

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLMOUCI  
KATEDRA OPTIKY

## ORTOKERATOLOGIE

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Veronika Adamcová

obor B5345 OPTOMETRIE

studijní rok 2012/2013

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Lenka Musilová Dis.

**Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lenky Musilové Dis. za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 9.5.2013

.....

Veronika Adamcová

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat všem, co mě během psaní mé práce podporovali a také Mgr. Lence Musilové Dis., za její rady a připomínky.

## OBSAH

ÚVOD .....	5
1 HISTORICKÝ VÝVOJ .....	6
2 MYOPIE A ORTOKERATOLOGIE .....	8
2.1 Princip ortokeratologie .....	10
2.1.1 Topografie .....	12
2.1.2 Aplikace kontaktních čoček .....	13
2.1.3 Následné kontroly .....	17
2.2 Indikace .....	19
2.3 Kontraindikace .....	20
2.4 Komplikace .....	21
2.5 Klinické studie .....	27
3 SPECIFIKA KONTAKTNÍCH ČOČEK PRO ORTOKERATOLOGII .....	29
3.1 První generace ortokeratologických kontaktních čoček .....	29
3.2 Druhá generace ortokeratologických kontaktních čoček .....	31
4 MODERNÍ PŘÍSTUPY V ORTOKERATOLOGII .....	34
ZÁVĚR .....	35
Seznam použité literatury .....	36
Seznam obrázků .....	38

# Úvod

V dnešní době existuje velké množství možností, jak korigovat zrak. Jsou zde samozřejmě brýle, měkké kontaktní čočky, tvrdé kontaktní čočky nebo dokonce je zde i možnost chirurgického zákroku. Ale brýle mohou během dne překážet, měkké kontaktní čočky jsou cítit v oku, s tvrdými kontaktními čočkami se nedá pracovat, protože nesnesitelně dráždí a z chirurgické operace jde strach. Co kdyby zde pro korekci myopie, byla jiná alternativa? Taková, že by se přes den nemusela nosit žádná korekce. Ta alternativa tady je a nazývá se ortokeratologie a jí se ve své práci zabývám. Tato, v České republice zatím nepříliš rozšířená metoda, se ve světě hojně využívá, hlavně v asijských zemích, kde se výskyt myopů pohybuje kolem 80 %.

Princip této metody spočívá v tom, že se na myopické oko naaplikuje speciální tvrdá kontaktní čočka a ta se nosí pouze v noci, když člověk spí. Většina myopií je způsobena nadměrnou předozadní délkou oka. Tato kontaktní čočka ve spánku oplošťuje rohovku, snižuje předozadní délku oka a koriguje tak refrakční vadu. Pacient ráno jen vstane, vyjme si kontaktní čočku a může jít bez obav do práce.

Cílem této práce je shrnout poznatky z oblasti této problematiky. Značnou oporou při psaní této práce byly cizojazyčné zdroje, jelikož v české literatuře se o tomto tématu hovoří jen okrajově. První kapitoly této práce jsou zaměřeny na historii této metody, následuje vysvětlení refrakční vady myopie, která s ortokeratologií úzce souvisí. Další část práce se zabývá principem ortokeratologie. Jsou zde uvedeny různé typy aplikace ke kterým může během léčby dojít. Další kapitola se zaměřuje na určitá kritéria, která pacient musí splňovat, jestliže chce začít s tímto způsobem léčby. Následně jsou zde popsány komplikace, které při této metodě mohou nastat. Další část práce pojednává o klinických studiích, kde se studovala hodnota, o kterou se oploští rohovka, následně hodnota, o kterou se sníží myopie a také doba, po kterou vydrží toto kvalitní vidění. Dále jsou v této práci rozebrány specifika kontaktních čoček, jaké musí být jejich parametry a také moderní přístupy.

# 1 Historický vývoj

Už staří Číňané si pokládali na noc sáček s pískem na myopické oko. Díky zploštění rohovky tak dokázali redukovat hodnotu myopie.

V 50. letech 20. století bylo objeveno, že myopickým nositelům tvrdých kontaktních čoček se přizpůsobuje rohovka kontaktní čočce a tím se oplošťuje a zlepšuje se tak vize bez korekce.

George Jessen byl roku 1962 první, který chtěl využít tvrdé kontaktní čočky k redukování hodnoty myopie. Tuto metodu pojmenoval *ortofocus* a použil tvrdou kontaktní čočku z PMMA se třemi různými zakřiveními. Poloměr zakřivení první kontaktní čočky byl o 0,1 až 0,2 mm plošší než poloměr zakřivení v centru rohovky. Pomocí tlaku, který vytvářela tato čočka na střed rohovky, se následně oplošťovala. Často bylo použito až 6 kontaktních čoček, které se postupně vyměňovaly, léčba tehdy trvala 9 až 12 měsíců. Dokázali zde snížit hodnotu myopie o 1,5 D, avšak kvůli vysokému tlaku na rohovku a materiálu, který špatně propouštěl kyslík, přinášela tato metoda spíše rizika. Oploštění rohovky prováděli bez kontroly centrace kontaktní čočky na rohovce, což pak deformovalo rohovku a navozovalo určitou hodnotu astigmatismu. Následovalo pak přerušení nošení kontaktních čoček. Hodnota, o kterou se sníží myopie, byla tehdy prakticky nemožná předpovědět.

Název *ortokeratologie* byl poprvé použit na kongresu v roce 1962 Dr. Newtonem Wesleyem. Dr. Kerns ji definoval jako „snížení, změnu nebo odstranění refrakční vady pomocí speciálních kontaktních čoček“. Ortokeratologie z počátku neměla výhody jako je rohovková topografie, počítačové návrhy čoček a pomocí počítačů řízené soustružení. Tehdy všechno záviselo na zkušenosti a dovednosti lékaře a výrobce kontaktních čoček.

Na počátku 90. let 20. století se pro výrobu pevných kontaktních čoček začaly vyvíjet materiály vysokopropustné pro kyslík. Následně přišli s možností reverzní geometrie a metodou videokeratografie, která dokázala znázornit prostorové zobrazení rohovkové topografie, což vedlo k rozšíření používání této technologie.

Roku 1991 byla, americkým výrobcem kontaktních čoček Nickem Stoyanem a oftalmologem Richardem Wlodygou, představena ortokeratologická kontaktní čočka první generace s tzv. reverzní geometrií (single reverse geometry = SRG).

Tato kontaktní čočka první generace (SRG) se skládá z centrálního zakřivení,

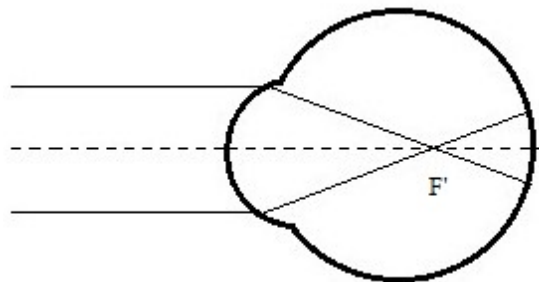
které je ploché, pak ze strmějšího reverzní zakřivení a následné periferie. Jejich výhodou bylo vylepšené centrování. Zde se již dala předpovídat hodnota, o kterou se snížila myopie. I když již existovaly materiály, které propouštěly kyslík, tyto kontaktní čočky se však přes noc stále nosit nemohly. Nosily se každé ráno a večer dvě až tři hodiny a vada se dokázala snížit o 2- 3D v období tří až šesti měsíců.

Následně byly vyvinuty kontaktní čočky druhé generace (DRG). Na rozdíl od kontaktních čoček první generace mají tyto i druhé reverzní zakřivení, které je o něco plošší než první reverzní zakřivení, ale stále strmější než zakřivení centrální. Pomocí druhého reverzního zakřivení byla zajištěna ještě lepší centrace.

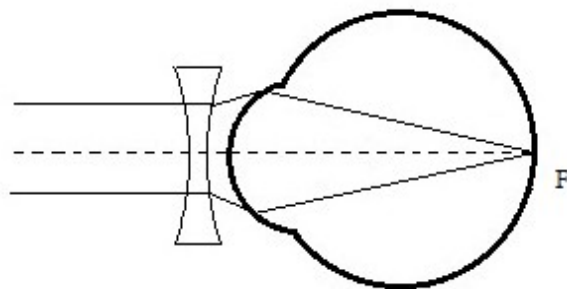
[1, 2]

## 2 Myopie a ortokeratologie

Myopii neboli krátkozrakost řadíme společně s hypermetropií do sférických refrakčních vad. To znamená, že refrakční vadu můžeme korigovat pomocí sférické čočky. Její axiální refrakce je ve všech řezech stejná. Člověk, který trpí krátkozrakostí, vidí do blízka dobře, ale do dálky rozmazaně. Pojem myopie byl odvozen Galénem, známým starověkým lékařem, ze slov *myein*, což znamená zavřít a *ops*, což je výraz pro oko. Je způsobena tím, že rovnoběžné paprsky vstupující do oka, nedopadají na sítnici, ale protínají se s optickou osou před ní. Tím na sítnici vzniká neostrý obraz, který krátkozraký člověk koriguje tím, že mhouří oči. Daleký bod R se nachází v konečné vzdálenosti před okem. Nekorigovaný myop využívá akomodaci méně než emetrop a časem může dojít až k jejímu oslabení. K vykorigování se používá nejnížší hodnota rozptylné čočky, jež nám posune ohnisko na sítnici a díky které vidí pacient ostře. Pokud ovšem myopa překorigujeme, bude muset použít akomodaci i při pohledu do dálky, což může následně vést k astenopickým potížím.



