

PŘÍRODOVĚDĚCKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO
V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

Střední myopie a možnosti jejího řešení

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Markéta Magerová

Obor 534R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2017/2018

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Renáta Indráková

KONZULTANT:

Mgr. Markéta Augustová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma střední myopie a možnosti jejího řešení vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Renáty Indrákové za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 1.5.2018

.....

Markéta Magerová

Poděkování

Ráda bych poděkovala především Mgr. Renátě Indrákové a Mgr. Markétě Augustové za cenné rady, trpělivost, ochotu a čas, které mi věnovaly při tvorbě mé bakalářské práce.

Tato práce vznikla za podpory projektu IGA PŘF UP s názvem Optometrie a její aplikace, č. IGA_PrF_2018_007.

Obsah

Úvod	5
1 Myopie	6
1.1 Rozdělení	7
1.2 Symptomy	7
1.3 Etiologie.....	8
2 Možnosti řešení střední myopie	9
2.1 Korekce brýlemi	9
2.1.1 Historie brýlí	10
2.1.2 Brýlové obruby a brýlové čočky.....	12
2.2 Korekce kontaktními čočkami	13
2.2.1 Historie kontaktních čoček	13
2.2.2 Parametry kontaktních čoček a jejich vliv na oko	15
2.2.3 Rozdělení kontaktních čoček.....	16
2.2.4 Ortokeratologické kontaktní čočky	19
2.2.5 Výhody a nevýhody kontaktních čoček	22
2.2.6 Kontraindikace k aplikaci kontaktních čoček.....	23
2.2.7 Péče o kontaktní čočky	24
2.3 Refrakční chirurgie	25
2.3.1 Nelaserové řešení nízké až střední myopie – Myoring.....	27
2.3.2 Laser in situ keratomileusis (LASIK)	29
2.3.3 Fotorefrakční keratektomie (PRK)	31
2.3.4 Laser – assisted subepithelial keratectomy (LASEK, Epi-LASIK)	34
2.3.5 ReLEx.....	35
Závěr	37
Použitá literatura	39

Úvod

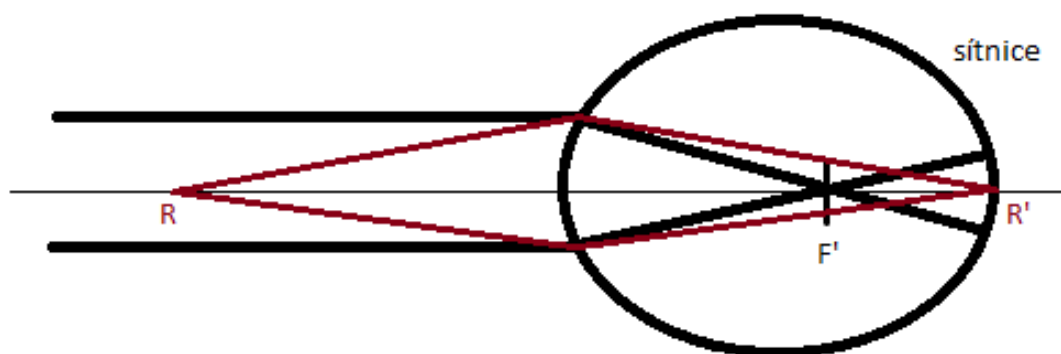
Myopie je refrakční vada, která postihuje až třetinu celkové populace. Přesná příčina vzniku myopie zatím není známa. Většinou se jedná o působení více vlivů, např. genetické predispozice nebo vliv životního prostředí. Vědecké studie ukazují, že dlouhodobé čtení a nadměrná práce do blízka mají vliv na vznik a progresi myopie. Nejčastěji myopie vzniká ve školním věku, kdy jsou oči více namáhány. Je obtížné určit, ve kterém věku dojde ke stabilitě refrakční vady, literatura uvádí, že by měla nastat mezi 20. a 50. rokem života.

Cílem této bakalářské práce je shrnutí jednotlivých možností korekce myopie. S postupným rozvojem vědy a nových technologií se tyto možnosti rozšiřují. Každý člověk s krátkozrakostí si musí zvolit, který způsob korekce je pro něj ten pravý. Bohužel jsem zjistila, že hodně lidí nemá dostatek informací o jiném způsobu řešení myopie než brýlemi. Toto byla hlavní motivace pro sepsání této práce, abych vytvořila jednoduchý přehled způsobů korekce pro lidi s myopií.

První kapitola mé bakalářské práce dává čtenáři základní informace o myopii – její definici, rozdělení, symptomy a etiologii. Druhá kapitola je stěžejní. Je zde postupně popsána korekce myopie brýlemi, kontaktními čočkami a refrakčními operacemi. U každé metody je napsána i její historie. Hlavní podkapitola u Korekce kontaktními čočkami jsou Ortokeratologické kontaktní čočky. Tento způsob korekce myopie není v České republice příliš známý, ale jinde ve světě je velmi rozšířený (např. v Asii). U refrakčních operací jsem se zaměřila na nejvíce prováděné operace a zároveň nejméně invazivní. Z nelaserových operací je zde vysvětlena pouze jedna metoda – vložení intrastromálního kroužku nebo intrastromálního segmentu do periferie rohovky. Z refrakční laserové chirurgie zde jsou charakterizovány operační techniky PRK, LASIK, LASEK, Epi-LASIK a ReLEx.

1 Myopie

Myopie neboli krátkozrakost je refrakční vada, u které se rovnoběžné paprsky procházející neakomodovaným okem protnou před sítnicí, obr. 1 [1]. Myopické oko má daleký bod (R) v konečné vzdálenosti před okem a blízký bod oka se posune do kratší vzdálenosti před oko [2].



Obr. 1 Svazek rovnoběžných paprsků procházející myopickým okem a jeho daleký bod

Nekorigovaný myop je zvyklý do blízka akomodovat méně než emetrop, proto může pociťovat jisté potíže, když začne používat korekci. Při pohledu do blízka, s korekcí na dálku, musí zvýšit akomodační úsilí. Při korekci brýlemi myop konverguje méně než při korekci kontaktními čočkami, protože kontaktní čočka se pohybuje spolu s okem. Zorné pole myopa s brýlovou korekcí je omezené, protože v periferii rozptylky vzniká oblast dvojitého vidění. [3]

Výsledek několika studií ukázal, že myopické oči mají tendenci mít tenčí rohovky než hypermetropické nebo emetropické oči, a čím je myopie vyšší, tím větší je pravděpodobnost, že rohovka bude tenčí. Vzhledem k tomu, že tenká rohovka způsobuje, že tonometrická odezva Goldmanova měření je falešně nízká, mohlo by dojít k vyššímu výskytu nízkotlakého glaukomu u myopů. Proto měření centrální tloušťky rohovky je silným klinickým faktorem při určování závažnosti glaukomu při počátečním vyšetření odborníkem. [4]

1.1 Rozdělení

Myopii je možné dělit podle různých kritérií:

- Podle počtu dioptrií
 - Lehká (simplex) -0,25 D až -3,0 D
 - Střední (modica) -3,25 D až -6,0 D
 - Těžká (gravis) nad -6,25 D [5]
- Podle doby vzniku
 - Juvenilní / kongenitální – zraková vada se objevuje v časném dětství
 - Školní – souvisí s růstem oka a objevuje se ve školním věku [6]
- Podle příčiny vzniku
 - Osová (axiální) – jedná se o zvětšenou předozadní délku oka a je zde předpoklad, že lomivost optických ploch je fyziologická
 - Kurvatorní – rohovka nebo čočka má zvýšené zakřivení, délka oka je fyziologická; tento typ myopie je vzácný
 - Indexová – jedná se o změnu indexu lomu optických medií v oku [7]
- Podle progresu myopické vady
 - Stacionární – jde o nízkou myopii, při které nejsou přítomné degenerativní změny v oku, nástup dioptrií začíná většinou ve školním věku a po 20. roce se dioptrie nemění
 - Progresivní – neboli patologická myopie je rychle zhoršující se myopie, za rok až o 4 D; tento typ myopie je spojen s degenerativními změnami cévnatky, sítnice a sklivce, refrakční vada se většinou stabilizuje v pozdějším věku [1]

1.2 Symptomy

Člověk trpící krátkozrakostí vidí rozmazaně předměty, které jsou vzdálenější než je daleký bod oka. Při pokusu o ostřejší vidění pacient mhouří oči, tedy navozuje stenopeické vidění. Do blízka má vidění ostré s využitím menšího akomodačního úsilí než emetrop. Myopové se středně vysokými dioptriemi většinou kromě neostrého vidění další problémy nemají. [1; 3]

Výhodou nižší a střední myopie v presbyopickém věku je schopnost čtení do blízka i bez potřebné korekce. Dioptrie do dálky a přídavek do blízka se totiž vzájemně vynulují. [1]

1.3 Etiologie

Přestože myopie je přítomná pouze u 2 % dětí při vstupu do školy, její prevalence se v průběhu školních let výrazně zvyšuje. Navíc, jakmile se dítě stane myopickým, stav má tendenci rychle postupovat po dobu několika let. Skutečnost, že krátkozrakost se obvykle rozvíjí až po několikaleté školní docházce, naznačuje možnost vlivu životního prostředí. Avšak životní prostředí není jediný faktor, který ovlivňuje vznik krátkozrakosti. Myopie je jeden z mnoha stavů – spolu s hypertenzí, cukrovkou, strabismem a dalšími, které nelze vysledovat pouze k jednomu genu. Proto je původ myopie považován za polygenní nebo multifaktoriální. [4]

Některé studie ukázaly, že identická dvojčata měla podobnou refrakční vadu, a že myopie má tendence kolovat v rodinách. Jiné studie ukazují, že krátkozrakost nastává v důsledku dlouhodobého čtení, tento faktor však nevylučuje možnost genetických činitelů. Důležité jsou také faktory optických prvků, které mohou vést ke změně refrakčního stavu oka. Mezi optické prvky patří osová délka oka, zakřivení rohovky, zakřivení čočky a index lomu čočky [8]. Nejčastější příčinou krátkozrakosti je prodloužení předozadní délky oka. [4]

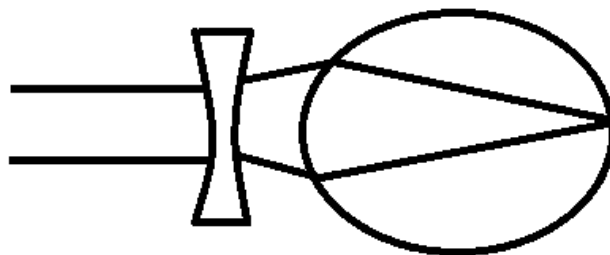
2 Možnosti řešení střední myopie

Kapitola se bude zabývat třemi nejnámějšími možnostmi korekce střední myopie: brýlemi, kontaktními čočkami a laserovými operacemi. Tyto způsoby korekce mají své klady i zápory.

2.1 Korekce brýlemi

Dříve brýle představovaly pouze optickou pomůcku pro lidi s refrakční vadou. Dnes díky rozvíjející se technologii, která vyrábí lehčí a estetičtější obruby, se brýle staly také módním doplňkem.

