovány byly vždy až před samotnou transplantací. V roce 1991 vznikla oční banka v Praze při Fakultní nemocnici Královské Vinohrady. Další oční banky v České republice jsou ve Všeobecné fakultní nemocnici v Praze a ve Fakultní nemocnici v Brně. Tyto banky připravují mimo celé rohovky i rohovkové lamely nebo skléry. Většina transplantátů pochází od zemřelých dárců, kteří během svého života nepodepsali nesouhlas s posmrtným odběrem tkání a orgánů. [15]

3. Keratoplastika

Transplantace rohovky se provádí při poškození, nebo změně rohovky. Nejčastěji používanou technikou byla perforující transplantace rohovky, kdy byla odstraněna a změněna celá rohovka novou dárcovskou. V současné době vzrostl počet lamelárních keratoplastik, kdy je nahrazena jen postižená část rohovky. Velký nárůst zaznamenává hlavně zadní lamelární keratoplastika. Obecně transplantace rohovky patří k nejúspěšnějším a nejčastěji prováděným typům transplantace. Do značné míry se na tom spolupodílí avaskularita rohovky a imunologická privilegovanost této tkáně. [10,11,15]

3.1. Historie

První úspěšná perforující keratoplastika proběhla v roce 1905 v zemské nemocnici v Olomouci doktorem Eduardem Konrádem Zirmem. Transplantace probíhala u 45letého pacienta, který měl poleptání obou očí nehašeným vápnem a postupně ztrácel zrak. Dárce byl 11letý Karl Bräuer, kterému vážně poškodila oko kovová špona. Vyndání špony, bylo bohužel neúspěšné, a tak díky ztrátě sklivce bylo oko vyjmuto. Rohovka zůstala nepoškozená, a tak ji bylo možné použít. [7]

Dárcovský bulbus byl ihned ponořen do teplého fyziologického roztoku a pomocí Hippelova trepanu o průměru 5 mm byly získány dva štěpy – jeden z periferie a druhý z centra rohovky. Pacientovi v celkové anestezii oka byly postupně transplantované obě poleptané oči. Štěp získaný z periferie musel být po třech týdnech z oka vyjmut, neboť zvýšený nitrooční tlak způsoboval bolesti, a tak byla úspěšná transplantace pouze jednoho oka, kdy byl štěp získaný z centra rohovky. Dobře se připojil a zůstal čirý až do konce pacientova života v roce 1918. [7]

Tato transplantace byla velmi neobvyklá, neboť dárce bylo dítě. Dětská rohovková tkáň je nevyzrálá aktivní tkáň, která se již v současnosti nepoužívá. Úspěch můžeme přiřadit použité lidské tkáni mladého jedince, použití von Hippelova trepanu, stehy nezasahující do rohovky a zachování přední komory pro výživu transplantovaného štěpu. Ze současnosti ovšem můžeme říci, že použití dětské tkáně je rizikovým faktorem. [7]

Ve 20. a 30. letech 20. století profesor Anton Elschmig prováděl v Praze transplantace s 22% úspěšností. V této době se Praha stala světovým centrem transplantací. Většina operací vedla ke zlepšení zraku pacienta. Při neúspěchu profesor hledal příčiny a snažil se poučit z chyb. [7]

K rozvoji keratoplastiky významně přispěl také ruský oftalmolog V. P. Filatov, který v roce 1931 transplantoval postiženou rohovku za rohovku získanou od zemřelého dárce. [21]

Další velmi významnou osobou pro transplantace byl Ramon Castroviejo, který přišel s novými technikami operací a celou řadou speciálních nástrojů. [21]

3.2. Indikace k provedení transplantace rohovky

Důvody, pro které provádíme keratoplastiku, můžeme rozdělit na optické, terapeutické, tektonické a kosmetické.

Optická indikace: Cílem těchto operací je obnovení průhlednosti (funkčnosti) rohovky. Náhrada poškozené rohovky průhledným štěpem, kdy zákal postihl různě velkou část. Provádí se u pacientů s rohovkovými jizvami (po prodělaném infekčním onemocnění, úrazu, poleptání), dystrofiemi a degeneracemi. [14,15]

Terapeutická indikace: Provádí se u pacientů s těžkým zánětem rohovky, kde nepomohla léčba antibakteriální, antivirová ani antimykotická. [14,15]

Tektonická indikace: Hlavním důvodem této indikace je záchrana celistvosti bulbu, kdy při velkém ztenčení rohovky hrozí nebo došlo k perforaci bulbu. Příkladem mohou být rohovkové vředy, či pelucidní nebo Terrienova degenerace. V případě této indikace je nutná akutní operace. [14,15]

Kosmetická indikace: Dnes není tak častá, dříve se používala u slepých očí s leukomem. V současné době je možné pacientům pomoci krycí protézou nebo barevnými kontaktními čočkami. [14, 15]

3.3. Faktory ovlivňující úspěšnost transplantace rohovky

Neimunologické

Tyto faktory ovlivňují výsledek transplantace v době před, během i po operaci. Je nutné, aby v předoperační fázi byla dodržena správná kvalita dárcovské tkáně během přípravy a po dobu její uchovávání. V současné době se rohovky k transplantacím uchovávají v médiích při 4 °C nebo při 31 °C. Nedílnou součástí vyšetření rohovek jsou krevní testy dárce na HIV, hepatitidu A, B a Cytomegalovirus. [26]

Imunologické

V tomto případě jde o rizika spojená s tzv. rejekční reakcí, kdy nedojde k přijetí transplantované tkáně a je nutné podávat lokálně, případně celkově kortikosteroidy nebo jiná imonosupresiva. U rizikových transplantací se aplikuje lokální terapie již dva dny před samotným zákrokem. [26]