Obr. 1 – Ohnisko u nevykorigovaného myopa [4]



Obr. 2 – Ohnisko u vykorigovaného myopa [4]



## **Symptomy**

Krátkozraké oko se vyznačuje tím, že vystupuje z očníce, protože je delší, než je obvyklé, což se nazývá exoftalmus. Je zde méně vyvinutý ciliární sval kvůli menší nutnosti akomodace. U myopického oka je také patrný větší průměr zornice. U progresivních forem se mohou vyskytovat symptomy, jako je ztenčení skléry, odchlípení sítnice, zkapalnění sklivce a atrofie papily zrakového nervu.

## **Etiologie**

Tato vada vzniká z mnoha různých příčin. Člověk může mít genetickou predispozici, jak je tomu například u vyšších forem myopie. Jak již bylo zmíněno, další příčina je nadměrná délka oka a rozdílný index lomu. Oko se také může stát myopickým, pokud příliš namáhá zrak při špatných světelných podmínkách. Další příčinou jsou různé choroby, jako například diabetes mellitus, úrazy hlavy nebo obličejové části.

[3, 4, 5]

## **Dělení**

Myopii můžeme dělit podle příčiny na axiální, kurvturní, indexovou a předně-komorovou myopii. Axiální myopie se vyskytuje nejčastěji. Je způsobena nadměrnou délkou oka, jejíž růst se v procesu emetropizace včas nezastavil. Kurvturní myopie je způsobena sníženým poloměrem zakřivení jednoho nebo více lomivých povrchů v dioptrické soustavě. Indexová myopie je způsobena nižším indexem lomu v dioptrické soustavě. Předně-komorová myopie vzniká při nízké hloubce přední komory oka. [2]

Myopii můžeme následně dělit také podle hodnoty refrakce. O lehké myopii mluvíme od -0,25 D do -3,00 D, od -3,25 D do -6,00 D o střední myopii a od -6,25 D do -10,00 D řadíme vysokou myopii. O lehké, střední a vysoké myopii mluvíme jako o myopii stacionární, protože se po ukončení růstu oka obvykle nemění. Označení těžké progresivní myopie se užívá při hodnotách větších než -10,00 D a jsou pro ni typické patologické změny očních struktur. [4, 5]

## 2.1 Princip ortokeratologie

Ortokeratologie je neinvazivní, reverzibilní metoda, která při nošení speciálně upravených tvrdých kontaktních čoček, pomáhá korigovat nízké až střední stupně myopie. Jelikož vysoké procento všech myopií je způsobeno nadměrnou délkou oka, tak princip této metody spočívá v oploštění rohovky, což znamená snížení předozadní délky oka a zlepšení zrakové ostrosti. Rohovka se ztenčuje v její centrální oblasti a ve střední periférii se naopak ztlusťuje. Ortokeratologické kontaktní čočky se nasazují večer, předtím než jde pacient spát a ráno po probuzení se tyto čočky musí vyjmout. V mnoha případech bylo docíleno zlepšení vidění již po jejich první aplikaci. Jak je uvedeno výše, ortokeratologie je metoda reverzibilní, což znamená, že rohovka se vrátí do svého tvaru po vysazení této kontaktní čočky. Jestliže tedy chceme, aby tato metoda byla účinná, pacient je musí pravidelně každou noc nosit. Jelikož se tyto speciální kontaktní čočky nosí pouze během spánku, tak je tato metoda vhodná, jestliže pacient nepocítuje pohodlí při nošení běžných denních kontaktních čoček.

Ve světě je tato metoda uváděna pod různými názvy jako například Corneal Refractive Therapy (CRT), Overnight Vision Correction (OVC), Reversible Corneal Therapy (RCT), Vision Therapy a Ortho-K.

Jak je uvedeno výše, centrální část rohovky se pomocí kontaktní čočky oplošťuje. Z tohoto důvodu potřebujeme vědět, o kolik se má rohovka u dané refrakční vady oploštit. V tomto případě pak využijeme tento vzorec pro odhad oploštění rohovky.

$$A = \frac{RD^2}{3}$$

Veličina  $A$  určuje velikost oploštění rohovky v  $\mu\text{m}$ , veličina  $R$  označuje velikost refrakční vady v dioptriích a veličina  $D$  označuje průměr léčebné zóny v mm. Maximální změna ve tloušťce epitelu se doporučuje do 20  $\mu\text{m}$ , ve srovnání s celkovou tloušťkou, která bývá přibližně 50  $\mu\text{m}$ . Například pokud použijeme těchto 20  $\mu\text{m}$  a léčené zóny budou mít velikosti 6,00 mm a 4,00 mm, pak bude předpokládaná refrakční změna přibližně -1,75 D a -3,75 D.

Rohovku můžeme definovat pomocí vrcholového zakřivení, excentricity a průměru. Tvarem většinou připomíná protáhlou elipsu. Když se hodnota myopie

snižuje, snižuje se velikost excentricity a rohovka se stává více sférickou.

Úspěšnost této metody obecně závisí na síle tlaku víček, na délce nošení kontaktních čoček a na přizpůsobení se rohovky kontaktní čočce.

### **Výhody ortokeratologie**

- ◆ Dobré vidění bez následné korekce po většinu dne
- ◆ Reverzibilní metoda
- ◆ Bezbolestná metoda
- ◆ Provádí se na obou očích současně
- ◆ Není to chirurgický zákrok
- ◆ Metoda využívá při nošení kontaktních čoček postupy, při kterých vznikají minimální rizika
- ◆ Pokud srovnáme refrakční operaci a ortokeratologii, tak u ortokeratologie
  - Nevzniká pooperační bolest
  - Nezpůsobuje haze (= opar, zjizvení a zakalení rohovky, což vede k mlhavému vidění)
  - Není zde možnost ztráty zrakové ostrosti

### **Nevýhody ortokeratologie**

- ◆ Spolehlivě léčí nízké až střední stupně myopie
- ◆ Nemůžeme s přesností říci, o kolik snížíme hodnotu myopie
- ◆ Pacient musí během prvních měsíců léčby prodělat několik návštěv u specialisty
- ◆ Aby se rohovka nevrátila do původního stavu, pacient musí pravidelně nosit kontaktní čočky
- ◆ Aby byly výsledky co nejlepší, je nutné, aby pacient postupoval podle pokynů specialisty

[2, 6, 7 ]

### 2.1.1 Topografie

Rohovka, jako nejsilnější optické médium zaujímá  $2/3$  z celkové refrakce oka, což činí přibližně 42D. Je velmi důležité změřit hodnoty zakřivení tohoto průhledného optického tělesa, které jsou potřebné, jak při refrakční chirurgii, tak i při správné aplikaci měkkých i pevných kontaktních čoček. Toto vyšetření se nazývá rohovková topografie. Správné vyhodnocení rohovkové topografie je důležité, kvůli včasnému odhalení různých rohovkových patologií, při přípravě na refrakční operaci, při změnách rohovky navozenými kontaktními čočkami a při užití metody ortokeratologie. Díky vývoji počítačové techniky je možné získávat z rohovky čím dál tím více informací. V dnešní době je ke zjištění centrálního zakřivení hojně využíváno metody videokeratografie. Tyto přístroje používají taktéž Placidův kotouč, který se zde skládá z koncentrických kruhů. Některé systémy používají běžnou kombinaci černo bílých kruhů a některé rozdílné barvy. Obraz těchto kruhů na rohovce je natočen a následně vyhodnocen pomocí počítače. Tato metoda nám o rohovce podává informace jak kvalitativní, tak kvantitativní. Tento přístroj je schopen měřit zakřivení až do periferie rohovky. [1, 8]