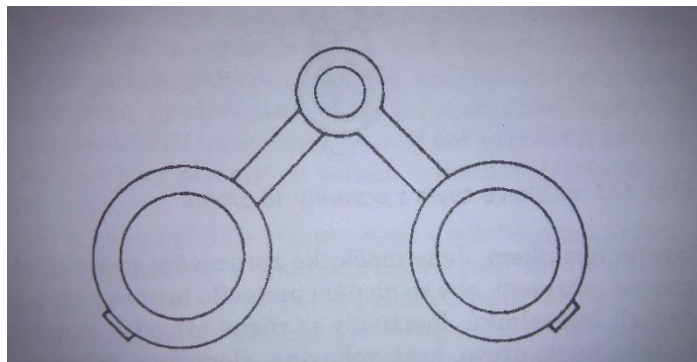
Emetropické oko má daleký bod v nekonečnu a tento stav chceme navodit i u myopického oka. Aby se svazek paprsků procházející neakomodovaným optickým systémem oka protnul na sítnici, musí vycházet z dalekého bodu oka. U myopického oka se daleký bod nachází v konečné vzdálenosti před okem, proto musí zobrazovací svazek paprsků vstupovat do neakomodovaného myopického oka rozbíhavě, jako by vycházel z dalekého bodu. Rozbíhavost paprsků navodíme pomocí rozptylné čočky, obr. 2. Myopie se koriguje nejslabší rozptylkou, se kterou daný pacient vidí dobře. U dioptrické vady vyšší než 4 D se musí řešit vzdálenost korekce od oka, dioptrie se upravují podle vzorce, který je uveden na konci kapitoly 2.2.2 Parametry kontaktních čoček a jejich vliv na oko. Myop se nesmí překorigovat, protože tím by se mu navodila hypermetropie a začal by nadměrně akomodovat, z čehož by mohl mít astenopické potíže (např. bolest hlavy, nevolnost aj.). Brýle na dálku by se měly nosit i při čtení, protože na danou pracovní vzdálenost umožňují vytvořit odpovídající akomodační požadavek a tím trénují ciliární sval. Pacientovi se doporučuje trvale nosit plnou korekci. [1; 3]



Obr. 2 Myopické oko s rozptylkou

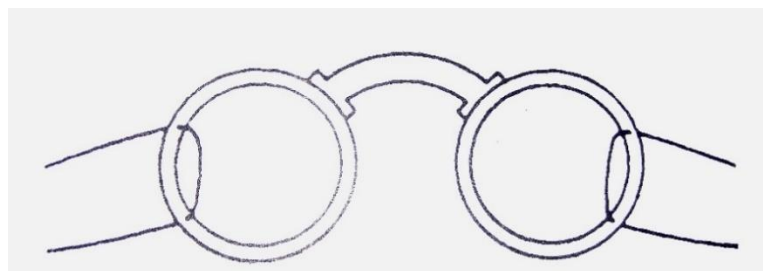
2.1.1 Historie brýlí

Podle historických pramenů se lidé zabývali optikou již 500 let př.n.l. v antickém Řecku. Znali sklo a také primitivní technologie pro jeho zpracování. Problémy s vetchozrakostí byly tehdejší době známé, ale o nápravě optickými prvky se nepřemýšlelo. O zvětšujícím účinku skleněné koule naplněné vodou psal až římský spisovatel Seneca. Zvětšující účinek však tehdy připisovali vodě a ne vlastní konvexní optické ploše skla. O zvětšujícím účinku plankonvexní čočky přiložené na pozorovaný detail psal Ibn Al-Haitam (žijící v letech 965-1038) ve své knize "POKLAD OPTIKY". K rozšíření tohoto objevu došlo až o 200 let později, ve 13. století, kdy byly jeho spisy přeloženy do latiny. Kolem roku 1000 n.l. vznikly tzv. "čtecí kameny". Čtecí kameny se nepřikládaly přímo na pozorovaný předmět, ale přidržovaly se v objímkách před okem. Ve 13. století též vznikly tzv. "nýtované brýle", viz obr. 3. Šlo o nýtované spojení dvou držátek s objímkami se čtecími kameny. Tyto nýtované brýle se používaly přibližně 400 let. [9]



Obr. 3 Schéma nýtovaných brýlí [9]

15. století se z hlediska současného hodnocení uvádí jako doba vzniku brýlí, resp. brýlových středů s nosníkem. Jednalo se o pevné spojení obou očních obloukovým nosníkem. Na výrobu "brýlí" se používaly nejrůznější přírodní materiály, např. kůže, dřevo, kost, rohovina, slonovina, želvovina, železo, stříbro, zlato a bronz. Tyto brýlové středy s nosníkem se používaly přibližně 250 let. V 16. a 17. století se v Číně a Japonsku zavedly tzv. stužkové, resp. tkaničkové brýle, které jsou znázorněny na obr. 4. Byly uchyceny přímo na hlavě nebo uších pomocí připevňovacích tkaniček. [9]

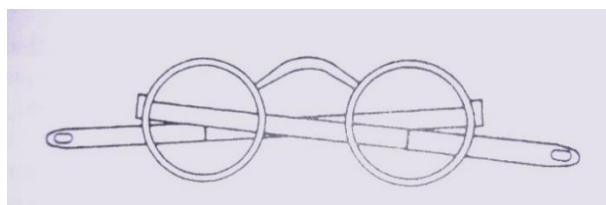


Obr. 4 Schéma stužkových brýlí [9]

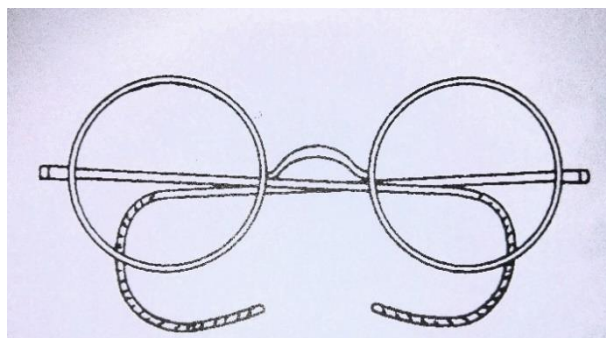
V 50. letech 18. století byly vynalezeny tzv. "nůžkové brýle". Nůžkové brýle byly konstrukcí velmi podobné nýtovaným brýlím, ale na rozdíl od nich se přidržovaly odspodu pod bradou, což lze vidět na obr. 5. Koncem 18. století se v Anglii objevily první brýle s rovnými, tzv. spánkovými stranicemi, které se postupně protáhly až za uši. Tyto brýle už měly první stěžeжку, tedy klasické kloubové spojení mezi brýlovým středem a stranicemi. Brýle držely na hlavě jen díky přiměřenému tlaku stranic v oblasti spánku. Stabilita těchto brýlí však nebyla dostačující. Jejich schéma je zobrazeno na obr. 6. [9]



Obr. 5 Schéma nůžkových brýlí [9]



Obr. 6 Schéma brýlí s rovnými stranicemi [9]



Obr. 7 Schéma Windsorek [9]

Na počátku 20. století se velmi rozšířily tzv. "Windsorky", viz obr. 7. Jednalo se o kovové brýle s vhodně tvarovaným kovovým nosníkem, s kulatými očními a stranicemi s pružnými koncovkami. Nicméně kovový nosník nebyl pohodlný, obzvláště

v zimě, proto byly brýle postupně doplněny o sedýlka z umělé hmoty. Po II. světové válce se začal klást větší důraz na kvalitnější korekci lidského zraku a větší estetiku při vytváření nových brýlí. S rozvojem vědy, technologie a novodobých materiálů zde byla snaha vyrobit takovou optickou pomůcku, která bude budoucím uživatelům sloužit nejen pro korekci jejich dioptrické vady, ale také jako módní doplněk. [9]

2.1.2 Brýlové obruby a brýlové čočky

Brýlové obruby se dělí na tři typy: obruby s očnicemi, poloobrubby a brýle bez očnic. Brýlové obruby s očnicemi se skládají z brýlového středu, který tvoří dvě očnice spojené nosníkem, a páru stranic, které jsou k brýlovému středu připevněny formou kloubového spojení, tzv. stěžejkami. Hlavními výhodami tohoto typu obrub jsou kompaktnost, pevnost a solidní ochrana brýlových čoček. Brýlové obruby s očnicemi mohou být vyráběny z umělohmotných či přírodních materiálů. Tyto materiály je možné u dílčích částí brýlových obrub vzájemně kombinovat. Kovové materiály se vyznačují celkově nižší hmotností, příznivějším modulem pružnosti a pevností konstruovaných brýlí. Naproti tomu vybrané umělohmotné materiály mají vynikající izolační vlastnosti a jsou antialergenní při interakci s pokožkou. V současnosti se vyrábějí brýle také z titanu, který je vhodný pro alergické osoby díky své inertnosti. [9]

V porovnání s brýlovými obrubami s očnicemi se poloobrubby liší tím, že nemají část očnic. Čočka je zde připevněna pomocí silonu. Tato konstrukce je výhodná obzvláště proto, že v dolní (či horní) a zevní části brýlí neomezuje zorné pole nositele. Dalšími výhodami poloobrubby je snížení celkové hmotnosti brýlí a menší nápadnost korekční pomůcky. Poloobrubby jsou vyráběny z umělohmotných a ušlechtilých kovových materiálů. [9]

Snaha snížit hmotnost brýlí, učinit je „neviditelnými“ a odstranit omezení zorného pole vedlo k vytvoření brýlových obrub bez očnic. Jedná se o vrtané brýle, kde jsou stranice a nosník připevněny k brýlovým čočkám pomocí šroubků. Tyto obruby jsou velmi lehké a ponechávají volný výhled i mimo korigované pole. [9]

Brýlové čočky jsou základem pro korekční pomůcku. Pomocí nich je korigována refrakční vada nositele brýlí. Vyrábějí se ze skla (minerální brýlové čočky) nebo z umělohmotných materiálů (plastové brýlové čočky). Základní veličina brýlové čočky je

index lomu. U větších dioptrií se používají spíše čočky s vyšším indexem lomu, protože s rostoucím indexem lomu se čočka stává plošší a tenčí. S rostoucím indexem lomu klesá hodnota Abbeova čísla, které udává stupeň disperze. S klesající hodnotou Abbeova čísla roste disperze, která zhoršuje kvalitu zobrazení čočkami. Proto je vhodné u čoček s vyšším indexem lomu opatřit brýlové čočky antireflexní úpravou. Jedná se o povrchové zušlechtnění, které dokáže odstranit důsledky reflektovaného světla a zvýší propustnost čočky. [9; 10]

2.2 Korekce kontaktními čočkami

Kontaktní čočky se dnes považují za moderní zdravotnickou pomůcku nejen při korekci refrakčních vad. Je mnoho způsobů využití kontaktních čoček. Nejčastěji se používají při kompenzaci refrakčních problémů a jako krycí prostředek při hojení rohovky po laserových operacích. Při laserových operacích se používají většinou měsíční silikon-hydrogelové kontaktní čočky, které se v oku ponechají po dobu potřebnou k zahojení epitelu (přibližně 4 dny). Dokonce mohou být kontaktní čočky nosičem léků s postupným uvolňováním. Tímto jejich využití ovšem nekončí. Dále se používají ke kosmetickým potřebám. Například zvýrazňují či úplně mění přirozenou barvu duhovky, nebo při onemocnění albinismem kontaktní čočka dodá barvu původně velice světlé či průhledné duhovce. Rovněž plní protetickou funkci při aniridii (absenci) a kolobomu (rozštěpu) duhovky. [11]

2.2.1 Historie kontaktních čoček

První zmínky o kontaktních čočkách se datují k začátku 16. století. Leonardo Da Vinci ve svém nákresu popisuje optický systém oka, před který je přiložena skleněná čočka. Mezera mezi okem a čočkou je vyplněna tekutinou. V 17. století na Leonarda Da Vinciho navazuje René Descartes, který navrhuje teoretickou korneální kontaktní čočku. Dále problematiku korekce zraku pomocí kontaktní čočky řeší Thomas Young, který charakterizoval odstranění lomivosti rohovky pomocí tzv. hydrodiaskopu, což je 6 mm dlouhá trubice naplněná vodou, zakončená čočkou mikroskopu a následně přiložená na oko. V roce 1887 F.E.Müller vyrobil první model skleněné kontaktní čočky. O rok později se poprvé v Zürichu (Adolf Eugen Fick) a v Paříži (Edouard Kalt) používá termín kontaktní čočka. [12; 13]

Kontaktní čočky prošly velkým vývojem. Materiály, ze kterých se vyrábějí, se v průběhu času výrazně měnily podle toho, jak se rozvíjela jiná průmyslová odvětví. Polymethylmethakrylát (PMMA) byl používán od roku 1940 nejprve jako náhrada za dřívější skleněné sklerální čočky a následně jako materiál při vývoji korneálních čoček. V poválečném období se kontaktní čočky vyráběly hlavně z tohoto materiálu. Velkými výhodami PMMA byla nízká hmotnost, výborné optické vlastnosti, dobrá zpracovatelnost a dlouhodobá materiálová i optická stabilita. Tyto kontaktní čočky byly nepropustné pro kyslík. Problém nepropustnosti pro kyslík byl řešen korneální velikostí kontaktní čočky a její dobrou pohyblivostí po rohovce. To umožnilo výměnu slzného filmu pod čočkou a odvod zplodin metabolismu rohovky a přísun okysličeného slzného filmu díky jeho dostatečné výměně pod čočkou. Existuje mnoho pacientů, kteří nosili PMMA úspěšně po dobu více než 40 let. S příchodem moderních tvrdých čoček z plynopropustných materiálů se přestaly prakticky používat. Nicméně jeho původní výhody inertnosti a stability znamenají, že si mohou uchovat místo pro příležitostné nové pacienty i malou menšinu stávajících nositelů. [11; 14]