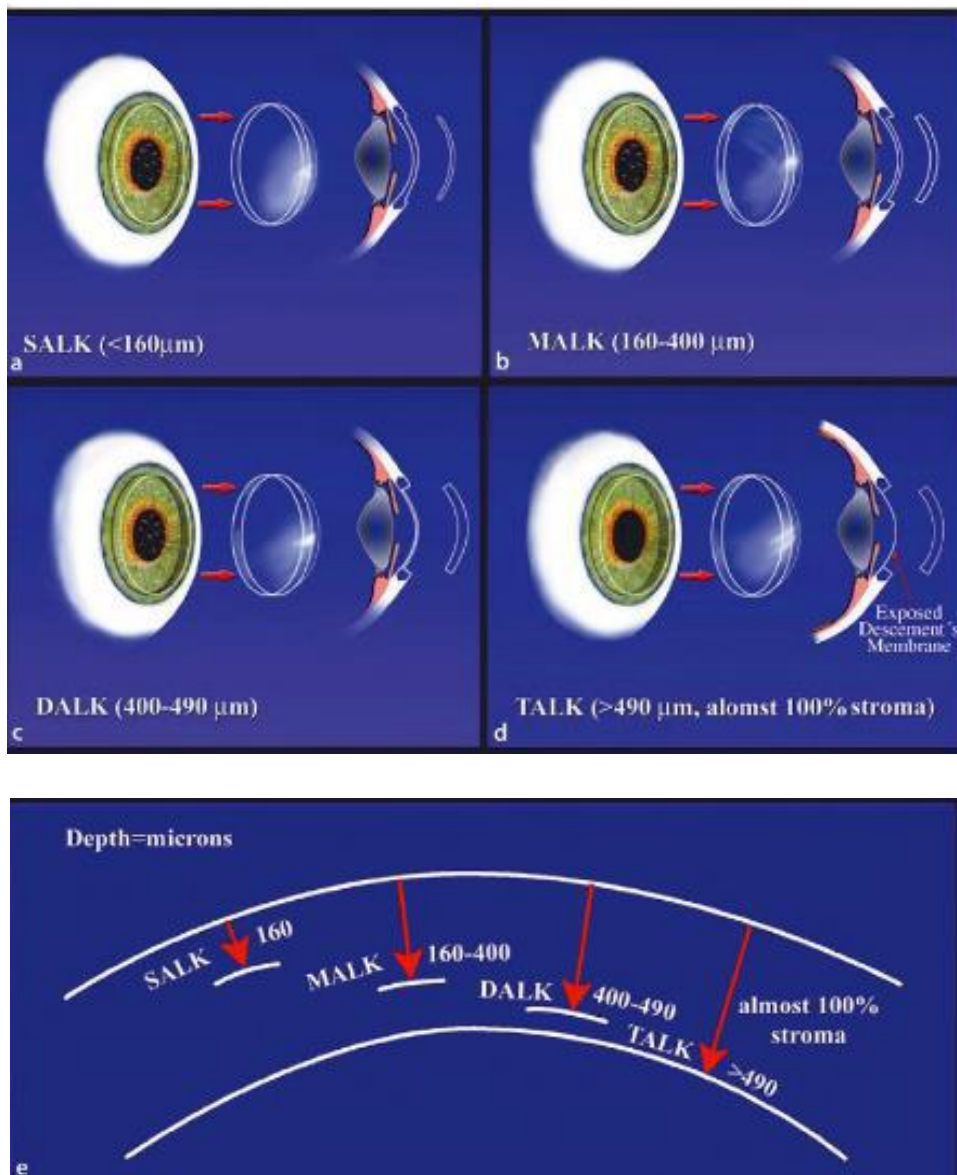
3.4. Přední lamelární keratoplastika

Při přední lamelární keratoplastice jsou nahrazovány přední vrstvy – epitel, Bowmanova membrána a různá tloušťka stromatu. Ostatní vrstvy jsou ponechány původní. Tato transplantace se aplikuje především u pacientů, kteří mají stále funkční a nepoškozený endotel. Nejčastějšími indikacemi je keratokonus, většina rohovkových dystrofií, hluboké rohovkové jizvy bez penetrace do přední komory, a také jizvy po zánětech rohovky. [10,11]

3.4.1. Rozdělení

Přední lamelární keratoplastiku můžeme rozdělit dle tloušťky odstraněného stromatu na několik typů:

- 1) **Přední povrchová lamelární keratoplastika (SALK: Superficial anterior lamellar keratoplasty):** Tloušťka odstraněného stromatu je 160 μm , 30% transplantované tkáně.
- 2) **Přední střední lamelární keratoplastika (MALK: Medial anterior lamellar keratoplasty):** Tloušťka odstraněného stromatu je 160-400 μm , 30-70% transplantované tkáně.
- 3) **Přední hluboká lamelární keratoplastika (DALK: Deep anterior lamellar keratoplasty):** Tloušťka odstraněného stromatu je 470-495 μm , 90-95% transplantované tkáně. Tento typ transplantace lze kombinovat s výměnou nitrooční čočky.
- 4) **Přední totální lamelární keratoplastika (TALK: Total anterior lamellar keratoplasty):** Tloušťka nahrazené tkáně je 500-520 μm , což znamená, že je nahrazena celá tloušťka stromatu. [15]



Obrázek: 3.1: Klasifikace přední lamelární keratoplastiky podle tloušťky odstraněného stromatu [15]

3.5. Zadní lamelární keratoplastika

První úspěšnou transplantaci tohoto typu provedl v roce 1998 Dr. Melles. [17]

Při zadní lamelární keratoplastice se provádí transplantace nejhlubších vrstev stromatu, Descemetovy membrány a endotelu. [10,11]

Ve srovnání s perforující keratoplastikou má tato transplantace minimální vliv na astigmatismus a bulbus zůstává stabilní, což výrazně snižuje riziko pooperačních komplikací. Nevýhodou je relativně složitá operační technika a teoreticky větší ztráta endotelových buněk během zákroku. [10,11,15,17]

Rozlišujeme několik typů provedení podle typu transplantované lamely. Nejčastěji je prováděna transplantace lamely typu DSAEK, kdy je transplantována Descemetova membrána s endotelem i s různě silnou vrstvou stromatu, dále DMEK, transplantace Descemetovy membrány s endotelem. Nevýhodou ponechání stromatu je riziko jizvení a zákalů rohovky pod lamelou a horší manipulace. Naopak při transplantaci pouze Descemetovy membrány a endotelu je vrstva velmi tenká a fragilní. Alternativou je metoda DMEK-S, u které vytvořená lamela je v centrální části tvořena pouze Descemetovou membránou a endotelem, což umožňuje velmi dobrou zrakovou ostrost pacienta, v periferii je pak lamela tvořena také hlubokými vrstvami stromatu, podobně jako u DSAEK, což usnadňuje manipulaci s tkání. V roce 2014 byl popsán další typ transplantátu – PDEK, kdy lamela je tvořena Duovou vrstvou (velmi hluboké části stromatu přilehlé k Descemetově membráně), Descemetovou membránou a endotelem. [10,11,15,17]

3.5.1. Indikace

Endotelová dystrofie
• Vrozená dědičná endotelová dystrofie (CHED)
Fuchsova endotelová dystrofie (FED)
Zadní polymorfní rohovková dystrofie (PMCD)
Iridokorneální endotelový syndrom (ICE)
Pseudofaktická nebo afakická bulózní keratopatie
Endotelová dekompenzace z traumatu
Stavy po operace glaukomu nebo jiné intraokulární chirurgii
Aniridie s dekompenzací rohovky