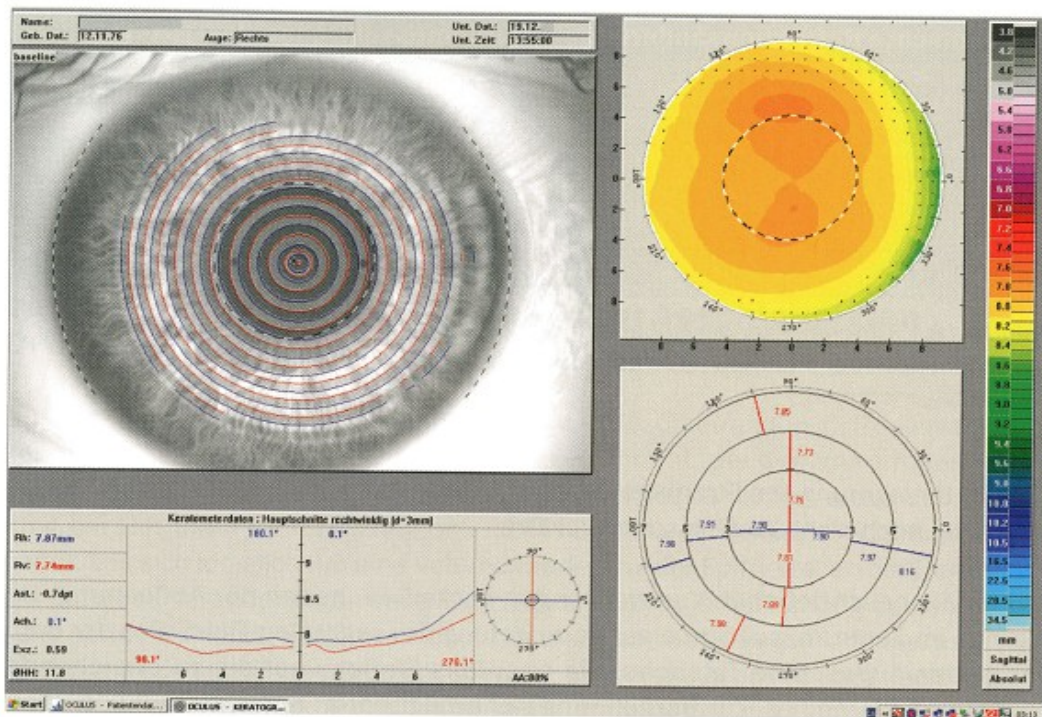
Prvním, kdo se zabýval vyhodnocováním rohovkové topografie, byl roku 1888 portugalský oftalmolog Antonio Placido, když sestrojil keratoskopický disk. Tento disk je součástí mnoha přístrojů měřících topografií. Skládá se z černých a bílých koncentrických kruhů, uprostřed se nachází videokamera a ta snímá, jak se tyto kruhy zobrazují na povrchu rohovky. Následná data jsou zpracována počítačem a dostáváme informace v podobě grafů, map anebo číselně. Výsledky můžeme interpretovat také pomocí 2D nebo 3D zobrazení. Díky Placidovu kotouči jsme schopni zjistit toricitu rohovky, přibližnou polohu hlavních řezů, změny v tvaru rohovky, lokalizovat nerovnosti na povrchu rohovky a zjistit přibližnou polohu jejího vrcholu. Tento přístroj se vyznačuje několika výhodami. Systémy na základu Placidova kotouče jsou nejrozšířenější v klinické praxi a měření pomocí tohoto přístroje jsou označována za přesná a je možné je opakovat. Avšak mají také jisté nevýhody a to, že měří sférické a asférické plochy velmi přesně, jak je uvedeno výše. Dochází zde však k chybám při měření povrchů, jejichž zakřivení se výrazně mění. Například u keratokonu, zjizvení v centrální části rohovky mohou ovlivnit obraz zachycený přístrojem. Avšak díky softwarovému vylepšení jsou některé z těchto komplikací minimalizovány.

Ke správnému zhodnocení map se používají výsledky vyplývající z Fourierovy

a Zernikeho analýzy. Pomocí Fourierovy analýzy dokážeme mapu rozdělit na sférické, prizmatické a tórické složky. Díky tomu můžeme porovnávat, jak se pacientův stav postupem času vyvíjel. Zato Zernikeho analýza používá polynomy k popsání aberací vyšších řádů, které mohou mít vliv na kvalitu vidění.

Výběr kontaktních čoček je jednodušší, pokud je výrobcí dodána databáze, se všemi parametry čoček a program pro pacienta následně vybere tu nejvhodnější.

[ 6, 8, 9, 10]



Obr. 3 - Rohovková topografie [2]

## 2.1.2 Aplikace kontaktních čoček

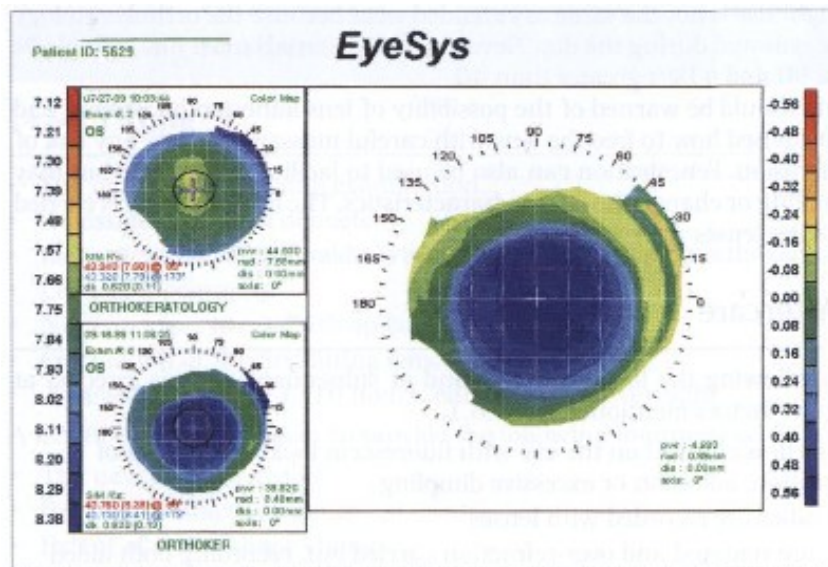
Aby tato metoda mohla být vůbec úspěšná, je důležité, jak je ortokeratologická čočka naaplikovaná. Zda je na rohovce správně centrovaná, zda není moc plochá nebo naopak moc strmá. Všechny tyto aspekty vedou k tomu, že se hodnota vízu nemusí vůbec zlepšit. Mohou snižovat hodnotu myopie jen velmi nepatrně nebo mohou navodit i určitou hodnotu astigmatismu. S navozeným astigmatismem by bylo vidění samozřejmě ještě horší. Tato aplikace se kontroluje den po první noci nošení kontaktní

čochky. Při popisu typů aplikací je použito anglických termínů, protože jsem překlad v české literatuře nenašla. Následující typy aplikací by se daly přeložit jako: **Bull's eye** – Býčí oko, Střed, **Central island** – Centrální ostrůvek, **Smiley face** – Usměvavá tvář („Smajlík“) a poslední **Smiley face with fake central island** – Usměvavá tvář („Smajlík“) s falešným centrálním ostrůvkem.

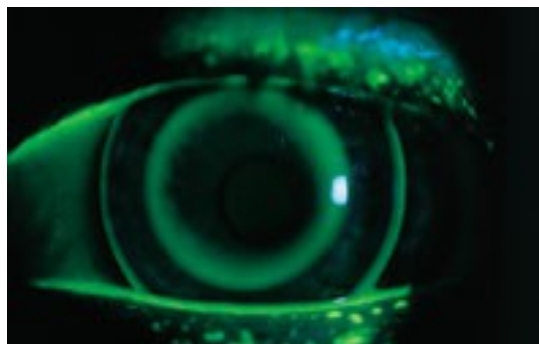
## Typy aplikace

### ♦ Bull's eye

Toto je nejvhodnější aplikace, kterou můžeme na oku pozorovat. Kontaktní čočka je optimálně nacentrovaná, rohovka je ve svém středu rovnoměrně oploštěná a to vede k dobrým optickým výsledkům.



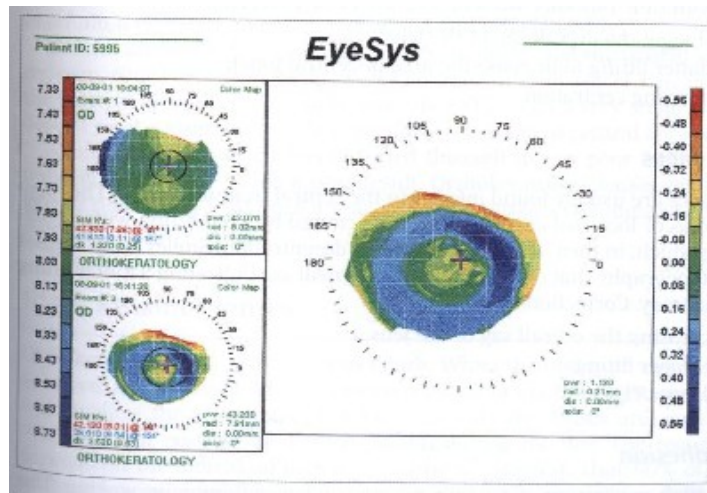
Obr. 4 - Bull's eye vyobrazené pomocí topografické mapy [6]



Obr. 5 - Ideálně nacentrovaná ortokeratologická kontaktní čočka [11]

#### ◆ Central island

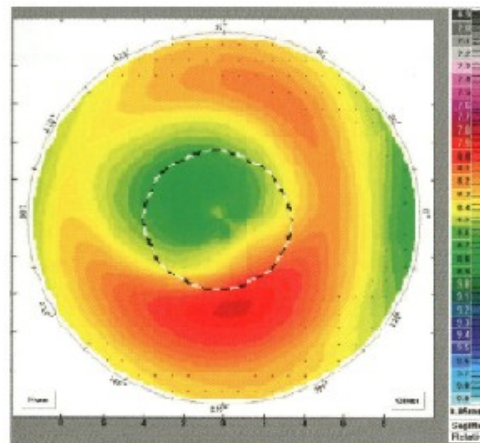
Jedná se o malou oblast strmější než ostatní části rohovky, vyskytující se ve středu léčené zóny. Obvykle dochází ke snížení zrakové ostrosti a ke zkreslenému vidění. Byla zde použita kontaktní čočka o strmějším zakřivení než bylo zapotřebí. Existují případy, kdy se tento problém vyřeší časem sám. Pokud se tak ovšem nestane, je nutné snížit celkové sagitální zakřivení čočky anebo vylepšit její centraci na rohovce.