V šedesátých letech 20. století Otto Wichterle a Drahoslav Lím vyrobili polymer (HEMA). Tento vynález se stal základním materiálem pro měkké kontaktní čočky. Také vynalezli novou techniku výroby kontaktních čoček pomocí odstředivého lití. Tento proces byl méně nákladný a pomohl rozšířit výrobu kontaktních čoček. V sedmdesátých letech 20. století začal rozvoj hydrogelových čoček a výroba PMMA čoček ustoupila do pozadí [11]. [12]

V roce 1999 byly představeny na trh silikon-hydrogelové čočky. Tyto čočky jsou vyrobeny z hybridního materiálu, který kombinuje propustnost kyslíku silikonem a hydrofilní HEMA tradičních měkkých čoček. Obsah vody silikon-hydrogelových čoček je poměrně nízký, a to přibližně od 20 % do 40 %, v závislosti na materiálu čoček. Propustnost kyslíku (Dk/t) silikonových čoček je mnohem vyšší než u tradičních hydrogelových měkkých čoček, proto jsou silikon-hydrogelové čočky nejlepší volba pro pacienty, kteří upřednostňují prodloužené nošení čoček. [15]

2.2.2 Parametry kontaktních čoček a jejich vliv na oko

Jedním z hlavních důvodů klinického úspěchu nebo selhání určité čočky na oku se rozumí její dehydratace. Dehydratace čoček může snížit komfort kontaktní čočky v oku, narušit slzný film a snížit ostrost vidění. Oční faktory, které ovlivňují dehydrataci čoček jsou např. objem slz, kvalita a stabilita slzného filmu a mrkací návyky. Další faktory, které dehydrataci čoček ovlivňují jsou: materiál čočky, tloušťka čočky, teplotní změny, relativní vlhkost, vítr, různé systémové léky a alkohol. K největší ztrátě vody dojde během prvních několika minut. Stabilita slzného filmu je lepší se silnějšími čočkami s nízkým obsahem vody, horší u ultratenkých čoček s vysokým obsahem vody. [14]

Při nošení kontaktních čoček poskytuje slzný film hladký optický povrch na vnější straně kontaktní čočky. Kromě optických vlastností slzný film zvlhčuje povrch oka, zajišťuje antimikrobiální funkci, pomáhá odstranit bakterie a mrtvé epitelální buňky a působí jako nosič pro difúzi kyslíku, živin a lokálních růstových faktorů na oční povrch. Pečlivé hodnocení slzného filmu před i během nošení kontaktních čoček je přínosné pro větší pravděpodobnost úspěchu dobrého snášení kontaktních čoček. Při vyhodnocování slzného filmu se zkoumá jeho kvalita a kvantita. Kvalita se zjišťuje pomocí break-up time testu s použitím fluoresceinového barviva. K posouzení kvantity slzného filmu slouží Schirmerův test, který měří sekreci slz ze slzných žláz. Schirmer bez anestetika měří bazální a reflexní produkci slz, s anestetikem měří jen bazální sekreci slz. [15]

Propustnost kontaktních čoček pro plyny, především pro kyslík, je další z důležitých faktorů ovlivňující jejich toleranci na oku a bezpečnost pro oko. Rohovka je zásobena kyslíkem z více zdrojů: z komorové vody přes endotel, periferní oblast je zásobena z perilibální cévní pleteně a přední plocha rohovky z atmosférického kyslíku v slzném filmu. Kontaktní čočka bude vždy do jisté míry bránit přístupu kyslíku k rohovce. Proto je průnik kyslíku čočkou důležitý hlavně u měkkých sklerálních čoček, kde výměna slzného filmu je méně než 5 % objemu slz. Řada studií ukázala, že určité množství kyslíku může procházet i skrz materiál měkkých kontaktních čoček (čím tenčí čočka, tím více kyslíku může projít). [4; 11]

Při výběru kontaktní čočky by centrální zakřivení čočky mělo být přibližně o 0,6 až 0,8 mm plošší než průměrné zakřivení rohovky. Zakřivení kontaktní čočky má

vliv na její pohyb po rohovce. U nižšího zakřivení čočky se jedná o strmou aplikaci, při které dochází ke špatné výměně slz a může dojít k hypoxii rohovky. Při výběru ploššího zakřivení jde o plochou aplikaci kontaktní čočky. Tato čočka je nestabilní, hodně se hýbe na oku a může ho dráždit. Průměr měkké čočky by měl být přibližně o 2,0 mm větší než horizontální průměr duhovky. Průměr tvrdé kontaktní čočky je obvykle 8,5 – 9,5 mm [12]. Průměr a zakřivení čočky je určujícím faktorem při její centraci. V ideálním případě by se čočka měla během mrkání pohybovat v rozmezí 0,5 až 1 mm. Pokud je dioptrická vada pacienta větší než 4,00 D je nutnost dioptrie přepočítat na vzdálenost korekční pomůcky od oka podle vzorce:

$$A'_0 = A'_d / (1 - d \cdot A'_d)$$

kde: A'_0 je vrcholová lámavost kontaktní čočky [D]

A'_d je vrcholová lámavost brýlového skla ve vzdálenosti d [D]

d je vzdálenost brýlového skla od oka (většinou 0,012 m) [15; 16]

2.2.3 Rozdělení kontaktních čoček

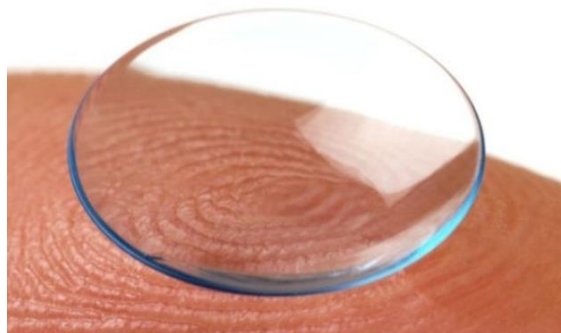
Kontaktní čočky lze dělit podle různých kritérií, například podle tvaru, velikosti, způsobu výroby, účelu použití atd. Pro účely této práce budou rozebrána rozdělení kontaktních čoček podle materiálu a způsobu jejich výměny.

Dělení podle materiálu

Podle materiálu, ze kterého jsou kontaktní čočky vyrobeny, je dělíme na dvě hlavní skupiny: tvrdé (viz obr. 8) a měkké kontaktní čočky (viz obr. 9). Existují dva typy tvrdých kontaktních čoček: nepropustné a propustné pro kyslík. V současnosti se používají více plynopropustné kontaktní čočky, které se nazývají „rigid gas permeable“ (RGP). Skupina RGP čoček má spoustu výhod: dokonalá propustnost kyslíku, vysoká trvanlivost čoček, velmi dobrá optická stabilita, možnost individuálního přizpůsobení a výroba čoček v okrajových dioptrických hodnotách. Jejich nevýhoda je nepropustnost pro vodu, čímž je způsoben špatný odvod zplodin od rohovky skrz čočku. Tento problém je řešen velikostí kontaktní čočky a její dobrou pohyblivostí po rohovce. [11]



Obr. 8 Oko s tvrdou kontaktní čočkou [17]



Obr. 9 Měkká kontaktní čočka [18]

Měkké kontaktní čočky se dělí na dvě základní skupiny: měkké hydrofobní a měkké hydrofilní [12]. Mezi měkké hydrofobní čočky se řadí silikonové a polyethylenové. Nejčastěji používaným materiálem pro výrobu silikonových kontaktních čoček je silikonová pryž. Nevýhoda silikonových čoček je neschopnost výměny slz pod jejich povrchem a také špatná pohyblivost čočky na oku. Povrch silikonových čoček je chemicky upravován, aby obsahoval větší podíl hydrofilních skupin. Tyto úpravy způsobují menší trvanlivost čočky a nemožnost upravovat jejich povrch např. leštěním. Silikony jsou také velmi lipofilní. Čočka rychle absorbuje lipidy i jejich estery ze slzného filmu, což naruší její kvalitu. Na povrchu čočky je slzný film nestabilní a to vede k velmi rychlé evaporizaci (odpaření slz) a odsátí slzného filmu pod čočkou, což způsobí poškození epitelu. Z těchto důvodů jsou silikonové čočky málo tolerované a jejich praktické využití je problematické. Ideální materiály pro výrobu kontaktních čoček musí mít hydrofilní povrch. [11]

Měkké hydrofilní kontaktní čočky se vyrábějí z hydrofilních polymerů, které do své struktury mohou pojmout přesně definované množství vody. Hydrogely, v závislosti na obsahu vody, zaručují dobrou biokompatibilitu a propustnost pro nízkomolekulární látky, jako jsou především kyslík, oxid uhličitý a další. Tvarovou stálost čočky zaručují jednotlivé makromolekuly, které jsou propojeny chemickými vazbami do prostorové mřížky. Standardní hydrogelový materiál se nazývá poly(2-hydroxyethylmetakrylát) nebo zkráceně HEMA. Má velmi dobré fyzikální vlastnosti, vysokou biokompatibilitu a nízkou toxicitu. Hydrogelové kontaktní čočky mají velmi podobnou konzistenci jako tkáň, proto je jejich mechanické dráždění nebo možnost mechanického poškození minimální.

Podle elektronegativity povrchu a obsahu vody se hydrogelové kontaktní čočky dělí do čtyř skupin:

- I. Neionizované polymery s nízkým obsahem vody (38-50 %)
- II. Neionizované polymery s vysokým obsahem vody (51-80 %)
- III. Ionizované polymery s nízkým obsahem vody
- IV. Ionizované polymery s vysokým obsahem vody

Pro snadnější rozpoznání tvrdých a měkkých kontaktních čoček vytvořila Asociace výrobců kontaktních čoček mezinárodní klasifikaci, podle které mají materiály pro tvrdé kontaktní čočky koncovku FOCON a měkké čočky FILCON. [11]

Ze zdravotního hlediska jsou nejbezpečnější pro výrobu kontaktních čoček hybridní materiály. Jedná se o spojení výšebobtnavých materiálů s materiály plynopropustnými, ať už tvrdými či měkkými, a to formou materiálových sendvičů (konečný materiál je složen z vrstev). Do této skupiny patří např. silikon-hydrogelové čočky nebo čočky složené z obou základních materiálů, u nichž je většinou středová optická část vyrobena z RGP materiálu a okrajová část z materiálu HEMA, což zajišťuje lepší snášenlivost. Silikon-hydrogelové materiály mají vzájemně propojenou hydrofobní a hydrofilní strukturu a jsou opticky homogenní. Mají vysokou propustnost pro kyslík, obsahují 20-40 % vody, jejich materiál je mechanicky tužší a povrch mají stejnoměrně hydrofilní. Silikon-hydrogelové čočky se zařazují do kategorie měkkých kontaktních čoček s nižším obsahem vody. [11]