Tabulka 1: Indikace pro zadní lamelární keratoplastiku [14]

3.5.2. Kontraindikace

Mezi hlavní kontraindikace řadíme jizvy na rohovce, které zahrnuje přední část rohovky, neboť výměna samotné vrstvy endotelu by neměla požadovaný efekt a žádný účinek. [12, 26]

3.5.3. Předoperační vyšetření

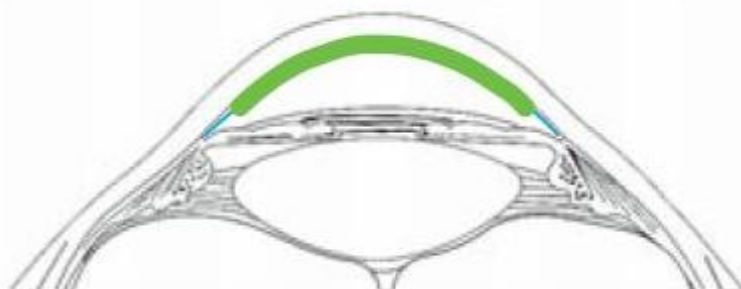
Interní vyšetření

Celkové vyšetření o zdravotním stavu pacienta, fyzikální i laboratorní vyšetření. Pacientovi je odebírána krev, moč a jsou posílány na biochemickou analýzu. Dále je také nutné EKG, rentgen, či vyšetření ledvin a jater na případnou kombinovanou imunosupresivní léčbu. U pacientů s chronickým onemocněním, například diabetes mellitus nebo hypertenze je nutné, aby byly choroby kompenzované. [15, 26]

3.5.4. Pooperační péče

Pracovní neschopnost je individuální dle typu zaměstnání. Ovšem velmi důležitá je ochrana před náhodným traumatem, tudíž je pacientům doporučováno nosit alespoň 6 měsíců jakékoliv brýle na ochranu. S individuálním sportováním je možné začít již 3 měsíce po keratoplastice. Nedoporučují se kolektivní sporty, jako jsou volejbal, fotbal, nebo basketbal, kde by mohlo hrozit zasažení míčem. Po roce, je možné vykonávat sporty, již bez jakéhokoliv omezení, ale je nutné se stále chránit před prudkými údery. [26]

3.5.5. DSAEK



Obrázek 3.2: Grafické znázornění DSAEK techniky [22]

Při této transplantaci je nahrazováno stroma, Descemetova membrána i endotelová vrstva rohovky. Tento typ operace se používá především v případě zákalu rohovky, kvůli dysfunkci endotelu, kdy ostatní vrstvy zůstávají neporušené. Při endoteliálních dysfunkcích, Fuchsově dystrofii, nebo při edému rohovky po chirurgickém zákroku katarakty. [16]

Rozlišujeme ještě typ DSEK, kdy je lamela odizolována ručně, v případě metody DSAEK je lamela odizolována pomocí mikrokeratonu nebo femtosekundového laseru. Hlavní výhodou těchto technik je relativně snadná manipulace. Díky přítomnosti vrstvy stromatu je držen konvexní tvar transplantátu a je jednodušší rozeznání stromální a endotelové strany.

Výskyt vrstvy stromatu může vyvolat interlamelární problémy, které způsobují nižší vizuální ostrost. [17]

Výhody:

- 1) nepřítomnost stehů minimalizuje indukovaný astigmatismus
- 2) dřívější návrat refrakční stability
- 3) relativně dobrá zraková ostrost. [14]

Americká oftalmologická společnost (AAO) přezkoumala publikovanou literaturu týkající se DSAEK s ohledem na bezpečnost a publikované výsledky. Průměrná nejlépe korigovaná ostrost zraku v rozmezí od 20/34 do 20/66 (měřena ve stopách) ukázala pooperační refrakční indukovanou hypermetropii v rozmezí od 0,7 – 1,5 D (průměrně 1,1 D) s minimálním astigmatismem v rozmezí od -0,4 – 0,6 D a průměrný refrakční posun o 0,11D. Procento pacientů, kteří vidí 20/40 nebo vyšší se pohybuje od 38 do 100 %. Zrakové výsledky jsou lepší u mladších pacientů a u očí bez dlouhotrvajícího edému a stromálních jizev. [14]

Pokud se týče endotelu, přežití štěpu je srovnatelné u DSAEK a perforující keratoplastika, ale ztráta endotelu je vyšší u metody DSAEK [14]

Častým problémem po transplantaci DSAEK je pooperační hyperopický posun. Studie ukázaly, že silnější štěpy vyvolávají větší hypermetropii. Z toho důvodu byly do praxe zavedeny. Například Neff se spoluautory prokázali, že štěpy tenčí než 131 μm měly lepší zrakové výsledky. Další studie provedl Busin se spoluautory, který na 285 očích prokázal slibné výsledky se štěpy silnými $78,28 \pm 28,29 \mu\text{m}$ po dobu dvou let.

Dalšími komplikacemi metody DSAEK mohou být dislokace štěpu, odmítnutí endotelu, primární selhání štěpu, iatrogenní sekundární glaukom s otevřeným úhlem, nebo infekce. [14]

Srovnávací kontrolní studie poloměru zakřivení zadní plochy rohovky po DSEK a DSAEK

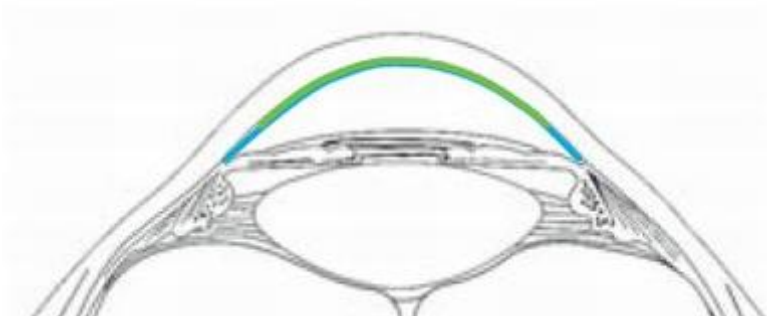
V roce 2014 byl autory Jan. D Untrlaut, Katharina Elsässer, Wolfgang Haibis, Gerd Geerling publikován článek s výsledky jejich studie. Cílem studie bylo retrospektivně analyzovat a porovnat výsledky vizuální a refrakční analýzy po transplantacích DSEK a DSAEK. Studie byla provedena u 15 očí u 15 pacientů, věkový průměr 75 let, 4 muži a 11 žen u DSEK transplantací. DSAEK taktéž u 15 očí u 15 pacientů, věkový průměr 76, 4 muži,

11 žen. Poloměr zadní plochy rohovky byl pozorován Scheimpflugovou kamerou a optickou koherentní tomografií předního segmentu. [19]

