

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

SPECIÁLNÍ KONTAKTNÍ ČOČKY

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Petra Pásková

obor OPTOMETRIE

studijní rok 2016/2017

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

MUDr. Barbora Bábková

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením
MUDr. Barbory Bábkové, za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci

Chtěla bych poděkovat MUDr. Barboře Bábkové za odborné rady a pomoc při zpracování této bakalářské práce. Práce byla vytvořena za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem "Optometrie a její aplikace", č. IGA_PrF_2016_015.

Obsah

| | |
|---|----|
| ÚVOD..... | 6 |
| 1. Historie speciálních kontaktních čoček | 7 |
| 2. Materiály pro výrobu kontaktních čoček..... | 11 |
| 2.1. Všeobecné vlastnosti | 11 |
| 2.2. Specifické vlastnosti | 11 |
| 2.3. Druhy materiálů | 13 |
| 2.3.1. Tvrdé kontaktní čočky | 13 |
| 2.3.2. Měkké kontaktní čočky | 14 |
| 3. Jednotlivé druhy speciálních kontaktních čoček | 16 |
| 3.1. Terapeutické kontaktní čočky | 17 |
| 3.1.1. Výběr terapeutické kontaktní čočky | 17 |
| 3.1.2. Indikace..... | 17 |
| 3.1.3. Principy aplikace | 22 |
| 3.1.4. Udržování | 22 |
| 3.1.5. Kontraindikace..... | 23 |
| 3.2. Diagnostické kontaktní čočky..... | 23 |
| 3.2.1. Gonioskopické čočky..... | 23 |
| 3.3. Protetické kontaktní čočky | 24 |
| 3.3.1. Typy protetických kontaktních čoček a jejich indikace..... | 24 |
| 3.4. Kosmetické kontaktní čočky | 26 |
| 3.4.1. Typy | 26 |
| 3.4.2. Indikace..... | 26 |
| 3.5. Torické kontaktní čočky..... | 27 |
| 3.5.1. Indikace..... | 27 |

| | |
|--|----|
| 3.5.2. Typy torických kontaktních čoček | 28 |
| 3.5.3. Metody stabilizace torických čoček..... | 29 |
| 3.5.4. Orientační značky | 29 |
| 3.6. Kontaktní čočky pro presbyopické pacienty..... | 30 |
| 3.6.1. Simultánní kontaktní čočky | 30 |
| 3.6.2. Alternativní kontaktní čočky..... | 31 |
| 3.7. Ostatní speciální kontaktní čočky | 33 |
| 3.7.1. Piggyback systém | 33 |
| 3.7.2. Ortokeratologie | 33 |
| 3.7.3. Hybridní kontaktní čočky | 34 |
| 3.7.4. Chromagen kontaktní čočky | 35 |
| 3.7.5. Lokalizace cizího tělíska..... | 36 |
| 3.7.6. RGP čočky s velkým průměrem | 37 |
| 4. Budoucnost speciálních kontaktních čoček | 38 |
| 4.1. Kontaktní čočky pro kontrolu hladiny cukru v krvi | 38 |
| 4.2. Kontaktní čočky pro sledování nitroočního tlaku..... | 39 |
| 4.3. Kontaktní čočky pro čtení e-mailů | 39 |
| ZÁVĚR..... | 40 |
| ZDROJE | 41 |

ÚVOD

Mnoho lidí je v dnešní době odkázáno na korekční pomůcku. Kontaktní čočky jsou velmi oblíbeným řešením již několik desetiletí. Brýle mohou své nositele nějakým způsobem omezovat, nebo se jim jednoduše nelíbí. Kontaktní čočky jim oproti tomu poskytují velmi dobrý komfort, nejen například během sportovních aktivit, ale také v běžném životě. Kontaktní čočky se však nepoužívají pouze ke korekci ametropie, ale mohou zastat mnoho dalších funkcí. Právě těmto speciálním kontaktním čočkám se tato práce věnuje.

V úvodu je třeba shrnout historii vzniku kontaktních čoček, materiály ze kterých jsou vyráběny a postupy výroby. V následujících kapitolách se dále bude pozornost upírat na jednotlivé druhy speciálních kontaktních čoček.