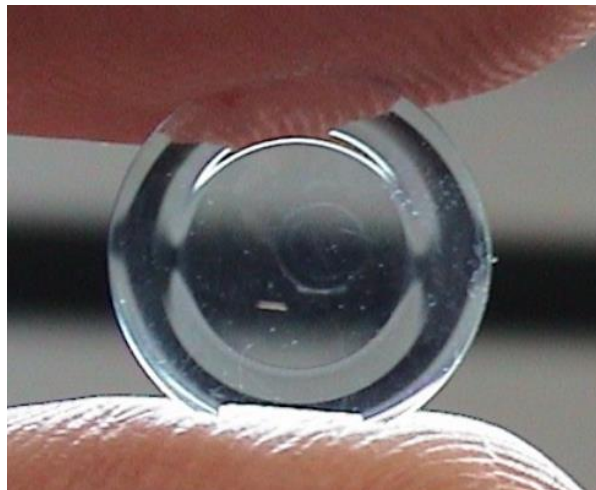
Dělení podle způsobu výměny

Podle druhu materiálu, kvality povrchu, způsobu péče a dalších faktorů mají kontaktní čočky různou životnost. RGP kontaktní čočky jsou tvarově stabilní a na většině materiálů se téměř netvoří usazeniny, proto je jejich životnost obvykle 4-5 let. Měkké kontaktní čočky vyráběny z klasické HEMA se nosily konvenčně, což znamená denní režim nošení na 12 měsíců. Konvenční způsob výměny kontaktní čočky byl v minulosti jediný režim nošení. Tento typ kontaktních čoček vyžadoval velmi pečlivé ošetřování a důkladnou hygienu. Problémy byly hlavně s usazováním bílkovin a nečistot na povrchu čočky. Z těchto důvodů se dnes více používají kontaktní čočky s plánovanou výměnou, a to měsíční, čtrnáctidenní a jednodenní. Výhodami zkrácené

doby používání jsou bezpečnost použití z hlediska možnosti tvorby usazenin na povrchu čočky a mechanického poškození čočky při dlouhodobém používání. Z lékařského hlediska je nejbezpečnější jednodenní čočka, která se na konci dne vyhodí a nepotřebuje žádnou péči. [11]

2.2.4 Ortokeratologické kontaktní čočky

Ortokeratologie je nechirurgická procedura, kdy rohovka mění svůj tvar, tloušťku a fyziologii, a to pomocí speciálních tvrdých plynopropustných kontaktních čoček, viz obr. 10, které působí jistou silou na rohovku. K této síle přispívá také tlak víček a síla slzného filmu. Největší změny na rohovce probíhají v epitelové vrstvě. Centrální část epitelové vrstvy se ztenčí a ve střední periférii dojde k zesílení epitelové a stromální vrstvy [19]. Korigují myopii dočasnou změnou zakřivení rohovky. [20; 21]

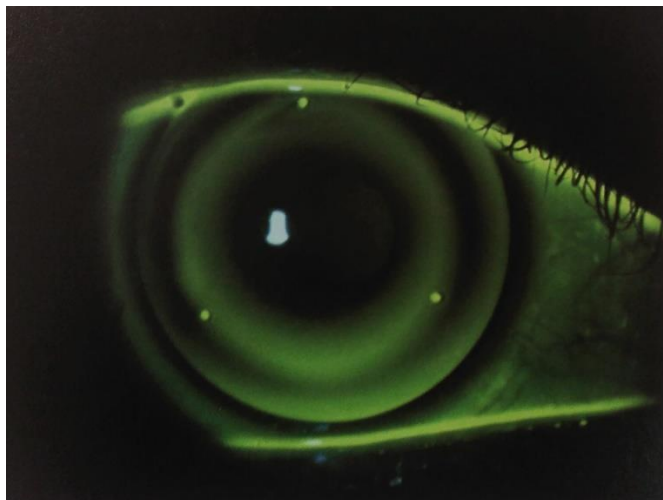


Obr. 10 Ortokeratologická kontaktní čočka [22]

Od nástupu tvrdých kontaktních čoček byla změna rohovky nežádoucí a nekontrolovatelný vedlejší účinek při jejich nošení. V roce 1962 na mezinárodní konferenci kontaktologů v Chicagu popsal George Jessen novou metodu pro dočasné snížení myopie pomocí konvenční pevné kontaktní čočky, která má plošší zakřivení než je zakřivení rohovky. Na stejné konferenci Newton Wesley pojmenoval tento proces jako ortokeratologii. Rozvoj ortokeratologie byl pomalý a drahý. Pacienti museli podstoupit (a také zaplatit) několik aplikací čoček s různým zakřivením. Účinek léčby byl nepředvídatelný. Plochosť ortokeratologických čoček znamenala, že se mohly snadno decentrovat, čímž by se přemístila zóna léčby a mohly by na rohovce vytvořit astigmatismus. Materiály, ze kterých byly tehdy čočky vyrobeny, nebyly propustné pro kyslík. Proto se ortokeratologické čočky nosily během dne, pacienti si je sundali

večer a získali pár hodin ostrého vidění bez korekce. Dalším problémem byly omezené možnosti pro sledování rohovky a jejich postupných proměn. Toto se změnilo s příchodem vysoce přesných soustruhů (CNC), konstrukcí kontaktních čoček s reverzní geometrií, používání rohovkové topografie a RGP čoček s vysokou propustností pro kyslík. [23]

Reverzní geometrie u zadní plochy čočky se používá k dosažení dobré centrace a optimálního rozdělení tlaku pod čočkou. Poskytují také rychlejší reakci oploštění rohovky. První reverzní geometrické čočky se skládaly ze tří různých zakřivení: centrální (středové) zakřivení, sekundární strmé nebo reverzní zakřivení a periferie, viz obr. 11. Oblast pod sekundárním zakřivením se nazývala „nádrž slz“. Tyto čočky mohly vyléčit myopii okolo -3,00 D a pravděpodobný výsledek byl založený na excentricitě rohovky měřené pomocí topografie. [14]



Obr. 11 Ideální aplikace ortokeratologické čočky s tříkřivkovým designem [21]

Ortokeratologické čočky se nosí pouze při spánku. Ráno po vyndání kontaktních čoček rohovka dočasně zachovává nový tvar, takže během dne je vidění ostré i bez brýlí nebo kontaktních čoček. Ortokeratologické kontaktní čočky byly prokázány jako účinné při dočasné korekci mírné až střední myopie. Dokonce některé studie dokazují, že ortokeratologické čočky pomáhají snížit progresi myopie [24]. Využívání této speciální procedury je dobrou alternativou k chirurgickému zákroku pro osoby, které jsou pro laserové operace příliš mladé, nebo jsou z jiných důvodů nevhodnými kandidáty na refrakční chirurgii. [20; 21]

Během prvního týdne musí být pacientům, kteří nosí ortokeratologické čočky v noci, poskytnuta určitá forma denní korekce zraku. Jejich stávající brýle jsou obecně

nyňi pŕíliř silné pro pohodlné užití. Toto není pŕípad myopických dĕtí, které mohou mít starří pár brýlí, které obsahují niřří korekci. Pacienti bez vhodných brýlí (nebo ti, kteří odmítají brýle nosit) potŕebují jistou korekci vidĕní, aby fungovali normálně během dne. Zavedení jednorázových měkkých čoček umožnilo mnohem jednoduřří vypoŕádání se s postupným sniřžováním myopie. Problémy této dočasné korekce jsou:

- pacient se musí naučit aplikovat si měkké kontaktní čočky
- požadovaná korekce denních čoček se bude měnit během dne a ze dne na den
- pacientovi se mohou zalíbit jednorázové čočky a uřř nebude mít zájem pokračovat v ortokeratologické léčbě [25]

Není pochyb o tom, že pacienti, kteří nepouřřívají měkké čočky, mohou mít ze začátku problém najít vhodnou jednodenní kontaktní čočku. Vĕtří pŕůmĕr, tenký materiál a často nízký modul pruřnosti ztĕřžují jejich vložení do oka oproti čočkám RGP. Ale s pečlivými instrukcemi optometrisky by to nemĕl být problém. Existují také pacienti, typicky s nízkou myopií, kteří dávají pŕednost být pŕes den bez čoček a tolerují rozostŕení, které vzniká v dŕsledku nedostatečné korekce jejich krátkozrakosti v prvních pár dnech pouřřívání ortokeratologických čoček. Vĕtřinĕ pacientů vřak nečiní potíže dočasné pouřřívání denních jednorázových měkkých čoček. Je zajímavé, že existuje několik poznámek o tom, že ortokeratologické čočky jsou pro klienty pohodlnĕřří než měkké čočky. [25]

Ahmed Alharbi a Helen A. Swarbrick provedli výzkum na zjiřřřování tlouřřky rohovky pŕi noĕním noření ortokeratologických čoček. Kandidáti byli rozděleni na dvě skupiny: kandidáti, kteří nikdy nenesli RGP čočky a nositelé RGP čoček (kontrolní skupina). V první skupinĕ bylo osmnáct mladých dospĕlých osob ve věku 22 až 29 let (12 mužů, 6 řen). Vřech 18 kandidátů mělo myopickou refrakĕní vadu od 1,25 D až 2,50 D a rohovkový astigmatismus ménĕ než 1,50 D. Ve skupinĕ nositelů RGP čoček bylo 10 mladých dospĕlých osob ve věku 22 až 28 let (6 mužů, 4 řeny). Tato skupina měla pŕůmĕrnou myopickou refrakĕní vadu 1, 25 D až 2,75 D a astigmatismus rohovky menřř než 1,50 D. Tyto subjekty nosily RGP čočku jenom v jednom oku. Jejich výsledky prokázaly významné změny centrální a střední periferní tlouřřky rohovky s ortokeratologickými čočkami nořenými pŕes noc. Vĕtřina změny tlouřřky rohovky se objevila po první noci s ortokeratologickými čočkami a postupně se stabilizovala do

10. dne nošení. To naznačuje, že prvních 10 dnů léčby je kritickým obdobím pro sledování změn rohovky. Značné centrální ztenčení epitelu (přibližně 33 %) vyvolává obavy o zdraví a integritu rohovky, přestože dosavadní klinická zkušenost ukázala, že tato obava se jeví jako minimální, pokud se dodržují vhodné klinické standarty při léčbě pacientů. Souhrnně se došlo k závěru, že nošení ortokeratologických čoček s reverzní geometrií přes noc mění topografickou tloušťku rohovky, ztenčuje centrální epitel a zesiluje střední periferii stromatu. Po ukončení nošení ortokeratologických čoček se rohovka opět vrátí do původního tvaru za týden až 2 měsíce v závislosti na době nošení ortokeratologických čoček. [19]

Ortokeratologie není vhodná pro každého klienta s myopickou vadou. Pro úspěšnou a bezpečnou aplikaci ortokeratologických čoček musí kandidáti splňovat určitá kritéria:

- dioptrická vada musí být v hodnotách -0,75 D až -4,50 D
- astigmatismus nesmí být vyšší než 1,50 D
- nesmí mít žádné oční onemocnění
- klient, který má realistické očekávání a trpělivost při četných aplikacích [14]

Kontraindikace pro používání ortokeratologických čoček:

- akutní a subakutní záněty nebo infekce přední komory oka
- jakékoliv oční onemocnění, zranění nebo abnormality, které postihují rohovku, spojivku nebo oční víčka
- syndrom suchého oka
- jakékoliv systémové onemocnění, které může postihnout oko nebo se zhoršuje nošením kontaktních čoček
- oční dystrofie a degenerace (např. keratokonus) [14; 26]

2.2.5 Výhody a nevýhody kontaktních čoček

Kontaktní čočky jsou bezpečný zdravotní prostředek pro korekci refrakčních vad [11]. Zajišťují čisté a komfortní vidění např. při sportu, řízení nebo za zhoršených světelných podmínek. Neomezují zorné pole a v periferii nezakreslují obraz. Kontaktní čočky jistě ocení pacienti s vysokým dioptrickým rozdílem mezi očima. Při korekci brýlemi by tito pacienti mohli vnímat rozdíl ve velikosti či tvaru obrazu mezi každým

okem. Při korekci kontaktními čočkami, které leží prakticky přímo na rohovce, je rozdílnost velikosti a tvaru pozorovaného objektu minimální. Také se hodí pro pacienty, kteří nechtějí nosit brýle z kosmetických důvodů. [1]

Na druhou stranu je zde řada nevýhod, kvůli kterým si někteří klienti raději vyberou brýle. Vyšší cena, nutná správná hygiena a péče o čočky jsou nejčastější z nich. Pravděpodobně největší nevýhodou kontaktních čoček je riziko vzniku infekčních a neinfekčních komplikací. Většina komplikací spojená s nošením kontaktních čoček je obvykle způsobena nedodržením bezpečných zásad jejich nošení. Někteří nositelé nedodrží dobu použitelnosti jedné čočky, nedbají na správnou hygienu a péči o kontaktní čočku. Takto se mohou do oka skrze kontaktní čočku dostat různé nečistoty, ze kterých následně mohou vznikat infekce nebo jiné problémy na rohovce. Správná aplikace by měla probíhat v řádně vybaveném aplikačním středisku, kde zkušený odborník vybere pro pacienta vhodnou kontaktní čočku, naučí jej ji aplikovat a poučí ho o správné péči a hygieně o kontaktní čočky. [1; 11]