Výsledky porovnávání poloměru zakřivení zadní plochy rohovky metodou DSAEK a DSEK se nijak významně nelišily. Poloměr zakřivení zadní plochy rohovky u typu transplantace DSEK se průměrně zmenšil z $6,05 \pm 1,6$ mm na $5,82 \pm 0,45$ mm a u DSAEK z $6,22 \pm 0,96$ mm na $5,39 \pm 0,33$ mm. [19]

Závěrem autoři konstatují, že rozdíl mezi DSAEK a DSEK nebyl statisticky významný. Ovšem pacienti po DSAEK měli rychlejší zrakovou rehabilitaci. [19]

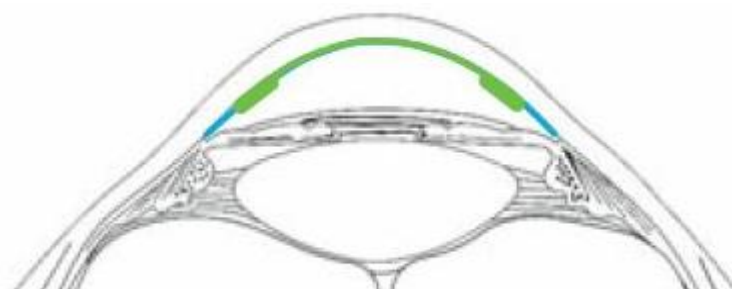
3.5.6. DMEK



Obrázek 3.3: Grafické znázornění DMEK techniky [22]

Na rozdíl od předchozího typu transplantace, jak již bylo řečeno, je hlavní nevýhodou obtížnější manipulace s transplantátem. Vzhledem k nepřítomnosti stromální vrstvy je lamela tenčí, a tak rozprostírání a vkládání transplantátu je složitější. Na druhou stranu nejsou přítomny známky interlamelární fibrozy. Transplantovaná lamela má malý vliv na výslednou refrakci a zraková ostrost je často velmi dobrá. Často se blíží normální zrakové ostrosti. [17]

3.5.7. DMEK-S



Obrázek 3.4: Grafické znázornění DMEK-S techniky [22]

Při tomto typu je transplantována lamela, která je v centrální části tvořena pouze Descemetovou membránou a endotelem a v periférii je tvořena hlubokými vrstvami stromatu. Tato metoda kombinuje výhody předchozích metod. Díky přítomnosti vrstvy stromatu na krajích transplantátu je během operace snazší manipulace a jednodušší rozeznání přední a zadní části. Centrální část bez stromatu zajišťuje vynikající optické výsledky po operaci. [17]

Ve srovnání s jinými publikovanými údaji je ztráta endotelových buněk ihned po operaci vyšší. Ztráta pravděpodobně souvisí s vyšší mírou nutného doplnění vzduchové bubliny do přední oční komory, která slouží k lepšímu přilnutí lamely po operaci. Příčinou může být přechod mezi centrální částí bez stromatu a periferní částí se stromatem. Přechod není zcela hladký, a tak zde může zůstat malé množství tekutiny, které může přispívat k horšímu přilnutí lamel. [17]

3.5.8. PDEK

Jedná se o zadní lamelární keratoplastiku, kdy je transplantována vrstva před Descemetovou membránou (Duova vrstva), Descemetova membrána a endotel. Duovu vrstvu popsal H. Dua. Vrstva se nachází mezi stromatem a Descemetovou membránou. Duova vrstva dodává transplantátu pevnost, což usnadňuje manipulaci s lamelou. Další výhodou metody PDEK je možnost využití rohovek mladších dárců, vzhledem k tomu, že úspěšnost separace lamely je prakticky nezávislá na jejich věku, zatímco u lamel typu DMEK chirurgové často preferují starší dárce, vzhledem k tomu, že separace Descemetovy membrány je u mladších dárců obtížnější. [23]

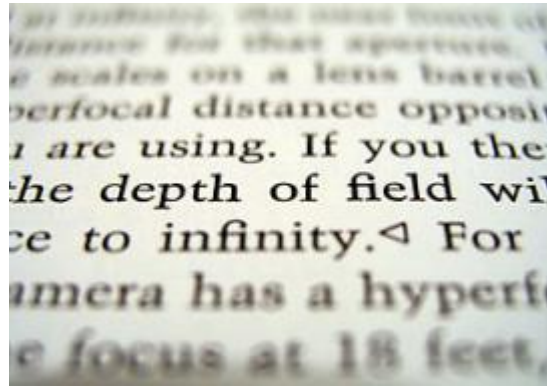
Experimentální část

V experimentální části jsem se zaměřila především na zakřivení zadní plochy rohovky u pacientů po transplantaci rohovky a z výsledků zakřivení byl vypočten a porovnáván astigmatismus.

4. Přístroje a vybavení

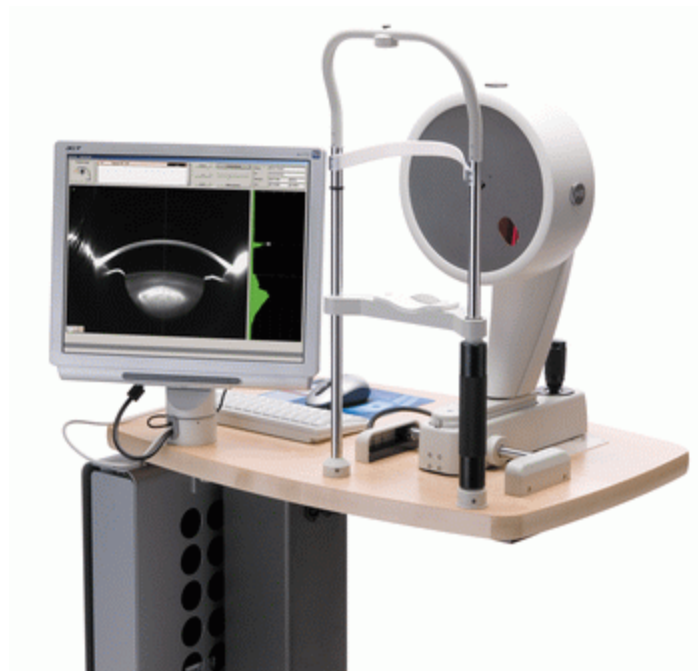
Všechna měření probíhala na Pentacamu značky OCULUS (viz obrázek). Měření probíhají rychle a bezkontaktně. Pentacam je přístroj, který slouží k přesnému popisu předního segmentu oka, což znamená popis od rohovky ke sklivci. U rohovky je schopný zobrazit její tloušťku-pachymetrie, tvar přední i zadní plochy-topografie. Je schopen změřit také komorový úhel, hloubku přední komory oka, objem komory, čočku, ciliární svalstvo a další.