Po úrazu oka, nebo po chirurgickém zákroku je ve většině případů potřeba ochránit rohovku, nebo snížit její citlivost. K tomuto účelu se používají takzvané terapeutické kontaktní čočky. Pro zjištění patologie v oku slouží diagnostické kontaktní čočky. Někteří pacienti potřebují skrýt následky úrazu, nebo vrozeného problému. K tomuto účelu se užívají protetické kontaktní čočky. Pokud je již pacient v presbyopickém věku, ale stále potřebuje být aktivní a má vysoké požadavky na vidění, mohou jeho potřeby uspokojit bifokální, nebo multifokální kontaktní čočky.

Následně budou zmíněny méně běžné typy speciálních kontaktní čoček a také jejich možné využití v budoucnosti, kde by mohli usnadnit život diabetikům, nebo pacientům se zeleným zákalem.

Cílem této práce je přehledně shrnout všechny typy a současné možnosti využití speciálních kontaktních čoček v praxi.

1. Historie speciálních kontaktních čoček

Historie speciálních kontaktních čoček je spjata s vývojem kontaktních čoček jako takových. Vyrábějí se ze stejných materiálů, cesty výroby jsou totožné, jen jejich užití se liší.

Za autora myšlenky korekce zraku pomocí kontaktní čočky je považován Leonardo da Vinci. V jeho písemnostech z počátku 16. století se zachoval náčrt optického systému oka, který je doplněn o skleněnou čočku, a kde mezera mezi čočkou a okem je vyplněna tekutinou. Totožnou myšlenku měl v 17. století Rene Descartes. Thomas Young na konci 18. století navrhl aparát, který se skládal z čočky a tubusu naplněného vodou. Ten měl za úkol eliminovat lomivost rohovky z dioptrického systému oka. [2,3]

Všechny tyto myšlenky však 60 let nevedly k použitelnému aparátu. Hlavním problémem byla přílišná citlivost rohovky, a tedy nemožnost vyrobit její přesný odlitek. Vše se změnilo v roce 1884, kdy byla zavedena anestezie.

První skleněnou čočku, která byla určena pro člověka, který přišel o víčka a měla zabránit osychání oka, vyrobil sklář Müller z Wiesbadenu v roce 1887. Adolf Eugen Fick z Zürichu v roce 1888 jako první použil termín kontaktní čočka. Sklerální čočku navrhl podle odlitku rohovky, kterou vyrobili v závodech Zeiss Optical Works v Jeně. Fick také objevil způsob korekce různých typů nepravidelného astigmatismu. Nechal proto vytvořit sadu skleněných zkušebních čoček a vybral tu, která jeho pacientům vyhovovala nejvíce. Tyto čočky byly celkem úspěšné při léčbě rohovkových onemocnění a abnormalit, ale stále byly nepoužitelné dlouhodobě pro jejich nepohodlnost a špatnou snášenlivost. [1,2,3]

Eugene Kalt poté popsal metodu, pomocí níž bylo možné vykorigovat keratokonus stlačením vrcholu rohovky a korigovat refrakční vadu pomocí skleněné čočky. Více jak 60 let byly skleněné kontaktní čočky jediné, které se používaly.