2.2.6 Kontraindikace k aplikaci kontaktních čoček

Před aplikací kontaktních čoček by měl být pacient dotazován na alergie. Alergický pacient může mít nežádoucí reakce na kontaktní čočky a přípravky na jejich udržování. Také pacienti s chronickým respiračním onemocněním, jako je astma a jiná podobná onemocnění, mohou mít potíže při používání kontaktních čoček. Během akutních respiračních atak mohou mít překrvenou spojivku, zvýšenou slzivost, citlivost na světlo a obecně nepohodlí, které se zhoršuje použitím kontaktních čoček. [15]

Opatrní musí být pacienti se středně těžkým nebo těžkým diabetem, protože u nich dochází k hypestezii (=snížená citlivost na vnější smyslové podněty) rohovky, což vede k vyšší tendenci vzniku eroze a infekce rohovky. Pacienti s diabetem nejsou vhodnými kandidáty na použití kontaktních čoček s prodlouženým používáním. [15]

Též těhotné ženy s tendencí zadržovat vodu mohou být netolerantní na kontaktní čočky. Obecně platí, že během těhotenství by se žena měla vyhnout používání kontaktních čoček. Některé pacientky s menopauzou mohou mít významné změny kvality a množství slzného filmu, které mohou způsobit intoleranci kontaktních čoček. [15]

Člověk s psychickou poruchou může být rovněž nesprávný kandidát pro používání kontaktních čoček, protože je nezbytné, aby nositel kontaktních čoček byl dostatečně zodpovědný za dodržování lékařských pokynů, včetně informací o údržbě kontaktních čoček, riziku nošení kontaktních čoček a pochopení, kdy je třeba vyhledat okamžitou pomoc. Osoba, která nosí kontaktní čočky, musí být informována o lécích, ať už lokálních nebo systémových (např. diuretika, benzodiazepiny, antihistaminika, imunosupresiva apod.), které mohou změnit slzný film nebo způsobit obtížné použití kontaktních čoček. [15]

Mezi absolutní kontraindikace patří: akutní nebo subakutní zánět předního segmentu oka, akutní a chronické oční infekce, každé oční onemocnění postihující rohovku, spojivku a víčka, snížená citlivost rohovky, nekontrolovaný glaukom, psychologická intolerance vůči umístění cizího těla do oka. [15]

2.2.7 Péče o kontaktní čočky

Kontaktní čočky mají přímý kontakt s předním segmentem oka, proto je nutné dodržovat hygienu a péči o kontaktní čočky. Patříčná péče o kontaktní čočky zajistí, že oko nebude poškozeno, zvýší životnost kontaktních čoček a chrání oko nositele před infekcí. Do aplikačních středisek jsou kontaktní čočky dodávány v pouzdře vždy sterilní. [27]

Základní metody péče o kontaktní čočky se dělí do čtyř kategorií:

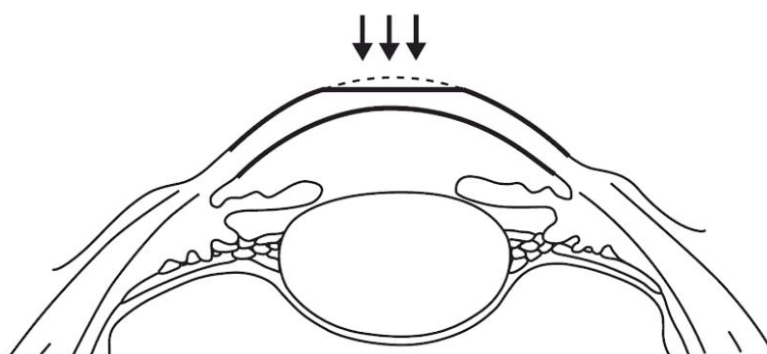
- **tepelná dekontaminace** – nejbezpečnější, použitelná pro měkké kontaktní čočky s nízkým obsahem vody (38 %), probíhá při teplotě 80 °C, snižuje životnost čočky zapékáním bílkovinných usazenin do hmoty čočky
- **chemické čištění** – v současnosti nejrozšířenější způsob péče o kontaktní čočky, tzv. víceúčelové roztoky, které obsahují dezinfekční přísady
- **peroxidové čištění** – čištění čoček nejradikálnějším způsobem, čočky musí zůstat v roztoku 6 hodin, pokud toto klient dodrží, nehrozí mu žádné riziko poškození oka
- **ultrazvukové čištění** – použitelné pro měkké kontaktní čočky s nižším obsahem vody (do 60 %), v současnosti u uživatelů čoček není moc běžné

Prostředky pro péči o kontaktní čočky se dělí podle účelu a funkce na čistící, oplachovací, uchovávací, neutralizační, lubrikační a pro speciální použití. Často mají prostředky pro péči o kontaktní čočky dvě a více funkcí. [27]

Mechanické čištění kontaktních čoček probíhá po každém vyjmutí (měkké i tvrdé) kontaktní čočky z oka. Čočka se položí na dlaň a bříškem prstu druhé ruky se krouživými pohyby provádí čištění. Tímto čištěním se čočka zbavuje nejen mechanických nečistot, ale také většiny bakterií. Poté se čočka vloží do pouzdra, které se po okraj naplní roztokem. Před aplikací (či vyndáváním) kontaktní čočky si pacient musí vždy umýt ruce. Pouzdro na kontaktní čočky by se po vyjmutí kontaktních čoček mělo vyprázdnit a nechat vyschnout na vzduchu. V ideálním případě by se pouzdro mělo měnit každý měsíc. [14; 27]

2.3 Refrakční chirurgie

Refrakční chirurgie je odvětví očního lékařství, které se zabývá chirurgickým řešením dioptrických vad cestou laserové nebo nitrooční operace. Při laserových operacích se fotoablací mění zakřivení rohovky pomocí excimerového laseru. Tímto způsobem lze řešit myopii, hypermetropii a astigmatismus. Při korekci myopie se fotoablace provádí v centrální části rohovky většinou v zóně 6,5 mm, tím dochází k jejímu oploštění, viz obr. 12. V případě hypermetropie se laseruje periferní část prstencového tvaru, čímž dochází k zestrmení centrální části rohovky.



Obr. 12 Znárodnění fotoablace u myopie [11]

Jednotlivé laserové operace jsou: fotorefrakční keratektomie (PRK), laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK, Epi-LASIK) a laser in situ keratomileusis (LASIK). Operační výkony se odlišují hloubkou prováděné ablace. Samotným operacím

předchází pohovor lékaře s pacientem a kompletní předoperační vyšetření, které zahrnuje vyšetření předního segmentu šterbinovou lampou, rohovkovou topografií (barevná mapa zakřivení rohovky v jednotlivých optických zónách), pupilometrií (měření šíře zornice počítačovým pupilometrem), vyšetření nitroočního tlaku, endotelovou mikroskopií (zjišťuje počet endotelových buněk), aberometrií (objektivní zobrazení aberací nižších a vyšších řádů), vyšetření na Pentacamu (kompletní analýza přední a zadní topografie plochy rohovky) a vyšetření sekrece slz – Schirmerův test. Následuje objektivní změření refrakční vady a pečlivé vyšetření subjektivní refrakce. Všechny výše uvedené testy se provádí znovu v cykloplegii. [5; 11; 28; 29]

Indikace pacienta k laserovému refrakčnímu výkonu se odvíjí hlavně od stabilizace jeho dioptrické vady. Pacient by měl být starší 18 let a jeho dioptrický stav oka by se mu za poslední rok neměl změnit více než o 0,25 D. U pacientů nad 40 let se musí počítat s presbyopií, což znamená, že brzy budou potřebovat brýle na blízko a střední vzdálenost. Proto je důležité pacienta na tento fakt upozornit. Další variantou řešení jsou nitrooční operace. Pokud je pacient mladý, akomoduje a parametry oka nejsou vhodné k laseru, je možné doporučit implantaci fakické čočky. Další možností u pacientů nad 50 let je refrakční výměna číré čočky s možností implantace monofokální nebo multifokální čočky. [11]

Kontraindikace pro refrakční výkon se dají rozdělit do dvou kategorií: relativní kontraindikace a absolutní kontraindikace. Dále lze kontraindikace rozdělit na celkový zdravotní stav pacienta a oftalmologický stav. Do skupiny oftalmologických relativních kontraindikací se řadí Herpes simplex virus keratitida, nestabilní dioptrická vada, akutní a chronické onemocnění na oku, stav po předchozích očních operacích, pouhazové stavy, nepravidelný astigmatismus a keratokonus. Mezi absolutní kontraindikace patří herpes zoster keratitida, jakékoli celkové systémové onemocnění, autoimunitní onemocnění (např. revmatoidní artritida, lupus erythematosus), jakékoli onemocnění, které může zhoršit hojení ran. [11]

Historie refrakční chirurgie

Za nejstarší refrakční chirurgický zákrok lze považovat Fukalovu nitrooční operaci odstranění číré čočky z oka. Tato operace proběhla v roce 1890 a řešila krátkozrakost

vyššího stupně. Od 50. let 20. století se začaly provádět refrakční operace rohovky, mezi které patří technika keratomileusis. Tuto metodu vyvinul José Barraquer roku 1949. Jedná se o vytvoření lamely z centrální části rohovky, lamela se zmrazí a opracuje dle typu refrakční vady a následně našije zpět na původní místo. Důležitým mezníkem v rohovkové chirurgii se stala keratotomie (Sato a spol., 1953). Jde o chirurgické naříznutí rohovky v 4-8 radiálních řezech, po zahojení vzniká jizva a rohovka se oploští ve všech směrech a sníží svou dioptrickou mohutnost [3]. Roku 1983 se začal využívat excimerový laser v očním lékařství, což nastartovalo novou etapu refrakční chirurgie. Excimer laser používá elektromagnetické záření, které je schopno na principu vaporizace (odpaření) buněk odstranit přesně stanovenou tloušťku rohovkové tkáně – fotoablace. [5]

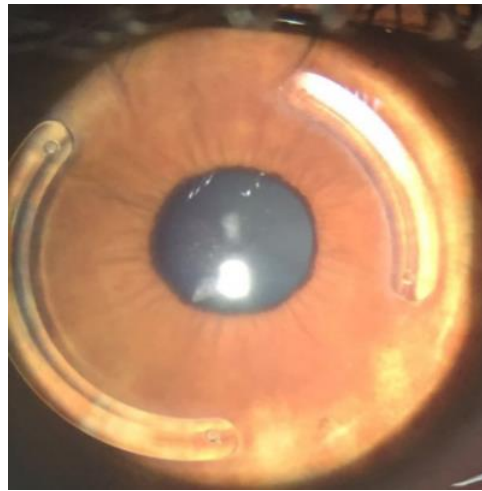
Do klinické praxe byly zavedeny dvě základní operační techniky, které využívají excimer laser. První operační techniku, která se nazývá PRK, vynalezli Seiler a McDonaldová mezi roky 1986 – 1988. Druhá metoda používající excimer laser se nazývá LASIK (Pallikaris, Buratto, 1989). První laserová oční operace LASIK v České Republice se uskutečnila v únoru 1995 a provedl ji prim. Stodůlka [30]. O 11 let později provedl prim. Stodůlka první operaci femtoLASIK v ČR, kdy k vytvoření lamely použil místo mikrokeratomu laser. [5]

Kromě excimer laseru se využíval i Holmium: YAG laser, který způsobil ložiskové změny rohovkového kolagenu, jeho fibrily se stahují a rohovka se vyklene. Tato technika se nazývá laserová termokeratoplastika – LTK a využívala se při korekci hypermetropie a astigmatismu. V roce 1999 byla zavedena nová metoda LASEK, která eliminuje komplikace LASIKu související s vytvořenou lamelou [31; 32]. Nejmodernější laserovou refrakční operací (ReLEx), která je celá prováděna jedním femtosekundovým laserem, představil v roce 2006 prof. Walter Sekundo. [5]