Pracuje na Scheimpflugově principu. Schopnost zobrazit oblé objekty s maximálně možnou hloubkou ostrosti a minimálním zkreslením obrazu. Jedná se o princip, který popisuje orientaci ohniskové roviny optického systému, v tomto případě kamery, která je rovnoběžná s obrazovou rovinou. Většinou bývá rovina objektivu a obrazová rovina kamery rovnoběžná a na tyto roviny je rovnoběžná ještě ohnisková rovina. V případě, že je rovinný předmět rovnoběžný s obrazovou rovinou, může dojít ke koincidenci s ohniskovou rovinou a celý objekt bude zobrazen ostře. Pokud předmětová rovina není rovnoběžná s obrazovou rovinou, předmět je zobrazen ostře jen kolem linie, kde dochází k protnutí s ohniskovou rovinou. Na Obr. 5 můžeme vidět ostré zobrazení jen části obrázku, kdy předmětová rovina není rovnoběžná k obrazové. [24]



Obrázek 4.1: Rozostřený obraz při nerovnoběžné předmětové rovině s obrazovou [24]

Pentacam poskytuje během jednoho měření 50 snímků za 2 sekundy. V současné době je na trhu novější verze Pentacam HR, který poskytuje během jednoho měření dvojnásobek snímků za 2 sekundy.



Obrázek 4.2: Pentacam [25]

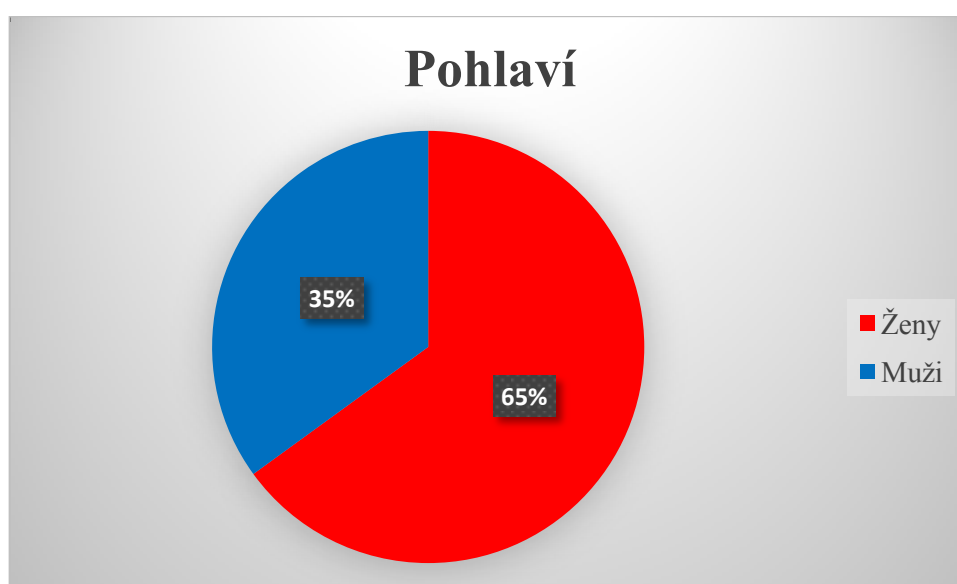
5. Výběr probandů a metodika

Zpracovaná data byla získána měřením ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady v Praze na Oftalmologické klinice. K měření jsem využila pacienty této kliniky, kteří byli po zadní lamelární keratoplastice a operování v letech 2015–2018, přičemž minimální doba po operaci byl 1 měsíc. Zařadila jsem pacienty, kteří byli dále sledováni na klinice a byla u nich k dispozici data ze Scheimpflugovy kamery. K porovnání jsem použila skupinu pacientů po DMEK, PDEK, DSAEK operacích. K měření byl využit Pentacam, který je podrobně popsán v předchozí kapitole 5. Z Pentacamu mě po změření probandů zajímaly a vypisovala jsem si především údaje zakřivení zadní plochy rohovky: k_1 , k_2 , k_{MAX} . Z vypsanych údajů bylo možné vypočítat astigmatismus zadní plochy a porovnávat tyto vypočtené hodnoty mezi jednotlivými typy transplantací.

Pacienti byli měřeni po 3 typech transplantací a na závěr byl porovnán astigmatismus. Během měření na Pentacamu bylo nutné, aby pacient během měření nemrknul a měření bylo úspěšné a použitelné pro další zpracování

6. Výsledky

Dohromady bylo naměřeno 36 probandů, celkem 40 očí. Probandi byli průměrně ve věku 69 let. Po operacích byly zkoumány především ženy, což můžeme vidět na grafu níže. Probandů po DMEK transplantaci bylo 15, po PDEK transplantaci taktéž 15 a skupinu po DSAEK transplantaci tvořilo 10 probandů.



Obrázek 6.1: Graf znázorňující výskyt transplantací u mužů a žen

Z tabulky 2 můžeme vidět naměřené pacienty po DMEK transplantaci. K porovnání bylo změřeno 15 probandů. Průměrný věk byl 70 let, přičemž nejstaršímu probandovi bylo 85 a nejmladšímu 54 let. Ze získaných dat zakřivení zadní plochy rohovky byl vypočten astigmatismus pomocí vzorce viz. Vzorec 7. Průměrný astigmatismus u zkoumané skupiny pacientů byl $-0,513$ D, směrodatná odchylka $0,398$ D při nejmenším zakřivení $-0,1$ D a největším $-1,5$ D. Na obrázku 6. 1. Procentuální zastoupení pohlaví po DMEK transplantaci je patrné, že větší zastoupení mají ženy.