Obr. 6 - Central island vyobrazený pomocí topografické mapy [6]

#### ◆ Smiley face

Tento typ se obvykle nachází na dolní straně léčené zóny. Je to oblast se strmějším zakřivením, která svým vzhledem připomíná tzv. smajlíky. Je to způsobeno čočkou o plošším zakřivení, která se decentruje směrem nahoru. Tento stav je možno napravit zvýšením celkového sagitálního zakřivení čočky anebo také zvětšením celkového průměru čočky.



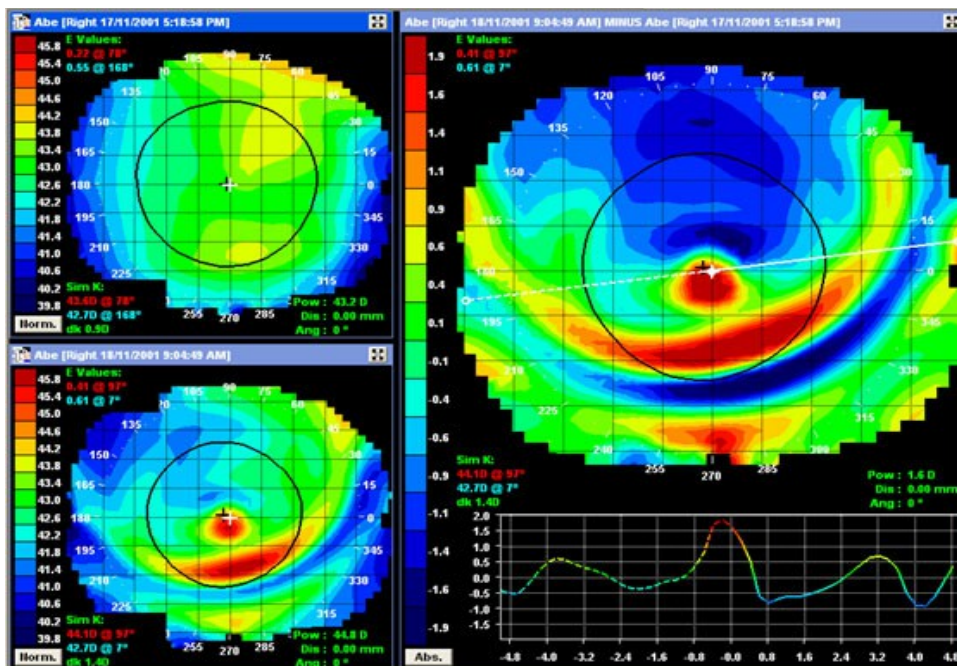
Obr. 7 - Topografický snímek Smiley face po decentraci kontaktní čočky [2]



♦ **Smiley face with fake central island**

Je to málo častý typ aplikace, který vzniká v případě, je-li sagitální zakřivení čočky mnohem menší než sagitální zakřivení rohovky. Aby pacient dosáhl požadovaného bull's eye, je nutné, nasadit kontaktní čočku se strmějším zakřivením.

[1, 2, 6]



Obr. 8 - Smiley face with fake central island pomocí topografické mapy [12]

**Problémy, které mohou po aplikaci nastat**

♦ **Snížená zraková ostrost**

Tento problém je většinou způsobený decentrovanou kontaktní čočkou. Její možnou další příčinou je nekorigovaný astigmatismus nebo vzniklá deformace rohovky. Další možností je také navození určité hodnoty astigmatismu nebo malá plocha léčebné zóny.

♦ **Pomalou pohybující se kontaktní čočka**

Tento stav nastává, jestliže je druhé reverzní zakřivení příliš strmé. Tento problém můžeme korigovat, jestliže snížíme celkové sagitální zakřivení kontaktní čočky



nebo pokud upravíme druhé reverzní zakřivení, aby bylo o něco plošší. Dalším způsobem je také úprava okrajů čočky nebo změna její tloušťky.

♦ **Rychle pohybující se kontaktní čočka**

Tento stav je způsobený tím, že druhé reverzní zakřivení je příliš ploché. Řešením může být zvýšení celkového sagitálního zakřivení kontaktní čočky nebo také to, že upravíme druhé reverzní zakřivení, aby bylo o něco strmější. Můžeme zvýšit celkový průměr kontaktní čočky. Také, jak již bylo uvedeno u pomalu pohybující se kontaktní čočky, můžeme upravit její okraje a tloušťku.

♦ **Laterální decentrace**

Laterální decentrace může být způsobena jak plochým druhým reverzním zakřivením a nebo při přítomnosti astigmatismu proti pravidlu. Tento stav můžeme korigovat, jestliže zvýšíme celkové sagitální zakřivení kontaktní čočky nebo pokud upravíme druhé reverzní zakřivení, aby bylo o něco strmější nebo zvětšíme celkový průměr kontaktní čočky.

♦ **Přílišná přilnavost kontaktní čočky**

Celkem vysoké procento pacientů pozoruje vyšší přilnavost kontaktní čočky poté, co vstanou. Jestliže pacienti netrpí jinými problémy a pohyblivost čočky se postupně zlepšuje, není potřeba měnit její parametry. Jestliže se ale pohyblivost nelepší, je možné tento problém vyřešit pomocí užití kontaktní čočky s menším celkovým průměrem nebo pomocí upravení periferního zakřivení. Je také možné udělat do kontaktní čočky dírky, díky kterým se zlepšuje průtok slz a snižuje se tak přilnavost čočky, ale toto řešení může pozměnit to, jak kontaktní čočka působí na rohovku.

[6]

### **2.1.3 Následné kontroly**

Pravidelná doba nošení ortokeratologických kontaktních čoček je ideálně osm hodin přes noc. Tato doba však není mnohými dodržována, kvůli jejich krátkému režimu spánku, avšak nošení těchto čoček před spaním se nedoporučuje. Pacient se musí po první noci s čočkami dostavit co nejdříve ke kontrole, aby se mohla správně

vyhodnotit jejich aplikace. Jelikož je nošení tvrdé kontaktní čočky pro ty, kdo ji ještě nenosili docela nepříjemné, pociťuje cizí tělísko v oku, probíhá zhodnocení vcelku rychle. **Při vyšetření se kontroluje následující:** kvalita a kvantita slzného filmu, hodnocení kontaktní čočky (její usazení na rohovce a zachycená depozita na čočce), vízus s kontaktní čočkou, snížení hodnoty kontaktní čočky, kontrola na šterbinové lampě bez a s fluoresceinem (zda je překrvená spojivka nebo jsou-li přítomny otlačení od kontaktní čočky, endotel), topografie rohovky, vízus bez kontaktní čočky.

Po první noci si pacient může stěžovat na lepení čoček k víčkům a na zarudlé spojivky, ale postupem času se tato reakce snižuje. Jestliže se objeví otlaky po kontaktní čočce, tak její parametry nebyly vhodně zvoleny.

Toto jsou tři hlavní znaky, které indikují, že metoda funguje, jak má:

- ◆ Během první noci je 75% hodnoty myopie vykorigováno.
- ◆ Vyšší hodnoty myopie byly vykorigovány přibližně po třetím nošení.
- ◆ U nižších myopií může být po první noci vykorigována celá hodnota.

Další kontroly

2. kontrola – večer po první noci
3. kontrola – ráno po třetí noci
4. kontrola – večer po třetí noci
5. kontrola – večer po prvním týdnu
6. kontrola – večer po druhém týdnu
7. kontrola – večer po prvním měsíci
8. kontrola – večer po třetím měsíci

další kontroly se provádějí po třech měsících

Po prvním týdnu pacient chodí na kontroly k večeru, aby bylo lépe patrné, jak se rohovka navrácí do svého tvaru, zda je nutné upravit stávající korekci nebo zda je postačující. Je možné, že i když se pacientův vízus zlepšuje, tak se mohou vyskytnout problémy s rozmazaným viděním a halo efekty. Může to být způsobeno jak decentrací kontaktní čočky ve spánku, tak kvůli nerovnováze mezi velikostí zornic a oploštěním rohovky.

Tyto kontaktní čočky by se měly měnit v ročním časovém intervalu, pokud

výrobce neuvede jinak.