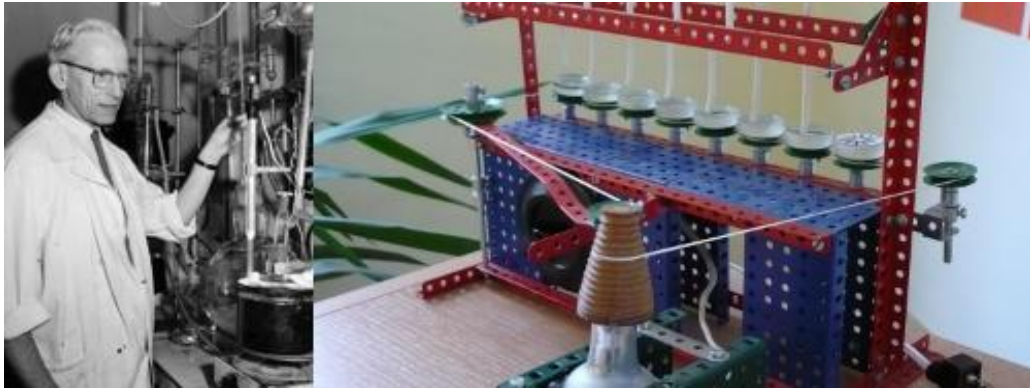
Ve třicátých letech 19. století došlo k velkému pokroku díky vynálezu plexiskla. Tento nový materiál byl transparentní, lehký, chemicky stálý, nerozbitný, odolný proti poškrábání a bylo mnohem jednodušší z něj cokoliv vyrobit. Už v roce 1936 se objevily skleněné kontaktní čočky s plastovými okraji, díky nimž byly lépe snášeny. Tohle vše změnilo směr výroby kontaktních čoček.

V roce 1937 Theodore Obrig navrhl použití fluorescenčního barviva, pro kontrolu aplikace čočky na rohovce pacienta. Se zavedením polymethylmetakrylátu (PMMA) došlo k rozšíření kontaktních čoček a také díky nové technice výroby, takzvanému soustružení. Výhodou PMMA byla nízká hmotnost a vysoká odolnost vůči poškození, nebo prasknutí. Jako první tyto čočky k terapeutickým účelům použil Woody v roce 1954 v Anglii. Měly také žádoucí kosmetické účinky. Inovace ve výrobě vedly k úspěchu kontaktních čoček v jak léčebném, tak i kosmetickém využití.

V roce 1947 představil optik Kevin Touhy nové kontaktní čočky, které byly o něco menší, ale stále kryly celou rohovku a končily přímo na limbu. Omylem při soustružení oddělil optickou část čočky od okrajové části. Když zaleštil okraje a sám ji na sobě vyzkoušel, zjistil že ji dobře snáší. Jejich průměr byl od 10,8 do 12,5 mm. Pro pacienty byly mnohem atraktivnější, protože se nosily snadněji než skleněné a sklerální čočky, které jim předcházely. S tímto novým typem čoček přišlo mnoho změn. Byly opticky čiré a pro lidské oko neviditelné. Ukázalo se, že jsou bezpečnější a mohou se nosit celý den i při sportovních aktivitách. [1,2,4]

První korneální čočky, které zaznamenaly úspěch, navrhl v roce 1950 Frank Dickinson. Měly tloušťku 0,2 mm. O 10 let později se o polovinu ztenčily, měly zaoblené hrany a byly mnohem menší. Díky tomu tolik neomezovaly metabolismus rohovky. Stále však nebyly propustné pro kyslík, což vedlo k nepředpověditelným výsledkům během nošení i po něm.

K velkému průlomu došlo v roce 1958, kdy Otto Wichterle, vědec z československé Národní akademie věd, společně s polymerním chemikem, doktorem Drahoslavem Limem, vyvinul nový měkký plast, hydroxymethylmetakrylát (HEMA gel), který šel snadno tvarovat. Tento materiál byl podroben přísnému biologickému testování a bylo zjištěno, že je plně kompatibilní s lidskou tkání. Ve vlhkém prostředí byl extrémně pružný (pohlcoval asi 40% vody), ale stále silný a schopný držet svůj tvar. Na kontaktní čočky byl tedy naprosto vhodný, otázkou ale zůstávalo jak je vyrobit. Jako první zkoušeli lít gel do forem. Při jejich otevírání se však čočky trhaly a měly nepravidelné okraje. [1,4,5]



Obr. 1: Otto Wichterle a jeho stroj na výrobu kontaktních čoček. [1]

V roce 1961 byl však výzkum ministerstvem zrušen pro malé zisky. Wichterle pak přišel s novou myšlenkou výroby kontaktních čoček pomocí odstředivého lití. Sestrojil tedy doma jednoduchý přístroj z dětské stavebnice Merkur a jako motorek použil dynamo na kolo. Když se zjistilo, že je tahle metoda účinná, začaly se o ni zajímat i zahraniční firmy. Patent na výrobu měkkých kontaktních čoček pak získala firma Bausch and Lomb v USA, která je poprvé představila na světovém trhu v roce 1972. [5]