$$ASTGM = k_2 - k_1$$

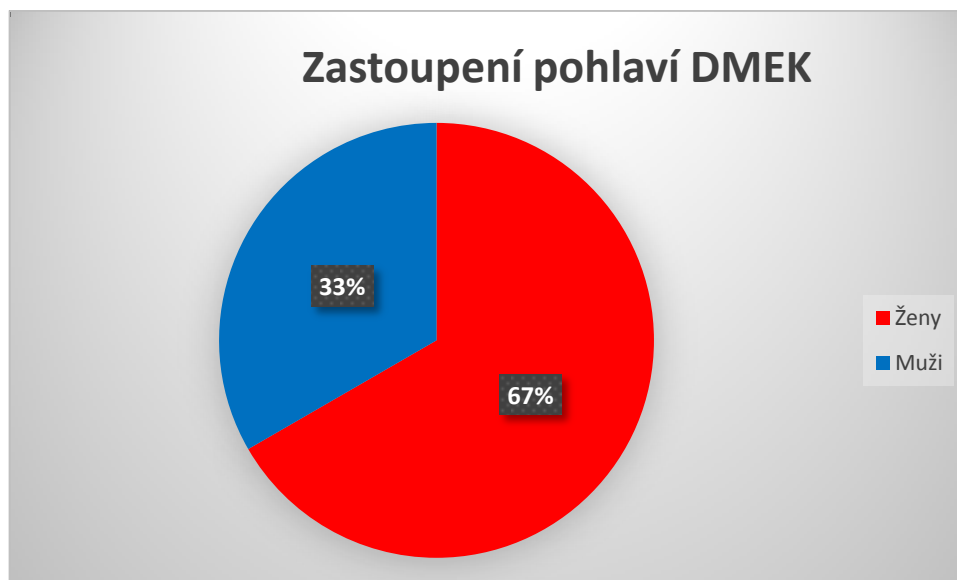
$k_1, k_2 \dots \dots$ zakřivení zadní plochy rohovky

Vzorec 7: Výpočet astigmatismu

Tabulka 2: Pacienti po DMEK transplantaci

	věk	k_1 (D)	k_2 (D)	k_{max} (D)	astigmatismus (D)
Pacientka 1	69	-6,8	-8,3	-7,5	-1,5
Pacientka 2	75	-6,5	-6,7	-6,6	-0,2
Pacientka 3	77	-6,2	-6,3	-6,2	-0,1
Pacientka 4	56	-5,7	-6,1	-5,9	-0,4
Pacient 5	54	-6,2	-6,5	-6,3	-0,3
Pacientka 6	78	-7,1	-8,5	-7,7	-1,4
Pacient 7	75	-5,9	-6,3	-6,1	-0,4
Pacient 8	59	-5,9	-6,4	-6,2	-0,5
Pacientka 9	74	-6,6	-6,8	-6,7	-0,2
Pacientka 10	71	-8	-8,5	-8,2	-0,5
Pacient 11	85	-5,5	-6	-5,7	-0,5
Pacient 12	85	-5,7	-6,4	-6,1	-0,7
Pacientka 13	61	-5,7	-6	-5,9	-0,3
Pacientka 14	68	-6,3	-6,5	-6,2	-0,2
Pacientka 15	63	-5,6	-6,1	-6,1	-0,5

průměr	70	-6,247	-6,760	-6,493	-0,513
SMODCH	9,904	0,654	0,867	0,708	0,398
max	85	-8	-8,5	-8,2	-1,5
min	54	-5,5	-6	-5,7	-0,1



Obrázek 6.2: Graf znázorňující procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci DMEK

Další zkoumanou skupinu tvořili probandi po PDEK transplantaci. Zde byl průměrný věk o trochu vyšší 74 let. Ovšem velikost astigmatismu v případě této transplantace vykazuje nižší hodnoty než u předchozího typu, a to dokonce o 0,2 D. Výsledný astigmatismus je - 0,307 D při nejmenším zakřivení - 0,1 D a největším - 0,6 D. V tomto případě i směrodatná odchylka u astigmatismu byla o něco menší 0,181.

Tabulka 3: Pacienti po PDEK transplantaci

	věk	k_1 (D)	k_2 (D)	k_{max} (D)	astigmatismus (D)
Pacientka 1	78	-6,5	-6,6	-6,6	-0,1
Pacient 2	62	-6,1	-6,4	-6,3	-0,3
Pacient 3	79	-6,3	-6,4	-6,3	-0,1
Pacientka 4	83	-6,3	-6,6	-6,4	-0,3
Pacientka 5	74	-6,4	-6,7	-6,5	-0,3
Pacient 6	59	-5,9	-6,4	-6,1	-0,5
Pacientka 7	82	-6,2	-6,3	-6,3	-0,1
Pacientka 8	82	-6,1	-6,3	-6,2	-0,2
Pacient 9	73	-5,8	-6,4	-6,1	-0,6
Pacientka 10	72	-5,9	-6,2	-6	-0,3
Pacient 11	56	-5,3	-5,9	-5,6	-0,6
Pacientka 12	79	-6,4	-6,7	-6,6	-0,3
Pacientka 13	81	-6,1	-6,3	-6,3	-0,2
Pacientka 14	76	-5,9	-6,5	-6,2	-0,6
Pacientka 15	77	-6	-6,1	-5,9	-0,1
průměr	74	-6,080	-6,387	-6,227	-0,307
SMODCH	8,304	0,293	0,212	0,257	0,181
max	83	-6,5	-6,7	-6,6	-0,6
min	56	-5,3	-5,9	-5,6	-0,1



Obrázek 6.3: Graf znázorňující procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci PDEK

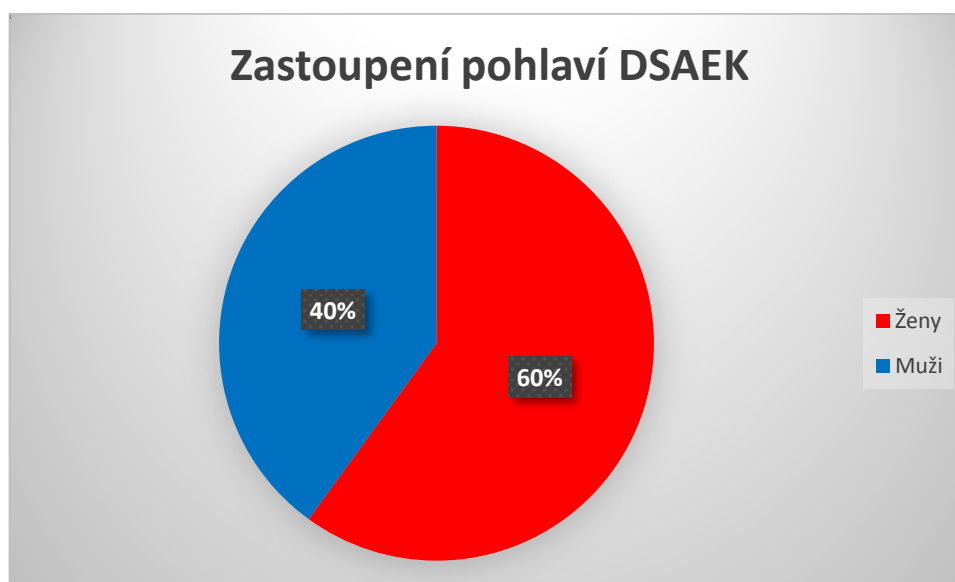
Poslední porovnávanou skupinu tvořili pacienti po DSAEK transplantaci. Astigmatismus byl vypočten a zkoumán u 10 očí. Probandi byli průměrně ve věku 62 let, z nichž nejmladšímu bylo 35 a nejstaršímu 80 let. U této skupiny byl astigmatismus nejvyšší ze všech zkoumaných skupin a to konkrétně - 1,23 D. Z výsledků je patrné, že astigmatismus nebyl nijak zvlášť velký u všech pacientů, nýbrž u 3 pacientů, což se následně projevilo i na průměrném výsledku. Nemůžeme tedy říct, že astigmatismus v případě DMEK transplantací by byl značně vyšší než u předchozích typů transplantací. Nejnižší zakřivení bylo - 0,1 D a nejvyšší - 3,8 D. Díky velkému rozptylu zakřivení byla i ze všech zkoumaných skupin největší směrodatná odchylka 1,31 D.