[2]

## **2.2 Indikace**

Velikost refrakčních vad, která jsou pro tuto metodu tolerována, se udává do - 3,00 D až -4,50 D. U velikosti astigmatismu je to kolem -1,50 D. Pokud by byla hodnota myopie vyšší než uvedené meze, pacienti by se museli spokojit s tím, že se jejich vidění bez korekce zlepšilo, ale bylo by pořád horší než s normální korekcí. [7]

### **Obecné indikace**

Léčba pomocí ortokeratologických čoček je vhodná, jestliže nám okolní prostředí neumožňuje nosit běžné kontaktní čočky nebo pokud by nošení brýlí přinášelo komplikace. Jestliže se například pacient v zaměstnání pohybuje v prašném prostředí, brýle by mu mohly padat a častokrát by byly na obtíž. U nošení kontaktních čoček by se mu do očí dostával prach, dráždilo by ho to, bylo by mu to nepříjemné a nemohl by se soustředit na nic jiného. Nebo při určitých sportovních aktivitách, jako je například pravidelné plavání, je nošení běžných kontaktních čoček naprosto nevhodné. Tato metoda je také vhodná u mladých myopů, protože si snadněji osvojí zacházení s kontaktními čočkami, ale věk zde většinou nehraje roli. Dále je dobré mít vyšší hodnotu rohovkové excentricity, nejlépe přes 0,5. [2, 6]

### **Optické indikace**

U této metody je důležitá velikost pacientovy refrakční vady. Hodnota myopie by neměla přesáhnout velikost -4,50 D. U astigmatismu podle pravidla je tato hranice do -1,50 D. U astigmatismu proti pravidlu je hranice do -0,75 D. U astigmatismu šikmých paprsků je také hranice do -0,75 D. Dále je zde vhodné nemít zcela žádný nebo jen nízký čočkový astigmatismus (do -0,50 D). Na tento typ astigmatismu nemají ortokeratologické kontaktní čočky žádný vliv. [2]

## 2.3 Kontraindikace

Jak již bylo zmíněno v indikacích, předtím než zvolíme pacienta pro použití metody ortokeratologie je zapotřebí zhodnotit, zda je vhodný pro tuto metodu a zda splňuje všechna stanovená kritéria. Tyto kritéria budou rozebrána v následující podkapitole. [1]

### Optické kontraindikace

U optických indikací bylo uvedeno, že může být přítomný nízký čočkový astigmatismus (do -0,50 D). Při vyšší hodnotě se rozostřuje vidění a je zde také přítomen zbytkový astigmatismus, který může mít vliv na výslednou nedokonalou korekci. Ortokeratologické kontaktní čočky totiž nemají na zbytkový astigmatismus vliv. U korekce vyšších myopií u jedinců s větší pupilou je možnost přítomnosti halo efektů. Také se předpokládá, že při vyšší sférické korekci je více než 1/3 tloušťky epitelu oploštěna. Následně není vhodná přítomnost vysoké hodnoty zbytkového astigmatismu. Problémem také bývá nízká hodnota rohovkové excentricity a velký průměr pupily, kvůli následnému halo efektu a také astigmatismus, který přesahuje centrální oblast rohovky. Tato metoda se nedoporučuje, pokud není možné zaručit správnou centraci kontaktní čočky, jejímž účinkem by bylo navození astigmatismu. Kontraindikací jsou také volná víčka, která by nedostatečně silně působila na kontaktní čočku nebo také pacientovo nereálné očekávání. [2, 6]

### Zdravotní kontraindikace

Sdružení Německých Kontaktologů a Optometristů stanovilo následující onemocnění a chirurgické zákroky jako kontraindikace nošení ortokeratologických kontaktních čoček.

- ◆ Zánět nebo infekce předního segmentu oka, zejména rohovky
- ◆ Těžký syndrom suchého oka
- ◆ Jiná onemocnění rohovky, spojivky a očních víček

- ◆ Degenerace rohovky nebo dystrofie (Keratokonus)
- ◆ Jizvy, transplantace rohovky
- ◆ Alergie způsobené přípravky na péči o kontaktní čočky
- ◆ Po refrakční chirurgii
- ◆ Obecná onemocnění, oslabující imunitní systém nebo citlivost rohovky (HIV, DM)
- ◆ Autoimunitní onemocnění (Revmatické onemocnění)

Ne všechny výše uvedené kontraindikace musí znamenat okamžité zastavení používání ortokeratologických kontaktních čoček. Ačkoli v současné době není znám vliv ortokeratologie na poškozenou rohovku, refrakční chirurgie, keratokonus, zjizvení rohovky nebo transplantace rohovky představují absolutní kontraindikaci pro použití metody ortokeratologie.

Těžké formy suchého oka jsou taktéž absolutní kontraindikací. Mezi příznaky například řadíme pocit písku v očích, pálení očí, pocit cizího tělíska v oku nebo zvýšené slzení. Také akutní zánět oka patří mezi absolutní kontraindikace při nošení kontaktních čoček.

[2]

## 2.4 Komplikace

I když pacient postupuje podle určených pokynů specialisty a správně se o kontaktní čočky stará, mohou se vyskytnout komplikace, které zhoršují zdravotní stav oka a ovlivňují také vidění.

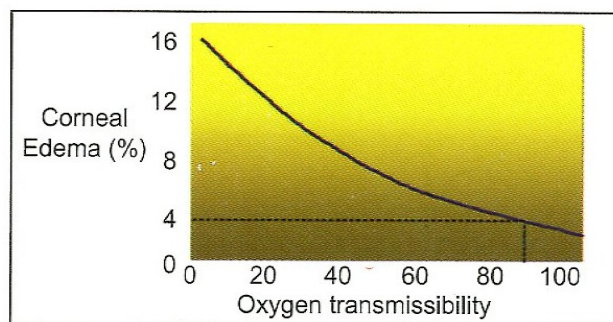
Mezi nejčastější **zdravotní komplikace** u této metody se řadí hypoxie, mikrocysty, endotelové puchýřky, polymegatismus a další, které budou zmíněny v této podkapitole.

### Hypoxie

Rohovková tkáň podstupuje větší metabolickou aktivitu, než jakákoli jiná tkáň v našem těle. Je to důležité proto, že tato vysoká metabolická aktivita zodpovídá

za průhlednost rohovky. Kyslík je důležitou součástí těchto metabolických dějů. Za normálních okolností produkuje rohovka energii pomocí aerobního dýchání. Tento proces mění glukózu na vysoké množství energie a na odpadní látky. Jestliže je ale kyslíku nedostatek, glukóza se špatně přeměňuje na energii. Začíná anaerobní dýchání, při kterém se produkuje méně energie a méně kyseliny mléčné. Díky ní pak voda prosakuje do rohovky a vzniká edém.

Aby v noci nedošlo k edému většímu než 4%, je nutná určitá propustnost kontaktních čoček pro kyslík. Tuto hodnotu odvodili Holden & Mertz roku 1984. Objevili, že propustnost pro kyslík v hodnotě  $87 \times 10^{-9} \text{ (cm} \times \text{ml O}_2\text{)/(s} \times \text{ml} \times \text{mmHg)}$  je nutná pro udržení úrovně edému na 4%. Navíc pro denní nošení je nutná propustnost  $24 \times 10^{-9} \text{ (cm} \times \text{ml O}_2\text{)/(s} \times \text{ml} \times \text{mmHg)}$ . Proto je užívání těchto materiálů pro prodloužené nošení riziko pro zdraví rohovky. Pouze silikon hydrogelové a pevné kontaktní čočky poskytují fyziologické požadavky pro noční nošení.



Obr. 9 – Graf závislosti propustnosti pro kyslík a edému rohovky při prodlouženém nošení (Holden & Mertz 1984) [1]

Doručení kyslíku přes pevnou kontaktní čočku nezávisí pouze na jejím materiálu. Hraje zde také významnou roli slzná pumpa, tlak víček a také REM fáze spánku, která se vyznačuje rychlými pohyby očí (Koetting a kol., 1985). Slzná pumpa je schopna vyměnit 16-19% slz (Polse, 1979). Nicméně, během noci není schopna takového výkonu. Vznik oční infekce je důsledek také toho, že se slzy pravidelně neobměňují (Fletcher a kol., 1993a, b). Nošení jak hydrogelových, tak pevných kontaktních čoček redukuje proudění slz pod čočkami. Výhodou pevných čoček je to, že když je oko otevřené, tak pumpa vyvine vyšší výkon a rychleji se zbavuje edému (Holden a kol., 1988).

## Hypoxie – změny v slzném filmu

Jakmile při zavřeném oku přestane fungovat slzná pumpa, nevyměňují se zde při nošení pevných kontaktních čoček přes noc slzy. Výměna slz pod kontaktní čočkou je důležitým faktorem při vzniku očních infekcí. Stagnace výměny slz má za důsledek zachycování depozit a bakterií mezi zadní plochou čočky a přední plochou rohovky (Mertz & Holden, 1981, Zantos, 1984). Následně jsou vrstvy slzného filmu narušeny díky kontaktním čočkám. Různé průzkumy prokázaly, že jedním z faktorů, u nositelů kontaktních čoček, ovlivňujícím nákazu *Pseudomonas* je chybějící mukózní vrstva slzného filmu (Fleiszig a kol., 1994a). U pacientů, kteří nenosí kontaktní čočky, mukózní vrstva *Pseudomonas* oslabuje.

## Mikrocysty

Mikrocysty jsou jeden z prvních příznaků, který ukazuje na sníženou hladinu kyslíku v rohovce, čímž klesá počet epitelálních buněk (Hamano a kol., 1983). Studie ukázaly, že díky sníženému počtu epitelálních buněk kvůli hypoxii, se jejich velikost zvětšuje, epitel se ztenčuje a prodlužuje se také jejich životnost (Bergmanson a kol., 1985, Holden a kol., 1985a, Lemp & Gold, 1986). Ren a kol. v roce 1999 prokázali zvýšení oploštění epitelu, když experimentovali s RGP čočkami na králicích.

Počet mikrocyst souvisí s propustností čočky pro kyslík (Dk) (Holden a kol., 1985a), se způsobem nošení (Holden a kol., 1985a) a s délkou nošení kontaktních čoček (Fonn & Holdenn, 1988). Holden a kol. (1985a) spočítali počet mikrocyst pro různé hodnoty propustnosti, typů čoček (RGP nebo měkké) a dobou použití (denní a prodloužené nošení).