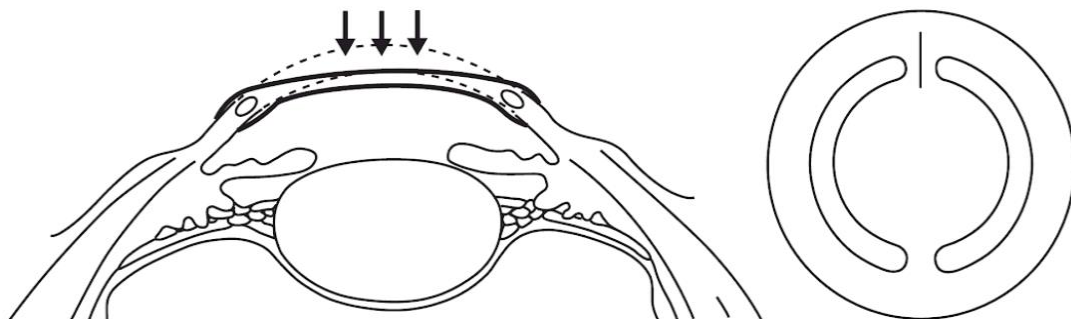
2.3.1 Nelaserové řešení nízké až střední myopie – Myoring

Myoring je jedna z nelaserových možností pro korekci nízké až střední myopie. Jde o implantaci intrastromálního kroužku (ICR) nebo intrastromálního segmentu (ICRS) do rohovky, viz obr. 13. Při použití ICR se jedná o 360° kruhovou konfiguraci, na rozdíl při užití ICRS jde o dva půlkruhy v rozsahu 150°. Cílem této operace je oploštění centrální části rohovky jejím napnutím v periferii, viz obr. 14. Použití této metody je

možné i u keratokonu, což je onemocnění rohovky, kde se rohovka vyklenuje a ve vrcholku keratokonu se snižuje její tloušťka. ICR nebo ICRS se implantují do periferie rohovky asi do dvou třetin její tloušťky. Mezi výhody této metody patří relativní reverzibilita zákroku a minimální zásah do struktury rohovky. Tuto léčbu uvítají především pacienti, kteří mají vyšší dioptrické vady a nemají příliš vysoké nároky na vidění. [11; 33]



Obr. 13 Intrastromální segmenty ve stromatu rohovky [34]



Obr. 14 Schéma vložení intrastromálního kroužku [11]

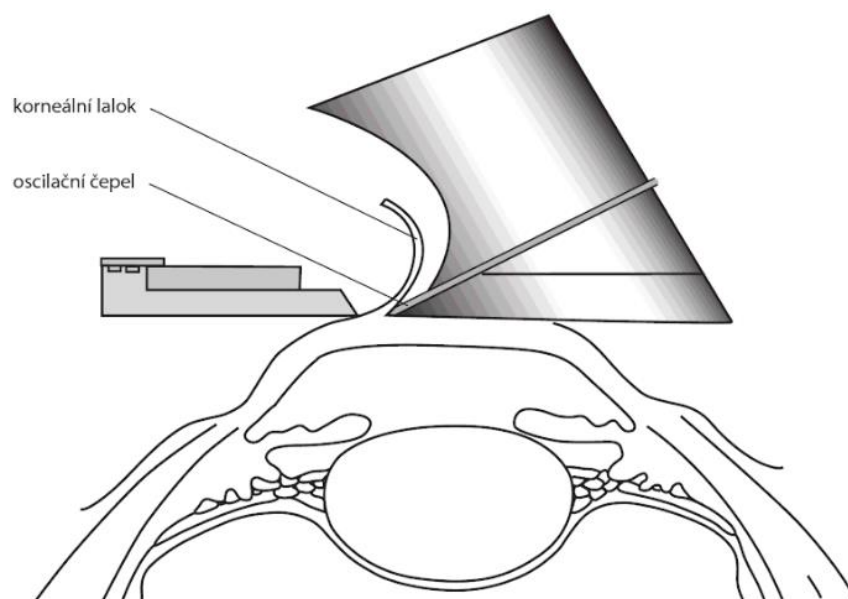
Před operací se znecitliví rohovka a mohou se podat sedativa pro uklidnění pacienta. Nejprve se vyznačí optický střed rohovky a optická zóna v průměru 7 a 8 mm. V superiorní části rohovky na 12 hodině je proveden radiální řez o délce 2-3 mm do 70 % tloušťky rohovky. Následně se na oko přisaje fixační prstenec rohovkového separátoru, který slouží k fixaci oka a zavedení separačního nože kruhového tvaru. V případě ICR má separační nůž rozsah 360°, při plánované implantaci ICRS má separační nůž rozsah 180° v pravém a levém provedení. Separačním nožem se mechanicky ve stromatu rohovky vytvoří intrastromální tunel o pravidelném rozměru

a tvaru. Do něj se za pomoci pinzety vloží ICR nebo ICRS. Prvotní rohovková incize se může zašít. Pooperační léčba spočívá v místní aplikaci kortikosteroidů. Stabilizace vidění je asi 2 měsíce po zákroku. [11]

Nejhorší peroperační (vzniklá během operace) komplikace, kterou je perforace rohovky, může nastat při chybném a neopatrném zavedení separátoru. Tato komplikace je velice vzácná. Častější jsou různá depozita v intrastromálním tunelu, které většinou nemají vliv na vidění. Do rizik spojených s implantací ICR nebo ICRS se také řadí možnost infekce, nepřírozené hojení a hlavně možnost vzniku nepravidelného astigmatismu. Při výskytu nepravidelného astigmatismu nebo zánětlivých komplikací po implantaci ICR nebo ICRS je nutná jeho explantace. [11]

2.3.2 Laser in situ keratomileusis (LASIK)

V současnosti patří LASIK mezi nejpoužívanější postup při refrakční laserové operaci. Využívá se pro řešení myopie (-2 D do -10 D), nižší až střední hypermetropie (+1 D do +5 D) a astigmatismu. Principem metody je vytvoření rohovkové lamely o pravidelné tloušťce pomocí mikrokeratomu (obr. 15) nebo femtosekundového laseru. Po odklopení lamely dochází k fotoablaci stromatu rohovky excimerovým laserem. Zhojení epitelu po zákroku je velmi rychlé, trvá řádově několik hodin, rehabilitace zraku trvá několik dnů a přibližně po 1-2 měsíci je zrak stabilizovaný. Hlavními výhodami LASIKu jsou bezbolestnost a dlouhodobá stabilita [30]. [5]



Obr. 15 Princip mikrokeratomu [11]

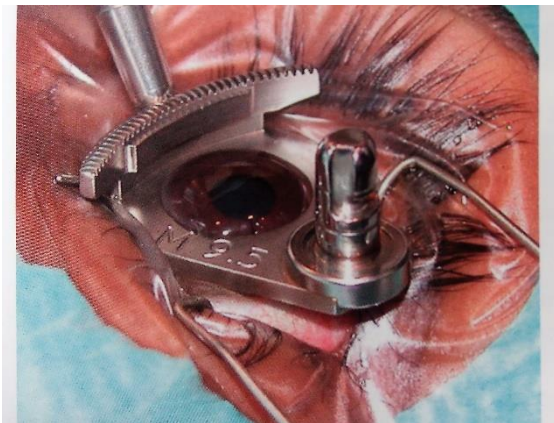
Před operací proběhne znovu (v jiný den) předoperační vyšetření, které je popsáno v úvodu kapitoly 2.3, poté se pacientovi aplikují následující skupiny léků:

- místní anestetika (např. xylokain 2 – 4%, oxybuprokain) → aplikováno 5x
- předoperační sedativa a anxiolytika

Na operačním sále se do řídicího programu excimerového laseru zadají údaje o zákroku (operační technika LASIK a refrakční vada – myopie nebo hypermetropie), data pacienta a jeho refrakční vada spolu s navrhovanou korekcí. Dále se dělá test homogenity a energie laserového záření. Po těchto testech je excimerový laser připraven na operační zákrok. [5; 11]

Při operaci se nejdříve očistí víčka a okolí oka dezinfekčním prostředkem, nalepí se incizní fólie, které kryjí řasy horního a dolního víčka a nasadí se víčkový rozvěrač. Před vytvořením lamely se metylenovou modří na povrchu rohovky vyznačí dvě orientační značky, aby se po zpětném přiklopení lamely mohlo zkontrolovat, že lamela sedí na správném místě. Podle umístění můstku lamely se operace dělí na dva typy: můstek je umístěn superiorně nebo nazálně. Při nazálním umístění můstku se značky dělají nahoře a dole temporálně, při superiorním umístění můstku se značky dělají dole nazálně a temporálně. Po umístění značek je rohovka důkladně opláchnuta a osušena. Na oko se položí přísavný kroužek, viz obr. 16, který stabilizuje pozici bulbu a nitrooční tlak. Nitrooční tlak musí být nad 65 mm Hg, aby došlo ke správnému seříznutí lamely. Je-li nitrooční tlak nižší, je nutné přisátí kroužku zopakovat. Při správném tlaku se může přikročit k tvorbě rohovkové lamely, která se následně nadzdvihne a odklopí, viz obr. 17. Nejčastější tloušťka lamely se pohybuje od 130 – 180 mikrometrů. Maximální povolená fotoablace rohovky se vypočítá následovně: od nejnižší hodnoty pachymetrie pacienta se odečte tloušťka lamely a norma pro minimální tloušťku rohovky, která musí být nedotčená fotoablací. Tato norma je minimálně 250 mikrometrů a snižuje riziko vzniku iatrogenní keratektazie rohovky. Po odklopení lamely se stroma rohovky neoplachuje, je snaha jej před fotoablací laserem nechat suché. Samotná fotoablace stromatu rohovky se provádí excimerovým laserem. Po ukončení fotoablace se stroma rohovky důkladně očistí a lamela se přiklopí zpět na své původní místo. Následně se vyplachuje prostor pod lamelou a lamela se fixuje na správné místo podle orientačních značek, které se provedly na začátku operace.

Lamela přilne ke stromatu cca za 2 – 3 minuty, není tedy potřeba ji přišívat či krýt kontaktní čočkou. Nakonec se do očí kapnou antibiotika a nesteroidní antiflogistika (protizánětlivé léky). Po operaci pacient absolvuje kontrolu na štěrbinové lampě, kde se zjišťuje pozice lamely a kvalita jejího přiložení. Následuje poučení pacienta, aby si během prvního týdnu po operaci nesahal do očí a ani je neomýval vodou, aby si první den aplikoval každé dvě hodiny antibiotika a umělé slzy, od druhého dne stačí kapky aplikovat 5krát denně po dobu cca dvou týdnů. Následující den po operaci je kontrola u očního lékaře, kontroluje se opět lamela přes štěrbinovou lampu. Další kontroly následují po týdnu, měsíci, po 6 měsících a rok po operaci, při jakékoli komplikaci či potížích jsou kontroly u lékaře častější. Každé refrakční středisko má trochu jiné načasování pooperačních kontrol. [5; 11]



Obr. 16 Přiložení přísavného kroužku [5]



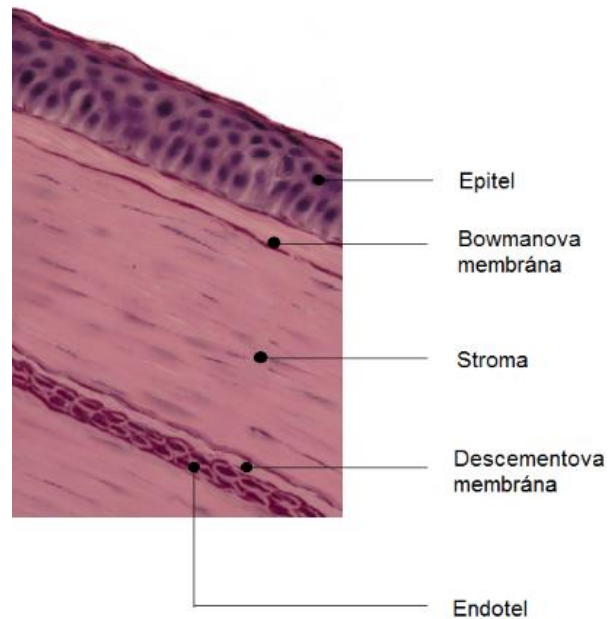
Obr. 17 Odklopení lamely superiorně [5]