I v tomto případě byl zkoumán astigmatismus spíše u žen, což je vidět na Obrázku 6.3. Procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci DSAEK.

Tabulka 4: Pacienti po DSAEK transplantaci

	věk	k_1 (D)	k_2 (D)	K_{max} (D)	astigmatismus (D)
Pacient 1	35	-5	-8,8	-6,4	-3,8
Pacient 2	35	-6	-6,3	-6,1	-0,3
Pacientka 3	64	-7,2	-7,5	-7,4	-0,3
Pacient 4	64	-6,9	-7,8	-7,4	-0,9

Pacientka 5	66	-6,1	-6,7	-6,4	-0,6
Pacientka 6	66	-5,9	-6	-5,9	-0,1
Pacientka 7	70	-5,4	-8,1	-6,5	-2,7
Pacientka 8	70	-5,2	-8,2	-6,4	-3
Pacientka 9	66	-5,9	-6,1	-6	-0,2
Pacient 10	80	-6,3	-6,7	-6,5	-0,4
průměr	62	-5,99	-7,22	-6,5	-1,23
SMODCH	14,016	0,661	0,937	0,492	1,31
max	80	-7,2	-8,8	-7,4	-3,8
min	35	-5	-6	-5,9	-0,1



Obrázek 6.4: Graf znázorňující procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci DSAEK

Tabulka 5: Srovnání statistické významnosti

	k_{\max}	ASTGM
DMEK v PDEK	0,202	0,093
DMEK v DSAEK	0,979	0,142
PDEK v DSAEK	0,150	0,064

V tabulce 5 nalezneme srovnání astigmatismu u všech porovnávaných typů transplantací. Můžeme vidět, že pacienti po PDEK, DMEK a DSAEK transplantaci mají srovnatelný astigmatismus zadní plochy rohovky.

7. Diskuze

Při statistickém vyhodnocení výsledků jednotlivých skupin jsme dospěli k závěru, že při srovnání třech pozorovaných typů transplantací nám vyšel nejvyšší astigmatismus v případě DSAEK transplantací – 1,23 D. Naopak nejmenší průměrný astigmatismus byl naměřen a vypočten u pacientů po PDEK transplantaci – 0,307 D. V případě PDEK transplantací můžeme říct, že nižší astigmatismus je především díky velkému počtu operací prováděných právě touto metodou a vyšší křivce učení operátorů. Astigmatismus u DMEK transplantací se příliš nelišil od PDEK transplantací, průměrně nám vyšel - 0,513 D.

Vyšší astigmatismus u skupiny pacientů po DSAEK transplantaci nám vyšel vyšší díky vyššímu astigmatismu zadní plochy rohovky u 3 probandů, jejichž astigmatismus byl vyšší než 2 D, což se následně projevilo v průměrném astigmatismu.

Při srovnávání statistické významnosti DMEK, PDEK a DSAEK transplantace jsme zjistili, že srovnání astigmatismu a maximálního zakřivení zadní plochy rohovky mezi těmito typy pro nás není statisticky významný. Můžeme říct, že porovnání pacientů po DMEK a DSAEK transplantaci se vyskytuje nejvyšší astigmatismus zadní plochy rohovky 0,142 D s průměrným maximálním zakřivením 0,979 D. Naopak nejnižší astigmatismus a maximální zakřivení zadní plochy rohovky se ukázalo při porovnání PDEK a DSAEK transplantace. V případě astigmatismu se jednalo o velikost 0,064 D s maximální průměrným zakřivením 0,150 D.

8. Závěr

V teoretické části jsem stručně zpracovala anatomii rohovky, na kterou jsem navázala popisem lamelární keratoplastiky. Zpracovala jsem podrobněji její význam, indikace, kontraindikace i rozdělení na různé techniky.

V experimentální části jsem se zaměřila na pacienty po různých typech zadní lamelární keratoplastiky - konkrétně po DMEK, PDEK, DSAEK transplantacích. Pacienti byli měřeni po minimální měsíční rekonvalescenci od operace na Pentacamu. Následně jsem si z Pentacamu zaznamenala hodnoty zakřivení zadní plochy rohovky, na kterou jsem měla zaměřenou celou práci. Z vypsanych hodnot jsem si následně spočítala u všech měřených probandů astigmatismus.

Při porovnání vlivu jednotlivých technik zadní lamelární keratoplastiky na pooperační hodnotu zakřivení zadní plochy rohovky se technika DMEK a PDEK jeví jako srovnatelné. Pacienti dosahovali průměrných hodnot astigmatismu – 0,513 D respektive – 0,307 D. U pacientů po DSAEK transplantaci jsme zaznamenali vyšší hodnoty astigmatismu zadní plochy rohovky (průměrně – 1,23 D), nicméně tento rozdíl nebyl statisticky významný. Taktéž jsme v této skupině zaznamenali velký rozptyl výsledků, kdy u 3 pacientů byl astigmatismus zadní plochy rohovky okolo více jak 2 D.