[1]

Typ čočky, Dk, nošení	Počet mikrocyst
Měkké – DN	5
Měkké – PN	28
RGP, velmi nízká Dk, PN	23
RGP, nízká Dk, PN	17
RGP, střední Dk, PN	3
RGP, vysoká Dk, PN	0

Dk – propustnost pro kyslík, DN – denní nošení,  
PN – prodloužené nošení

Tab. 1 – Vztah mezi počtem mikrocyst a typem kontaktních čoček [1]

Jedna z největších studií (Hamato a kol., 1985) zkoumala komplikace spojené s kontaktními čočkami. Zaznamenali zde výskyt rohovkových erozí u 66 218 pacientů. Byla zjištěna prevalence 0,5% u nositelů RGP, 1,3% u nositelů PMMA a 0,9% u nositelů měkkých kontaktních čoček. Mikrocysty se taktéž vyskytují u pacientů, kteří nenosí kontaktní čočky, ale v podstatně nižším počtu než u pacientů, kteří je nosí.

Po mnohých studiích nebylo prokázáno, že by vysoko propustné RGP čočky pro kyslík dávaly za vznik méně mikrocystám než čočky nízko propustné pro kyslík. Kromě toho se počet mikrocyst zvyšuje se způsobem nošení, například u prodlouženého nošení kontaktních čoček (Holden a kol., 1987).

[1]

### **Endotelové puchýřky**

Prvními, kdo objevili změny na endotelu byli Zantos & Holden v roce 1977. Popsali je jako tmavá místa, která vypadají, jako by ze skupiny endotelových buněk jedna vypadla. Bylo prokázáno, že vznik puchýřků nezávisí na ztrátě buněk, ale na edému endotelu. Přítomnost puchýřků nemá žádný známý nepříznivý vliv. Byly ovšem také zpozorovány u těch, co kontaktní čočky nenosí a to po probuzení (Khodadoust & Hirst, 1984). [1]

### **Polymegatismus**

Polymegatismus postihuje endotelovou vrstvu rohovky. Endotelové buňky mají hexagonální tvar a nemají schopnost se množit. Proto, když jedna buňka odumře, vzniká v endotelu díra, kterou zaplní jiné buňky tím, že přestávají mít tvar šestiúhelníku a nepravidelně se zvětšují. Předpokládá se, že polymegatismus vzniká jako adaptace na dlouhodobý nedostatek kyslíku. [9]



## Akantamébová keratitida

Akantaméba je volně žijící prvok, který se vyskytuje ve vzduchu a ve vodě a který dokáže i za nepříznivých podmínek přežít ve formě spor. Tento prvok je rezistentní proti dezinfekci. Rizikové faktory zahrnují nošení kontaktních čoček, nepravidelné nebo nevhodné čištění čoček (např. oplachování nebo uchovávání ve vodě a ne v roztoku k tomu určenému) a také plavání s nimi. Vstupním místem nákazy je většinou trhlinka na rohovce. Naneštěstí, mnoho dezinfekčních roztoků nemá dostatečné účinky, aby zahubily spóry Akantaméby. Kombinace víceúčelového a peroxidového roztoku, ve kterém je čočka ponořena 4 hodiny před neutralizací, poskytne lepší sporocidní účinek. Příznaky pokročilé Akantamébové keratitidy jsou centrální prstencovitý infiltrát, pacient trpí silnými bolestmi a světloplachostí. Tradičně se diagnostikuje pomocí kultivace a stěru. Okamžitá diagnóza a zahájení vhodné léčby je důležité pro pacientovo vidění. Pacient se správnou diagnózou a léčbou zahájenou do jednoho měsíce od nástupu symptomů, nakonec skončí s lepší zrakovou ostroší. V horším případě to může skončit i perforací rohovky a následnou keratoplastikou, která ovšem nemusí být úspěšná. Pacient pak trpí velmi zhoršeným viděním nebo dokonce může zrak ztratit úplně. [13]



Obr. 10 - Prstencový infiltrát u Akantamébové keratitidy [14]

## **Pseudomonas aeruginosa**

Je to tyčinkovitá Gram-negativní bakterie. Gram-negativní bakterie tvoří závažnější rohovkový vřed než bakterie Gram-pozitivní. Pseudomonas je velice rozšířený mikroorganismus, který můžeme najít jak v půdě, tak i ve vodě a odpadních vodách. Fleiszig a kol. roku 1992 zjistili, že zvýšená přilnavost Pseudomonas k rohovkovému epitelu je zapříčiněna prodlouženým nošením hydrogelových kontaktních čoček. U oka bez kontaktní čočky je epitel proti Pseudomonádové infekci dostatečně odolný. Bylo zjištěno, že mukózní vrstva slzného filmu tvoří obranou bariéru, přes kterou Pseudomonas nedokáže rohovku infikovat (Fleiszig a kol., 1994a). Její přítomnost se vyznačuje rychle vyvíjejícím se vředem s četnými stromálními infiltráty. [1]

Mezi nejčastější **optické komplikace** u této metody se řadí halo efekty a zbytkový astigmatismus.

### **Halo efekty**

Halo efekty vznikají většinou ve tmavém prostředí, když se pacientovi zvětší průměr zornice. Jsou způsobeny rozptylem světla na okraji zploštěné rohovky, kdy se kolem světel tvoří odlesky. Zhoršení však může nastat, jestliže je průměr zornice větší než průměr zploštělé plochy rohovky. Pacientovi pak nezbývá, než si na tento jev přivyknout. Halo efekty však nepřestanou být méně rušivé a jediná možnost, jak jim zabránit, je vysadit ortokeralologické kontaktní čočky.

[2]

### **Zbytkový astigmatismus**

Příčinou vzniku zbytkového astigmatismu je tórická zadní strana rohovky a nepravidelně zakřivení optických ploch v oku. [13]

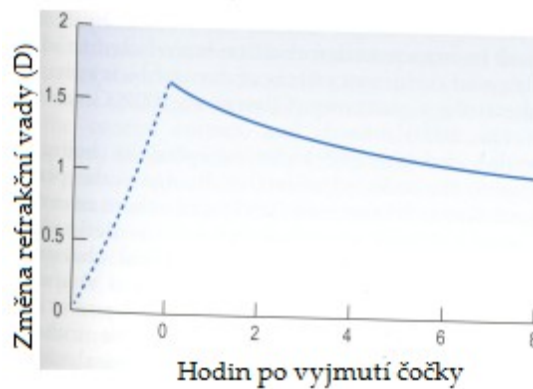
## 2.5 Klinické studie

V různých studiích byly zjištěny různé hodnoty snížení vady. Swarbrick a kol. (1998) používali na 6 mladých myopech kontaktní čočky OK74 Context z materiálu Airperm. Tyto čočky byly nošeny v denním režimu 28 dní a bylo zjištěno snížení myopie o  $1,71 \pm 0,59$  D. Swarbrick a kol. roku 1998 pomocí topografického mapovacího systému (EyeSys) zkoumali hodnotu, o kterou se snížila myopie, což bylo o  $1,19 \pm 0,38$  D. V další studii Lui a Edwards (2000) prováděli 100 denní výzkum na 14 lidech opět v denním režimu se stejným typem kontaktních čoček OK74 Context z materiálu Airperm. Zde prokázali snížení hodnoty myopie o  $1,50 \pm 0,45$  D. V další studii z roku 2000 Nichols a kol. prováděli 60-ti denní výzkum na 8 lidech, přičemž tentokrát byly čočky nošeny v noci. Objevili zde snížení vady o  $1,83 \pm 1,23$  D. Roku 2005 byla Bernsteinem a kol. provedena další studie za použití Paragon CRT kontaktních čoček. Po jednom měsíci při nošení kontaktních čoček v noci bylo zjištěno snížení myopie o  $3,33 \pm 0,96$  D.

Dále byla zkoumána hodnota, o kterou se rohovka oploštila. Lui a Edwards (2000) tuto hodnotu zkoumali pomocí keratometru a videokeratografu a zjistili, že v centru se rohovka oploštila o  $0,14 \pm 0,06$  mm vertikálně a o  $0,12 \pm 0,07$  mm horizontálně. Nichols a kol. (2000) za použití rozdílných topografů (topograf Humphrey Atlas a Orbscan) zjistili snížení vrcholového zakřivení rohovky o  $0,20 \pm 0,90$  mm. Následně bylo zjištěno, že k 75 % refrakční změně došlo v průběhu 7 až 10 nocí (Swarbrick, 2000). I když nepravidelnosti rohovky (např. decentrovaná léčebná zóna) mohou vést ke snížení kontrastní citlivosti, většinou tomu tak není (Johnson a kol., 2007).

Důvod, proč bývá ortokeratologie tak kritizovaná, je ten, že navozená refrakční změna není trvalá. Mountford ve své studii 48 lidí, kteří nosili ortokeratologické kontaktní čočky 90 dní, zjistil, že se regrese po 8 hodinách ustálila mezi 0,50 a 0,75 D za den, ale se značnou odchylkou. Nichols a kol. (2000) ve své studii, která trvala 60 dní, kde byly kontaktní čočky nošeny pouze v noci, zjistili, že kvalitní vidění (zlepšené ortokeratologickými kontaktními čočkami) trvalo 8h denně. Nejvíce změn se odehrálo v prvních 4 hodinách a data z autorefraktometru ukázala, že vzniklá regrese vzrostla na 0,50 D (Efron, 2000). Také se zjistilo, že u více než 90% pacientů, kteří přestali s touto metodou, se refrakční vada během 72 hodin vrátila zpět k původní hodnotě (Barr a kol.,

2004).