Komplikace u LASIKu se dělí na peroperační, časné pooperační a pozdní. Mezi komplikace, které vznikají během samotné operace patří nekompletní seříznutí lamely nebo naopak seříznutí lamely v celé ploše. Časné pooperační komplikace jsou epitelopatie, epiteliální vrůsty, strie lamely, decentrace lamely, difúzní lamelární keratitida a mikrobiální keratitida. Do pozdních pooperačních komplikací se řadí iatrogení keratektazie (chorobné vyklenutí rohovky). [5]

2.3.3 Fotorefrakční keratektomie (PRK)

Fotorefrakční keratektomie se řadí do povrchové refrakční laserové chirurgie. Fotoablace probíhá na povrchových vrstvách stromatu po předchozím odstranění

epitelu. Jednotlivé vrstvy rohovky jsou ukázány na obr. 18. Po laserové ablaci je nutné aplikovat krycí kontaktní čočku, která zmírňuje bolest během hojení epitelu. Regenerace epitelu trvá minimálně 48 hodin. Vidění se stabilizuje přibližně za 3 měsíce. U myopie je rozsah operovatelných hodnot dioptrií od -1 D do -7 D a u hypermetropie od +1 D do +3 D. [5]



Obr. 18 Vrstvy rohovky [35]

Předoperační příprava pacienta a přístrojů probíhá obdobně jako u metody LASIK, viz kapitola 2.3.2 LASIK. Operace probíhá v místní anestezii rohovky. Možnosti odstranění epitelu se dají rozdělit na mechanické a chemické. U mechanického odstranění epitelu se nejčastěji používá nástroj „hokejka“. Odstranění epitelu se dělá postupným seškrabáváním, začíná se uvnitř optické zóny. U chemické abraze se na epitel rohovky přitiskne marker o velikosti požadované abraze. Do markeru se nalije na 15 sekund 20% etylalkohol, který dehydratuje epitelovou vrstvou rohovky, která se následně snadno oddělí. Po odstranění epitelu následuje laserová fotoablace. Je důležité, aby se rohovka před fotoablací neoplachovala. Při vložení laseru nad oko pacienta začíná pacient sledovat paprsek, který slouží ke spojení optické osy pacientova pohledu s osou refrakčního zákroku. Laserová zařízení mají připojený systém eyetracker, který během operace kontroluje pohyby oka pacienta, pokud jsou pohyby malé a spadají do tolerovaných hodnot, je eyetracker schopen podle pohybu

oka vychylovat i laserový paprsek. V dnešní době se při laserování využívá tzv. „scanning spot delivery system“. Tento systém využívá k fotoablaci „tančícího paprsku“ neboli „létajícího bodu“. Používá se frekvence o 25 Hz a 1-2 milimetry velké stopy pulzu. Na první pohled to vypadá, že se jedná o chaotický skenovací pohyb paprsku. Tyto pohyby jsou však přesně vypočítány a součtem jednotlivých fotoablací dochází k přesnému opracování rohovky. Po ukončení fotoablace je možné opět rohovku hydratovat. Ihned po zákroku se aplikují širokospektrální antibiotika, lokální nesteroidní antiflogistikum-antirevmatikum (proti bolesti a zánětu) a mydriatikum. Poté se na rohovku nasadí měkká ochranná kontaktní čočka. Jednotlivé kroky operace jsou znázorněny na obr. 19. Po operaci je možnost, aby pacient užíval analgetika či sedativa pro zmírnění bolesti. V časně pooperační době může pacient očekávat fotofobii, nadměrné slzení, pocit cizího tělíska v oku, zarudnutí až otok v oblasti víčka a spojivek. Nejvíce bolestivé stádium nastane, pokud dojde k vypadnutí či přemístění kontaktní čočky. V tomto případě musí dojít k okamžité výměně kontaktní čočky za místní anestezie. U pooperační léčby se aplikují antibiotika ve formě kapek v kombinaci s nesteroidním antiflogistikem v den operace každou hodinu během dne, ve spánku se nic nekape. Další dny se aplikace sníží jen na každé 2-3 hodiny až do zhojení epitelu. Po odstranění kontaktní čočky, což nastává 3-4 den po operaci, je vhodné vysadit nesteroidní antiflogistika. Po zhojení epitelu je možné antibiotika nahradit kortikoidem, nebo je po dobu dvou týdnů používat současně. Kortikosteroidy se po operaci mohou používat čtyři a více měsíců. [11]

Velkou nevýhodou PRK je pooperační bolestivost a delší doba stabilizace vidění oproti LASIKu. Pooperační komplikace jsou regrese refrakční vady, infekce a haze (opacifikace předního stromatu rohovky), více v tabulce č. 1. [5]



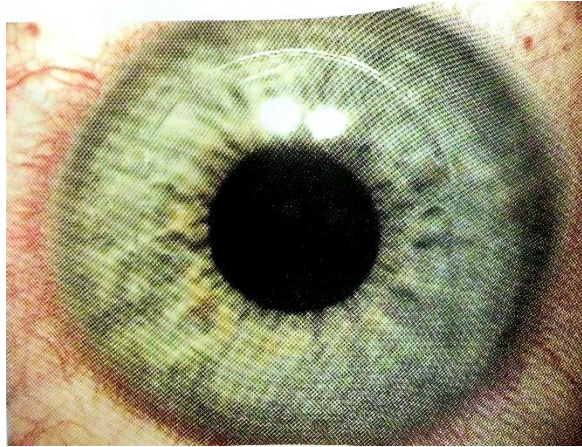
Obr. 19 Schéma operace PRK [36]

Tabulka 1: Komplikace po PRK [11]

Komplikace časně	Zpomalení hojení epitelu → zvyšuje riziko vzniku infekční keratitidy a haze Sterilní rohovkové infiltráty Infekční keratitida
Komplikace pozdní	Jizevnaté rohovkové změny (neboli haze) Syndrom recidivující eroze Centrální ostrůvek → vede ke vzniku nepravidelného astigmatismu a poklesu kvality vidění Primární refrakční komplikace (překorigování, neodkorigování)

2.3.4 Laser – assisted subepithelial keratectomy (LASEK, Epi-LASIK)

Metoda LASEK a Epi-LASIK se zařazují do povrchové laserové chirurgie [29]. Předoperační přípravy přístrojů a pacienta probíhají obdobně jako u PRK a LASIKu. Metody LASEK a Epi-LASIK využívají epitelový flap. Při operační technice LASEK se na povrch rohovky položí kruhový marker, do něj se nalije 18% alkohol a 30 sekund se nechá působit, poté se alkohol odsaje a rohovka opláchne. Pomocí tupého nástroje je následně epitelová lamela separována. Separace epitelu začíná na opačné straně oproti umístění můstku lamely. Po odhrnutí celé lamely se pokračuje fotoablací podobně jako u metody PRK. Po použití laseru se stroma rohovky opláchne a epitelová lamela se položí na původní místo. Operace je zakončena aplikací krycí kontaktní čočky. Metoda Epi-LASIK pro vytvoření epitelové lamely využívá mikrokeratom s tupým břitem. Na rozdíl od LASIKu, kde dochází k odříznutí lamely, je lamela při metodě Epi-LASIK separována. U Epi-LASIKu jsou dvě varianty: metoda epi-on a metoda epi-off. U metody epi-on se po fotoablací epitelová lamela přiklopí zpět. Při metodě epi-off se epitel i s bazální membránou odstraní úplně, viz obr. 20, Bowmanova membrána zůstane hladká a okraj periferního epitelu je ostře zakončený, proto je fotoablace přesná a zhojení epitelu rychlejší. Epi-LASIK epi-off lze použít přibližně do -4 D sférického ekvivalentu. [11; 29; 31]



Obr. 20 Oko po odstranění epitelu při Epi-LASIK epi-off [29]

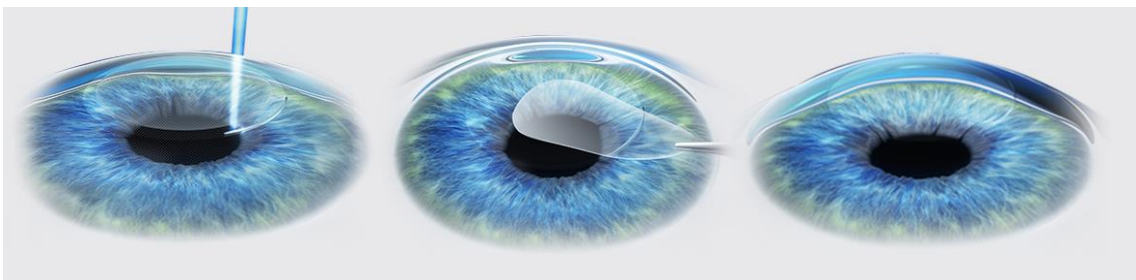
Další průběh, jako pooperační péče, aplikace léků a komplikace, po operacích LASEK a Epi-LASIK je praktický stejný jako po PRK. Rohovkový epitel se zahojí během 3 – 4 dnů. Stabilizované vidění nastává jeden týden až měsíc po operaci. Na rozdíl od operace PRK se udává menší bolestivost, díky epitelové lamelle. [11]

2.3.5 ReLEx

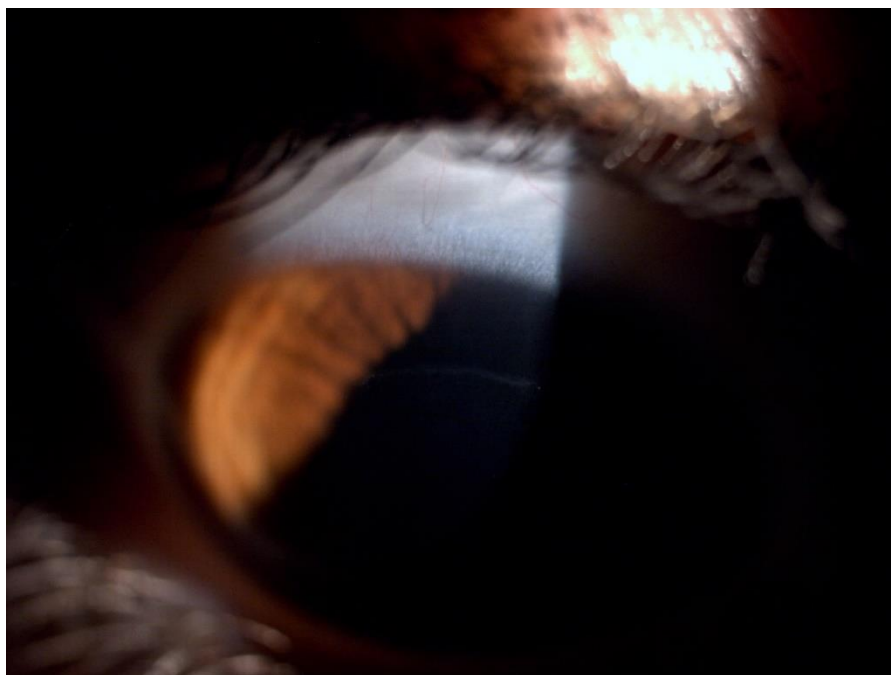
V roce 2006 byla zavedena nová metoda refrakční korekce myopie (-3 D až -10 D) a myopického astigmatismu (přibližně do -5 D) při použití jednoho femtosekundového laseru. Tato nová metoda byla původně zavedena jako femtosekundová extrakce lentikuly (FLEx) a dále vyvinuta s malým řezem do SMILE (malá incizní extrakce lentikuly). Pro zjednodušení terminologie uvedl výrobce roku 2010 na trh tuto metodu jako ReLEx (refrakční extrakce lentikuly). Operační technika ReLEx má dvě obměny: ReLEx Flex a ReLEx SMILE. V dnešní době se využívá jen ReLEx SMILE. Při této operační metodě jsou lentikula ze intrastromální rohovkové tkáně a příčný vstupní řez (o velikosti do 4 mm) vytvořeny za použití 3D femtosekundového systému VisuMax®. Tento systém využívá infračervený laserový paprsek o průměru 1043 nm a může procházet průhlednými vrstvami, tímto způsobem lze snad zaostřit na jakoukoli intrastromální oblast. [29; 32; 34; 37; 38; 39]