Později se však přišlo na to, že se u pacientů, kteří nosili měkké, PMMA, nebo tvrdé kontaktní čočky, vyvinul edém rohovky. To ovlivňovalo zrakovou ostrost a schopnost oka snášet čočku. Bylo nutné zlepšení materiálů a to zejména zvýšení jejich propustnosti pro kyslík. V roce 1978 byly vyrobeny první plynopropustné pevné kontaktní čočky z acetátu celulózy. Poté se experimentovalo s různými přísadami a materiály. Tyto čočky se všeobecně nazývají RGP (rigid gas permeable), tedy pevné plynopropustné čočky.

S postupem času se design měkkých čoček zlepšoval. Nebyly však schopné uspokojit pacienty s onemocněním, nebo anatomickým narušením rohovky. Stále se však pracovalo na nových materiálech měkkých čoček. Vznikl silikonový elastomer, který je měkký, vysoce propustný pro kyslík, ale zároveň nepropouští vodu ani látky rozpustné ve vodě. Tyto vlastnosti byly velmi nepříznivé pro samotnou aplikaci a manipulaci s čočkou. Lnula k rohovce tak těsně, že byl velkým problémem s jejím snímáním a mohlo dojít k poškození rohovky. [1,4,6]

V roce 1988 se na trhu objevily první čočky s plánovanou výměnou a o 6 let později, v roce 1994, první jednodenní kontaktní čočky.

V 70. letech minulého století byl pokrok v tomto odvětví spjat s myšlenkou

zkombinovat velmi výhodné vlastnosti silikonových materiálů s hydrofobními tak, aby výsledný materiál byl čirý, co nejvíce propouštěl plyny a zároveň i vodu, vodou rozpustné látky a ionty. První silikonhydrogelové čočky byly na trh uvedeny v roce 1988. Dnes se již používá 2. a 3. generace těchto materiálů.

V současné době je na trhu jak ve světě tak u nás k dostání mnoho výborných druhů čoček. Téměř každý klient si může vybrat podle vlastních nároků, optických parametrů, materiálů a způsobů nošení vyhovující čočky. Jsou velmi moderní a žádanou korekční pomůckou. [1,2]

2. Materiály pro výrobu kontaktních čoček

Během historického vývoje prošly materiály, ze kterých jsou kontaktní čočky vyráběny velkými změnami. S většími znalostmi předního segmentu oka se měnila konstrukce čoček. Výrazný vliv měl i rozvoj vědních oborů jako je fyzika a chemie. Větší nároky se kladly na prodyšnost, přizpůsobivost, pohodlnost a snadnou manipulaci. Vývoj v tomto oboru postupuje velmi rychle, přesto se však nepodařilo vyrobit čočku, která by metabolismus rohovky neomezovala v žádném směru. [3]

2.1. Všeobecné vlastnosti

- Dobrá opracovatelnost – důležitá pro efektivní výrobní proces.
- Kvalita mechanických a chemických vlastností – sem patří například viskozita, tvarová stálost, elasticita, nebo pružnost.
- Biologická nezávadnost – pro splnění této podmínky se provádí různé zkoušky jako test toxicity, snášenlivosti na zvířecích očích a až poté klinické testy. Materiál nesmí předávat do svého okolí žádnou složku.
- Snášenlivost – materiál by neměl omezovat cirkulaci slz, zásobování rohovky kyslíkem, odvod zplodin metabolismu a narušovat fyziologii oka.
- Snadná údržba – materiálem kontaktních čoček nesmí být absorbovány lipidy, proteiny ani konzervační látky.
- Transparentnost – čočka by měla zůstat čirá bez ohledu na světelné podmínky, či kolísání pH slz.

2.2. Specifické vlastnosti

- Index lomu – je základní optickou veličinou, pomocí které dokážeme charakterizovat jakékoliv prostředí. U kontaktních čoček by jeho hodnota měla být co nejbližší indexu lomu slz. Materiál PMMA má index lomu 1,49 a HEMA (38%) za sucha 1,51 a zbobtnalá 1,444.