Obr. 11 - Graf závislosti změny refrakční vady na době vyjmutí kontaktní čočky [7]

Ve své studii Nichols a kol. z roku 2000 uvádějí, že nejčastější komplikace u nošení ortokeratologických čoček byly navozený astigmatismus a deformace rohovky. Bylo to způsobeno tím, že design ortokeratologických kontaktních čoček byl tehdy ještě v počátcích. Tyto aspekty následně vedly k ukončení této léčby. Roku 2006 zkoumali Swarbrick a kol. více hlášených případů keratitidy z jedné oblasti a zjistili, že hlavní příčina byla neznalost péče o tyto čočky. Například infekce akantamébou je spojována s navlhčováním kontaktních čoček v kohoutkové vodě (Lee a kol., 2007).

Bylo prokázáno, že na ortokeratologické kontaktní čočky se zachytí více bakterií než na běžné tvrdé kontaktní čočky. To zvyšuje riziko infekce a proto je důležitá znalost správné péče o tyto čočky (Choo a kol., 2009).

Zatím nejsou známé informace o vážných komplikacích v tomto oboru (Johnson a kol., 2007).

[7]

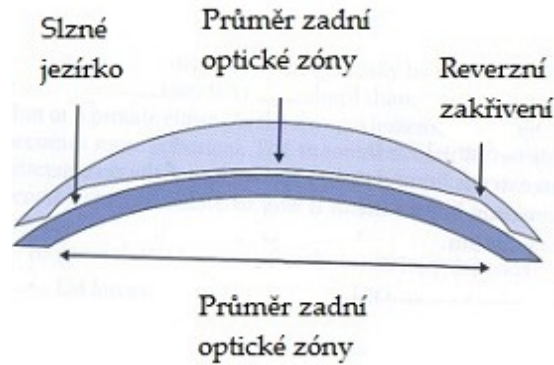
### 3 Specifika kontaktních čoček pro ortokeratologii

Jak bylo uvedeno výše, pro užití metody ortokeratologie je nutné použití speciálních tvrdých kontaktních čoček. Tyto čočky se nazývají kontaktní čočky s reverzní geometrií (se zpětnou geometrií). To znamená, že centrální zakřivení je plošší než zakřivení směrem k periférii. Tato technika je známá od doby, kdy se začaly vyrábět kontaktní čočky pomocí počítačem řízených soustruhů. Zde se totiž mohla vyrobit kontaktní čočka, která by měla sekundární zakřivení strmější než zakřivení zadní optické zóny. Tento typ čoček se v ortokeratologii používá kvůli jejich schopnosti správně se nacentrovat na rohovku a také působit na ni ideálním tlakem. Jelikož rohovka na tento tlak reaguje velmi rychle, říká se této metodě také *urychlená ortokeratologie*. Tyto kontaktní čočky jsou v současné době vyráběny např. z materiálů Equalens II (zde je propustnost pro kyslík 85 mmHg), Boston XO (propustnost pro kyslík 100 mmHg) a Menicon Z (propustnost pro kyslík 165 mmHg). Kontaktní čočky vyrobené z těchto materiálů se snaží minimalizovat úroveň hypoxie při nošení v noci, ale zcela nezaručí, že nenastanou odlišné komplikace. V této kapitole budu popisovat kontaktní čočky první a druhé generace a jejich parametry.

#### 3.1 První generace ortokeratologických kontaktních čoček

První kontaktní čočka s reverzní geometrií (první generace) měla tři zakřivení, centrální, sekundární neboli reverzní zakřivení a periférii. Tyto čočky byly schopné korigovat myopii do hodnoty přibližně -3,00 D. Například při snížení myopie o 1,00 D se nám sníží excentricita o 0,21. Pokud bychom tedy měli pacienta, jehož refrakce byla -2,50 D a jeho excentricita se rovnala 0,5, pak bychom mohli pomocí kontaktních čoček s reverzní geometrií tohoto pacienta vykorigovat. Pokud by ale pacientova refrakce byla -4,50 D a jeho excentricita 0,4, pak bychom mu pomocí této techniky vadu pouze snížili na hodnotu -2,50 D.

[2, 7]



Obr. 12 – Reverzní kontaktní čočka první generace [6]

Tyto čočky se používají jen výjimečně a to při nízkých stupních myopie, kde je potřeba jen malá změna rohovky. Pro výrobu těchto čoček je důležité sagitální zakřivení rohovky a tloušťka slzné vrstvy.

Sagitální zakřivení se vztahuje k optické ose a naopak tangenciální je skutečné zakřivení v daném bodě.

### Sagitální zakřivení rohovky

$$(z) = R_0 - \sqrt{((R_0^2 - y^2 p) p)}$$

kde  $R_0$  je vrcholové zakřivení rohovky,

$p = 1 - e^2$  ( $p$  – tvarový faktor, udává asféricitu rohovky),

$y = \frac{1}{2}$  průměru rohovky.

Hodnoty  $R_0$  a  $e$  získáme z měření topografu a hodnota  $y$  závisí na průměru kontaktní čočky. Ideální čočka má stejnou hodnotu sagitálního zakřivení jako rohovka, přičítá se zde však hodnota 10  $\mu\text{m}$  kvůli slzné vrstvě.

### Sagitální zakřivení čočky = sagitální zakřivení rohovky + tloušťka slzné vrstvy

Průměr zadní optické zóny se užívá od 6,00 mm do 8,00 mm, přičemž skoky mezi jednotlivými zakřiveními jsou po 0,50 mm. Slzné jezírko působí tlakem, což způsobuje oploštění rohovky. Hodnoty sekundárního zakřivení se udávají v dioptriích od 1,00 D do 9,00 D. Nejpoužívanější hodnoty zde jsou 4,00 D, spolu se 7,00 mm průměru zadní optické plochy a 3,00 D s 6,00 mm průměru zadní optické plochy.

U periferního zakřivení je nejběžnější zakřivení tangenciální, které je 1,00 mm široké. Hodnota celkového průměru čočky se vyrábí větší, kvůli zvýšenému komfortu a zlepšené centraci. Zde se nejpoužívanější hodnoty pohybují kolem 10,60 mm. Tyto čočky jsou někdy opatřeny dírkami kvůli lepšímu průtoku slz a kvůli snížení přilnavosti čočky.

### **Příklad zápisu ortokeratologické kontaktní čočky:**

**8,35:10,60 OK704T -0,75**

**8,35** – zakřivení zadní optické plochy

**10,60** – celkový průměr čočky

**OK** – označení čočky s reverzní geometrií určenou pro ortokeratologii

**70** – průměr zadní optické plochy = 7,00 mm

**4** – sekundární zakřivení = 4,00 D

**T** – tangenciální periferní zakřivení o šířce 1,00 mm

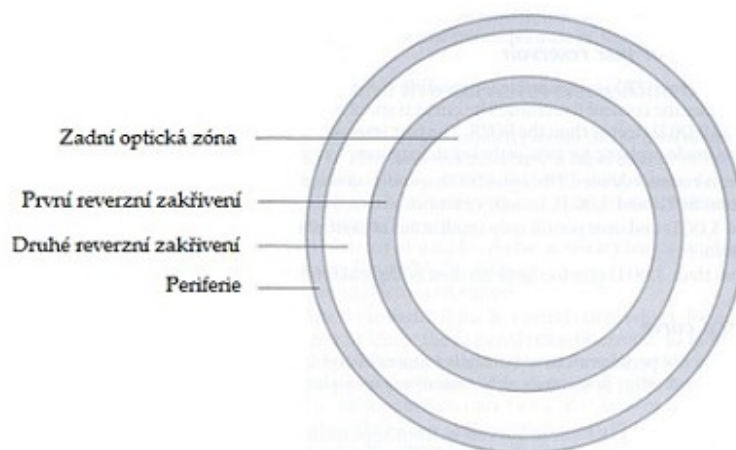
**-0,75** = zadní optická mohutnost, obvykle plan hodnoty nebo mírně záporná, pro plochou aplikaci

## **3.2 Druhá generace ortokeratologických kontaktních čoček**

Pro léčbu vyšších hodnot myopie se používají ortokeratologické kontaktní čočky se čtyřmi (až pěti zakřiveními). Tyto čočky se nazývají čočky druhé generace (double reverse geometry = DRG) a mají proto dvě reverzní křivky.



Obr. 13 – Reverzní kontaktní čočka druhé generace – pohled z boku [6]



Obr. 14 - Reverzní kontaktní čočka druhé generace – pohled shora [6]

Tak jako u kontaktních čoček první generace, jsou i zde důležité parametry pro její popis. Zakřivení zadní optické zóny je plošší než zakřivení rohovky. Tuto hodnotu můžeme získat při použití počítačového programu, kam zadáme vrcholové zakřivení rohovky a excentricitu (tyto dvě hodnoty získáme při měření rohovkovým topografem). Průměr zadní optické plochy je vypočítán podle požadovaného snížení hodnoty myopie. Aby léčebná zóna měla velikost 4,00 mm, musí být průměr zadní optické plochy alespoň 6,00 mm veliký. První reverzní zóna bývá široká od 0,60 mm do 1,00 mm a u kontaktních čoček s pěti zakřiveními bývá rozdělena na dvě části. Druhé reverzní zakřivení zajišťuje lepší centraci kontaktní čočky na oku a bývá široká od 0,80 mm do 1,50 mm. Periferie má šířku přibližně 0,30 mm a je to nejkrajnější část čočky. Velikost celkového průměru kontaktní čočky je přibližně kolem 10,6 mm, ale pro vylepšení centrace nebo pro větří rohovky bývá používán průměr 11,0 mm.