Celá operace probíhá v místní anestezii rohovky. Po vložení rozvěrače víček pacientovi do oka začne pacient sledovat centrující světýlko. Intrastromální lentikula se vytváří ve 4 po sobě následujících krocích: 1. vytvoření zadní plochy lentikuly, 2. vertikální okrajové řezy kolem obvodu lentikuly, 3. vytvoření předního povrchu

lentikuly a 4. periferní naříznutí rohovky pro vstupní řez. Lentikula se ručně uvolní a odstraní skrze vstupní řez. Schéma zákroku je zobrazeno na obr. 21. Při ReLEX SMILE se používá o 30 % menší řezná plocha ve stromatu rohovky oproti lamelové metodě LASIK. Tím se snižuje riziko porušení rohovkových nervových zakončení a riziko vzniku infekce. Dalšími výhodami ReLEX SMILE oproti metodě LASIK je menší možnost vzniku suchého oka po operaci, lepší biomechanická stabilita a menší vznik pooperačních aberací. Pooperační léčba probíhá podobně jako u předchozích laserových operacích. Tato metoda je vhodná pro korekci vyšších dioptrií. Její nevýhodou je problémová reoperace, delší doba rehabilitace vízu a větší výskyt zánětu u některých pacientů na rozdíl od metody LASIK. Na obr. 22 je zobrazeno oko při roční kontrole po zákroku ReLEX SMILE. Je zde vidět malá jizva v superiorní části po vstupním řezu. [29; 32; 34; 37; 38; 39]



Obr. 21 Schéma metody ReLEX SMILE [40]



Obr. 22 Oko rok po zákroku ReLEX SMILE [41]

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo přehledně shrnout způsoby korekce myopie, které v současné době medicína nabízí lidem s tímto zrakovým postižením. Jak už jsem zmiňovala v úvodu, rozdělila jsem práci na dvě velké kapitoly. První kapitola se zabývá úvodem do problematiky myopie. Jsou v ní základní informace o této refrakční vadě. V druhé kapitole popisují konkrétní způsoby, které člověk s krátkozrakostí může využít k ostřejšímu vidění. V každé kapitole začínám vždy pohledem do historie jednotlivých metod. Podle mého názoru je historie každého způsobu korekce hodně zajímavá a mě osobně studium této problematiky velmi obohatilo.

Většina lidí s refrakční vadou používá brýle nebo kontaktní čočky. Hlavními výhodami kontaktních čoček jsou komfort při pohybu nebo sportovních aktivitách, korekce dioptrické vady v celém zorném poli a fakt, že díky kontaktním čočkám nikdo nepozná, že člověk má nějakou dioptrickou vadu. Pokud člověk kontaktní čočky dobře snáší, tak jedinou nevýhodou je možnost zanesení infekce do oka. Může se stát, že člověk má z nějakého důvodu oči podrážděné a v tuto dobu je používání kontaktních čoček absolutně nevhodné. Proto by nositelé kontaktních čoček u sebe měli mít vždy brýle, aby si v případě problémů mohli kontaktní čočky z očí vyjmout. Výhodou brýlí je jejich bezpečnost z hlediska infekcí a podráždění očí a rovněž slouží jako módní doplněk.

Další korekční metoda rozebíraná v mé bakalářské práci jsou ortokeratologické kontaktní čočky. Jedná se o speciální tvrdé kontaktní čočky, které mají plošší zakřivení oproti rohovce a nosí se přes noc. Během noci ortokeratologická čočka tlačí na centrální část rohovky, která postupně mění své zakřivení a oplošťuje se. V důsledku oploštění centrální části rohovky se mění dioptrická vada pacienta. Zhruba za týden od počátku používání ortokeratologických čoček by se mělo vidění přes den stabilizovat.

Pokud pacientovi nevyhovují brýle ani kontaktní čočky, může zvolit radikálnější řešení, kterým je refrakční chirurgie. Z laserových operací jsou zde popsány operační techniky PRK, LASIK, LASEK, Epi-LASIK a ReLEx SMILE. Mezi povrchové metody se řadí PRK, LASEK a Epi-LASIK. Tyto metody se používají pro pacienty s tenčí nebo více

zakřivenou rohovkou či pacienty po předchozích očních operacích. Jejich nevýhoda je bolestivost a delší doba hojení. Nejvíce používaná laserová operace je LASIK. Tato metoda se řadí do lamelových očních operací. Hlavními výhodami LASIKu jsou bezbolestnost a rychlá stabilizace vidění. Nejnovější laserová operace pro korekci myopie je ReLEx SMILE. Celá operace probíhá za použití jednoho laseru, který ve stromatu rohovky vylaseruje tzv. lentikulu a zároveň vytvoří vstupní řez, kterým se lentikula následně vytáhne. Jedná se o nejméně invazivní laserový zákrok, kdy dochází k minimálnímu mechanickému narušení rohovky. V bakalářské práci jsou zmíněny i komplikace po jednotlivých operačních metodách.

Během praxe, kterou jsem absolvovala na Evropské oční klinice Lexum v Ostravě jsem měla možnost některé výše popsané oční operace vidět naživo. Myslím si, že je úžasné, co dnešní moderní medicína dokáže.

Použitá literatura

1. KRAUS, H. a kol. *Kompendium očního lékařství*. Praha : Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
2. PLUHÁČEK, F. *Refrakce - přednášky z předmětu Korekce zraku I*. Olomouc : Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 2016.
3. PLUHÁČEK, F. *Myopie - přednášky z předmětu Korekce zraku II*. Olomouc : Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 2016.
4. GROSVENOR, T. *Primary Care Optometry, 5th Edition*. St. Louis : Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2007. 0-7506-7575-6.
5. ROZSÍVAL, P. *Oční lékařství*. Praha : Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
6. PLUHÁČEK, F. *Emetropie a ametropie - přednášky z předmětu Fyziologická optika*. Olomouc : Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 2015.
7. KOLÍN, J. *Oční lékařství, druhé vydání*. Praha : Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1325-3.
8. ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody, třetí vydání*. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-X.
9. RUTRLE, M. *Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí*. Brno : Institut pro další vzdělávání v Brně, 2001. ISBN 80-7013-347-3.
10. NAJMAN, L. *Dílenská praxe oční optika*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2001. ISBN 80-7013-328-7.
11. KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha : Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
12. SYNEK, S., SKORKOVSKÁ, Š. *Kontaktní čočky*. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-387-2.
13. GOTTWALDOVÁ, P. *Historie kontaktních čoček - přednášky z předmětu Kontaktní čočky*. Olomouc : Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 2016.
14. GASSON, A., MORRIS, J. *The Contact Lens Manual: a practical guide to fitting, fourth edition*. Edinburg : Butterworth-Heinemann, 2010. ISBN 978-0-7506-7590-1.
15. MANNIS, M. J. *Contact lenses in ophthalmic practise*. New York : Springer, 2003. ISBN 978-0-387-40400-7.

16. GOTTWALDOVÁ, P. *Výběr kontaktní čočky - přednášky z předmětu Kontaktní čočky*. Olomouc : Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 2016.
17. CreativeDetailer.com. *Contact Lenses [online]*. Alhambra, USA, 2016 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://alhambraoptometrist.com/eye-wear-gallery/contact-lenses/>.
18. *Před deseti lety odešel Otto Wichterle [online]*. 17.8.2008 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: https://www.tyden.cz/rubriky/veda/veda-a-my/pred-deseti-lety-odesel-otto-wichterle_75774.html.
19. ALHARBI, A., SWARBRICK, H. A. *The Effects of Overnight Orthokeratology Lens Wear on Corneal Thickness*. místo neznámé: Investigative Ophthalmology and Visual Science, Vol. 44, 2003. No. 6.
20. BAILEY, Gretchyn. *Myopia (Nearsightedness) [online]*. 2017 [cit. 2018-01-20]. Dostupné z: <http://www.allaboutvision.com/conditions/myopia.htm>.
21. CHO, P., COLLINS, M., SAWANO, T. *Orthokeratology Practise: A Basic Guide for Practitioners*. místo neznámé: Menicon, 2012.
22. DREVDAL, O.L. *Ortho K – Er omforming av hornhinnene effektivt? [online]*. 23.9.2014 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.altomlinser.no/ortho-k-er-omforming-av-hornhinnene-effektivt/>.
23. BANSAL, S. *Beginner's guide to orthokeratology [online]*. 7.9.2012 [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: http://johnroseeyecare.co.uk/resources/Beginners_Guide_to_OrthoK.pdf.
24. LEE, Y-C., WANG, J-H., CHIU, CH-J. *Effect of Orthokeratology on myopia progression: twelve-year result of a retrospective cohort study*. místo neznámé: Lee et al. BMC Ophthalmology 17:243, 2017. doi 10.1186/s12886-017-0639-4.
25. MOUNTFORD, J., RUSTON, D., DAVE, T. *Orthokertology: principles and practise*. Edinburgh : Butterworth-Heinemann, 2004. ISBN 0750640073.
26. *Rigid gas permeable contact lenses for orthokeratology [online]*. místo neznámé : FDA, 9.2.2015 [cit. 2018-01-28]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/MedicalDevices/ucm077371.htm>.
27. PETROVÁ, S., MAŠKOVÁ Z., JUREČKA T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Vyd. 2. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.
28. HYCL, J., TRYBUČKOVÁ, L. *Atlas oftalmologie*. Praha : TRITON, 2008. ISBN 978-80-7387-160-4.
29. ROZSÍVAL, P. *Postgraduální medicína odborný časopis pro lékaře*. Praha : Focus - Oftalmologie, 2018. ISSN 1212-4184.
30. STODŮLKA, P. a kol. *10 let oční kliniky Gemini*. Průhonice : Gemini oční centrum, a.s., 2014. ISBN 978-80-260-6191-5.

31. WANG, X. J., WONG S. H., GIVERGIS, R. and CHYNN, E. W. *Evaluation of analgesic efficacy of bromfenac sodium ophthalmic solution 0,09% versus ketorolac tromethamine ophthalmic solution 0,5% following LASEK or Epi-LASIK*. New York : Clinical Ophthalmology, 2011. 90.181.16.40.
32. AGCA, A., DEMIROK, A., YILDIRIM, Y., DEMIRCAN, A., YASA, D., YESILKAYA, C., PERENTE, I. and TASKAPILI, M. *Refractive lenticule extraction (ReLEx) through a small incision (SMILE) for correction of myopia and myopic astigmatism: current perspectives*. Turkey : Clinical Ophthalmology, 2016. 90.181.16.40.
33. DAXER, A. *MyoRing treatment of myopia*. místo neznámé : Journal of Optometry, 2017. Sv. 10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2016.06.003>.
34. MARINO, G. K., SANTHIAGO, M. R. and WILSON, S. E. *Femtosecond Lasers and Corneal Surgical Procedures*. místo neznámé: Asia-Pacific Academy of Ophthalmology, 2017. 6:456-464.
35. *Rohovka (kornea) [online]*. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.cocky-kontakti.cz/slovník/rohovka-kornea.html>.
36. *LA CHIRURGIA REFRATTIVA [online]*. [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.oculisticaventurino.it/la-chirurgia-refrattiva/>.
37. BLUM, M. SEKUNDO, W. *Femtosekunden-Lentikel_Extraktion (FLEx)*. místo neznámé : Der Ophthalmologe, Vol. 107, 2010. doi 10.1007/s00347-010-2222-8.
38. LIN, F., XU, Y. and YANG Y. *Comparison of the visual result after ReLEx SMILE and femtosecond laser-assisted LASIK for myopia*. místo neznámé : Journal Refractive Surgery, 2014. 30:248-254.
39. XU, Y. and YANG Y. *Dry eye after small incision lenticule extraction and LASIK for myopia*. místo neznámé : Journal Refractive Surgery, 2014. 30:186-190.
40. *RELEX SMILE [online]*. Bucharest : autor neznámý, [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <https://www.scapadeochelari.ro/en/relex-smile/>.
41. MÝLKOVÁ, M. *Foto přes šterbinovou lampu*. Ostrava : Evropská klinika Lexum, 2018.