Seznam použité literatury

- [1] KRAUS, Hanuš. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada, 1997, 360 s. ISBN 80-716-9079-1) (kapitola 7 ONEMOCNĚNÍ ROHOVKY, str. 89)
- [2] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006, 373 s. ISBN 80-726-2404-0 (kapitola 11 ONEMOCNĚNÍ ROHOVKY str. 173)
- [3] KVAPILÍKOVÁ, Květa, *Anatomie a embryologie oka*, Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000, 206 s. ISBN 80-7013-313-9
- [4] HORNOVÁ, Jana. *Oční propedeutika*. Praha: Grada publishing, 2011, 104 s. ISBN 978-80-247-4087-4.
- [5] EFRON, Nathan. *Contact lens practice*. 3. Edinburg: Elsevier, 2017, s. 10-16. ISBN 978-0-7020-6660-3.
- [6] SYNEK, Svatopluk a Šárka Skorkovská, *Fyziologie oka a vidění, 2.*, doplněné a přepracované vydání, Praha: Grada, 2014, 96 s. ISBN 978-80-247-3992-2
- [7] JIRSOVÁ, Kateřina, *Příprava rohovky pro transplantaci: historie, současnost, budoucnost*, Praha: Karolinum, 2013, 169 s. ISBN 978-80-246-2364-1
- [8] KUČHYNKA, Pavel a kolektiv, *Oční lékařství, 2.* Přepracované a doplněné vydání, Praha: Grada, 2016, 936 s. ISBN 978-80-271-9182-6
- [9] SOOSAN, Jacob, *Mastering Endothelial Keratoplasty: DSAEK, DMEK, E-DMEK, PDEK, Air pump-assisted PDEK and others Volume II*, India: Springer India, 2016, 221 s. ISBN 978-81-322-2819-6
- [10] Možnosti lamelární transplantace rohovky. *SANQUIS* [online]. 2010, (76), 2 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <http://www.sanquis.cz/index2.php?linkID=art2918>
- [11] *Lamelární transplantace rohovky-nová dimenze oční mikrochirurgie na oční klinice Lexum* [online]. In: 2015 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/denni-zpravy/z-domova/lamelarni-transplantace-rohovky-nova-dimenze-ocni-mikrochirurgie-na-ocni-klinice-lexum-478133>

- [12] Femtosecond laser–assisted posterior lamellar keratoplasty. *American Academy of Ophthalmology*[online]. 2004, **112**(1), 44-49 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: [http://www.aaojournal.org/article/S0161-6420\(04\)01128-5/fulltext](http://www.aaojournal.org/article/S0161-6420(04)01128-5/fulltext)
- [13] KOCLUK, Yusuf, BURCU, Ayşe, ALYAMAC Emine, SUKGEN Demonstration of cornea Dua’s layer at a deep anterior lamellar keratoplasty surgery. *Oman Ophthalmic Society*. 2016, **9**(3), 4.
- [14] JACOB, Soosan *Mastering Endothelial Keratoplasty DSAEK, DMEK, E-DMEK, PDEK, Air pump-assisted PDEK and others*. 1. Indie: Springer, 2016. ISBN 978-81-322-2818-9.
- [15] ZMEŠKALOVÁ, Markéta. *Transplantace rohovky*. Brno, 2017. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta.
- [16] MCCARTHY, Martin. *Corneal, Cataract and Refractive Surgeon: DSAEK and DMEK* [online]. Vancouver [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://mccartheyeye.com/dsaek-and-dmek/>
- [17] STUDENÝ, Pavel, SIVEKOVÁ, Deli, LIEHNEOVA, Kateřina, VOKROJOVÁ, Magdalena, KUCHYNKA, Pavel. Hybrid Technique of Lamellar Keratoplasty (DMEK-S). *Journal of Ophthalmology* [online]. 2013, **2013**, 6 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/joph/2013/254383/>
- [18] MEDKOVÁ, Tereza. *Refrakční operace prováděné femtosekundovým laserem*. Olomouc, 2013. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta.
- [19] UNTERLAUFT, Jan D., ELSÄSSER, Katharina, HAIGIS, Wolfgang, GEERLING, Gerd. Corneal back surface radius after DSEK and DSAEK: a comparative single surgeon case control study. *International Ophthalmology*[online]. 2015, **35**(4), 1 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10792-014-9980-2>
- [20] GARY, Jones. *European Eye Bank Association: EEBA* [online]. Italy, 2009 [cit. 2018-01-11]. Dostupné z: <https://www.eeba.eu/portal>
- [21] BUROVA, Mariya. *Implantace umělých rohovek AlphaCor a KeraKlear u pacientů s těžkým postižením rohovky: dlouhodobé výsledky*. Hradec Králové, 2013. Doktorská disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Hradci Králové.
- [22] STUDENÝ, Pavel. *Zadní lamelární keratoplastika*. Praha, 2013. Doktorská disertační práce. Karlova univerzita, 2. lékařská fakulta.

- [23] GUTTMAN KRADER, Cheryl. PDEK technique emerging as new step in endothelial keratoplasty evolution. *Ophthalmology Times*[online]. 2014, **39**(8), 2 [cit. 2018-01-11]. Dostupné z: databáze EBSCO
- [24] CELÁ, Nikola. *PENTACAM A JEHO MOŽNOSTI*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra optometrie a ortoptiky.
- [25] Pentacam. *OCULUS* [online]. Německo, Japonsko [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.oculus.cz/pentacam>
- [26] BOREŠOVÁ, Hana a Lenka VÁVROVÁ. *Keratoplastika: transplantace rohovky* [online]. Klinika nemocí očních a optometrie FN u sv. Anny, Brno, 2007 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/keratoplastika-transplantace-rohovky-305674>

Seznam symbolů a zkratek

DSAEK	Descemet stripping automated endothelial keratoplasty (Automatizovaná endotelová keratoplastika se sloupnutím endotelu)
DMEK	Descemet's membrane endothelial keratoplasty (Endotelová keratoplastika s transplantací Descemetovy membrány (bez přilehlého stromatu rohovky)
DMEK-S	Descemet's membrane endothelial keratoplasty with periferal stromal support (Endotelová keratoplastika s transplantací Descemetovy membrány s oporou stromatu v periférii)
PDEK	Pre-Descemet's endothelial keratoplasty
D	Dioptrie (m^{-1})

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Stavba rohovky [1].....	3
Obrázek: 3.1: Klasifikace přední lamelární keratoplastiky podle tloušťky odstraněného stromatu [15]	12
Obrázek 3.2: Grafické znázornění DSAEK techniky [22]	15
Obrázek 3.3: Grafické znázornění DMEK techniky [22].....	17
Obrázek 3.4: Grafické znázornění DMEK-S techniky [22]	18
Obrázek 4.1: Rozostřený obraz při nerovnoběžné předmětové roviny s obrazovou [24]	21
Obrázek 4.2: Pentacam [25]	22
Obrázek 6.1: Graf znázorňující výskyt transplantací u mužů a žen	24
Obrázek 6.2: Graf znázorňující procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci DMEK	26
Obrázek 6.3: Graf znázorňující procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci PDEK	28
Obrázek 6.4: Graf znázorňující procentuální zastoupení pohlaví po transplantaci DSAEK.....	29

Seznam tabulek

Tabulka 1: Indikace pro zadní lamelární keratoplastiku [14].....	14
Tabulka 2: Pacienti po DMEK transplantaci.....	25
Tabulka 3: Pacienti po PDEK transplantaci	27
Tabulka 4: Pacienti po DSAEK transplantaci	28
Tabulka 5: Porovnání astigmatismu mezi různými typy transplantací	30