Názvy některých výrobců ortokeratologických čoček:

- ◆ BE Retainer
- ◆ CRT
- ◆ Dreamlens
- ◆ NightMove
- ◆ Emerald



- ♦ MiracLens
- ♦ Orthofocus

**Příklad zápisu ortokeratologické kontaktní čočky:**

**8,94:6,00/7,94:10,60 +0,75**

**8,94** – zakřivení zadní optické plochy

**6,00** – průměr zadní optické plochy

**7,94** – druhé reverzní zakřivení

**10,60** – celkový průměr čočky

**+0,75** – zadní optická mohutnost

[6, 15]

## 4 Moderní přístupy v ortokeratologii

Jak je v této práci uvedeno, ortokeratologie je metoda, pomocí které lze korigovat určité stupně myopie. V minulosti byly prováděny studie o tom, zda by tyto čočky byly schopny zamezit nebo alespoň snížit progresi myopie u dětí a u mladých pacientů. Nejnovější studie ROMIO (Retardation of myopia in Orthokeratology = Snížení myopie pomocí ortokeratologie) z roku 2012 zkoumala 102 pacientů ve věku 6-10 let s hodnotou myopie od -0,50 D do -4,00 D a hodnotou astigmatismu menší než -1,25 D. Tyto děti byly rozděleny do dvou skupin, jedny nosily ortokeratologické kontaktní čočky a druhé nosily brýle po dobu 2 let. Axiální délka oka byla měřena pomocí biometrie každých 6 měsíců. Tuto studii nakonec dokončilo 78 dětí, přičemž 37 nosilo ortokeratologické kontaktní čočky a zbytek 41 dětí nosilo brýle. Zjistilo se, že ve skupině nositelů kontaktních čoček došlo k prodloužení axiální délky oka o  $0,36 \pm 0,24$  mm a ve druhé skupině se tato délka prodloužila o  $0,63 \pm 0,26$  mm. Znamená to, že ve skupině s kontaktními čočkami docházelo k pomalejšímu prodlužování délky oka. U dětí, které nosily ortokeratologické kontaktní čočky, bylo axiální prodloužení pomalejší o 43 % ve srovnání s dětmi, které nosily brýle. U mladších dětí bylo zjištěno, že se oko prodlužuje rychleji a měly by tak s touto léčbou začít již na počátku progresu myopie. [6, 16]

V roce 2009 byla uvedena studie, která zkoumala míru spokojenosti u pacientů, kteří podstoupili metodu ortokeratologie. Míra spokojenosti se hodnotila pomocí vizuálně analogické škály, přičemž 0 odpovídala velmi nespokojen a 10 velmi spokojen. Tuto studii, která trvala 1 rok, dokončilo 17 pacientů, kteří na začátku a na konci podstoupili vyšetření. Vyšetřovala se zde refrakce, zraková ostrost, aberace vyšších řádů a také kontrastní citlivost. Byla zjištěna spokojenost v hodnotě  $7,8 \pm 1,8$ , což prokázalo vysokou úroveň spokojenosti pacientů s ortokeratologickou léčbou. [17]

Metoda ortokeratologie je vhodná nejen při korekci myopie, ale jak již výše zmíněná studie uvedla, snižuje také rychlost progresu myopie u dětí a mladých pacientů.

## Závěr

Cílem této práce bylo ujasnit problematiku, u nás nepříliš rozšířené metody korekce nízké až střední myopie, ortokeratologie. Její hlavní výhoda tkví v tom, že je tato metoda reverzibilní, tudíž pokud by v ní pacient nechtěl nadále pokračovat, kontaktní čočky by se jednoduše vyjmuly. Další výhodou spočívá v tom, že je bezbolestná, probíhá v noci během spánku a tudíž přes den není nutná žádná korekce.

Úvodní kapitola se zabývala historií této metody, například kdo chtěl poprvé pomocí tvrdé kontaktní čočky redukovat myopii, kdo jí pojmenoval, kdy byla vyrobena kontaktní čočka první generace. V další kapitole byla vysvětlena myopie, její dělení a etiologie. Dále zde byl vysvětlen princip ortokeratologie, který spočívá v tom, že speciální kontaktní čočka přes noc působí tlak na rohovku a tím ji oplošťuje. Pro vybrání té správné kontaktní čočky, je nutné použít hodnoty z rohovkové topografie. Byly zde popsány různé druhy aplikace, které mohou nastat. Tato kapitola se také zabývala tím, pro koho je tato metoda určená a naopak, pro koho není vhodná. Rovněž zde byly zmíněny komplikace, které mohou nastat, přestože pacient dodržuje všechny pokyny specialisty, včetně správné péče o kontaktní čočky. Třetí kapitola s názvem Specifika kontaktních čoček pro ortokeratologii se věnovala těmto speciálním kontaktním čočkám. Byly zde popsány dva druhy kontaktních čoček a jejich parametry. Poslední kapitola obsahovala studii, která poukazovala na to, že ortokeratologie nemusí být používána jen jako korekce myopie, ale také má dobré výsledky při snížení progresu myopie u dětí a mladých pacientů.

## Seznam použité literatury

- [1] MOUNTFORD, J., RUSTON, D., DAVE, T. *Orthokeratology: Principles and Practice*. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2004. ISBN 0 7506 4007 3.
- [2] MÜLLER – TREIBER, A. *Kontaktlinsen Know-how*. DOZ-Verlag Optische Fachveröffentlichung, 2010. ISBN 978-3-92269-92-9.
- [3] BENJAMIN, W.J., BORISH, I.M. *Borish's Clinical Refraction*. Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 978-0-7506-7524-6.
- [4] KUCHYNKA, P. A kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [5] PLUHÁČEK, F. *Sférická ametropie – výukové materiály k předmětu Korekce zraku I*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2011.
- [6] GASSON, A., MORRIS, J. *The Corneal Lens Manual: A Practical Guide to Fitting*. Butterworth-Heinemann, 2010. ISBN 9780750675901.
- [7] EFRON, N. *Contact Lens Practice*. Elsevier Health Sciences, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.
- [8] CORBETT, M. C., ROSEN, E. S., O'BRART, D. P. S. *Corneal Topography: Principles and applications*. BMJ Books, 1999. ISBN 0-7279-1068-X.
- [9] PETROVÁ, S., MAŠKOVÁ, Z., JUREČKA, T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.
- [10] CAIRNS, G., MCGHEE, C. N. *Orbscan computerized topography: attributes, applications, and limitations*. Journal of Cataract and Refractive Surgery, roč. 31, 2005,

č. 1, str. 205-220. ISSN 0886-3350.

[11] Contact Lens Spectrum [online]. Contact Lens Spectrum, 2001 [cit. 2013-05-02].  
Dostupné z: <http://www.clspectrum.com/>

[12] BE Retainer® [online]. BE Retainer®, ©2002 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z:  
<http://www.beretainer.com/>

[13] MANNIS, J.M., ZADNIK, K. *Contact Lenses in Ophthalmic Practice*. Springer, 2004. ISBN 0-387-40400-7.

[14] EyeWorld [online]. EyeWorld, 2009 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z:  
<http://www.eyeworld.org/>

[15] Bausch & Lomb [online]. Bausch & Lomb, ©2013 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z:  
<http://www.bausch.com/>

[16] CHO, P., CHEUNG, S.W. *Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) Study: A 2-Years Randomized Clinical Trial*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, roč. 53, 2012, č. 11, str. 7077-7085. ISSN 0146-0404.

[17] HIRAOKA, T., OKAMOTO, CH., a kol. *Patient Satisfaction and Clinical Outcomes After Overnight Orthokeratology*. Optometry and Vision Science, roč. 86, 2009, č. 7, str. 875-882. ISSN 1040-5488.

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Ohnisko u nevykorigovaného myopa .....	8
Obr. 2 – Ohnisko u vykorigovaného myopa .....	8
Obr. 3 – Rohovková topografie .....	13
Obr. 4 – Bull's eye vyobrazené pomocí topografické mapy .....	14
Obr. 5 – Ideálně nacentrovaná ortokeratologická kontaktní čočka .....	14
Obr. 6 – Central island vyobrazený pomocí topografické mapy .....	15
Obr. 7 – Topografický snímek Smiley face po decentraci kontaktní čočky .....	15
Obr. 8 – Smiley face with fake central island pomocí topografické mapy .....	16
Obr. 9 – Graf závislosti propustnosti pro kyslík a edému rohovky při prodlouženém nošení .....	22
Obr. 10 – Prstencový infiltrát u Akantamébové keratitidy .....	25
Obr. 11 – Graf závislosti změny refrakční vady na době vyjmutí kontaktní čočky.....	28
Obr. 12 – Reverzní kontaktní čočka první generace .....	30
Obr. 13 – Reverzní kontaktní čočka druhé generace – pohled z boku .....	31
Obr. 14 – Reverzní kontaktní čočka druhé generace – pohled shora .....	32