- Propustnost pro světlo – měla by být nejméně 85%.
- Měrná hustota – pohybuje se od 1,0 do 1,2g/cm³.
- Propustnost pro kyslík
 - Permeabilita – charakterizuje schopnost materiálu propouštět plyny. Je to součin $D \cdot k$, kde D je schopnost molekuly plynu pohybovat se v materiálu a k je množství plynu, který se vejde do určitého objemu.
 - Transmisibilita – je to vlastnost konkrétní kontaktní čočky. Určuje schopnost materiálu propouštět plyny pro membránu určité středové tloušťky.
- Napětí materiálu – je důležitou vlastností pro její správné usazení na oku a dobrou manipulaci.
 - Modul elasticity – říká nám, jak flexibilní materiál je. Čím je jeho hodnota vyšší, tím pevnější čočka je.
 - Koeficient elongace – uvádí se v procentech a udává, kdy se materiál při testech přetrhne. Pokud je koeficient elongace například 150%, znamená to, že čočka může být natažena na 1,5 násobek své velikosti.
 - Slzná síla – udává kolik síly musí být vyvinuto při stlačení materiálu, než začne vylučovat vodu.
- Hydrolitická stabilita – je velmi důležitou vlastností, protože při nestabilitě vody v materiálu může dojít k poškození rohovky, a to jak k epitelárním, tak stromálním defektům.
- Poréznost materiálu – určují ji dva parametry a to přijaté množství vody a chemická struktura polymeru. Například u materiálu HEMA, který obsahuje 38% vody, je velikost pórů 2-3nm. Díky tomu do materiálu nemohou vnikat bakterie, plísně, ani viry. Nízkomolekulární substance, jako plyny a voda, však čočkou ve zbobtnalém stavu procházejí snadno.

- Smáčivost materiálu – tato vlastnost je měřena pomocí takzvaného kontaktního úhlu. Pokud je jeho hodnota 0° , kapka vody (slzného filmu) se po ploše čočky rozprostře rovnoměrně. Naopak úhel 180° znamená, že kapka vody na povrchu vytvoří kuličku. Tento údaj je podstatný pro dobrou snášenlivost kontaktních čoček. U některých materiálů je obtížné dosáhnout dostatečné smáčivosti. Do takových materiálů se dodatečně přidávají hydrofilní komponenty. [3]

2.3. Druhy materiálů

2.3.1. Tvrdé kontaktní čočky

První tvrdé kontaktní čočky byly vyrobeny ze skla, jeho nástupcem se stala první vyrobená umělá hmota a tou byl polymetylmetakrylát (PMMA). O 40 let později pak acetátcelulóza (CAB).

2.3.1.1. PMMA

Tento materiál je používán od 40. let 20. století. Má vysokou propustnost pro světlo, přibližně 92%. Jeho index lomu se pohybuje v rozmezí 1,49-1,50. Velmi nízká je však hodnota Dk a to 0,1-0,3. Tyto nízké hodnoty znamenají, že je téměř nepropustný pro kyslík a jeho přívod a látková výměna je zajištěna cirkulací slz pod kontaktní čočkou. Při delším nošení tak může docházet k problémům jako je edém rohovky, poškození epitelu. Materiál je dostatečně tvrdý, odolný proti poškrábání i rozbití a biologicky nezávadný.

2.3.1.2. CAB

Je známý jako první materiál propustný pro plyny, ze kterého se vyráběly kontaktní čočky. Jeho hodnota Dk 4-8 je však stále velmi nízká. Obsah vody se pohybuje od 1,5% do 2,0%. Má dobrou smáčivost a nepřitahuje proteiny ze slzného filmu. Lipidy však naopak přitahuje a další nevýhodou je, že se snadno poškrábe.

Zvýšit hodnotu Dk a tím i propustnost pro kyslík se podařilo až s vývojem umělých hmot s obsahem křemíku. Kontaktní čočky z těchto materiálů mají hodnotu Dk kolem 70 a metabolismus rohovky již omezují minimálně. Dále se do materiálů přidávají různé příměsi. Ty ovlivňují chemické a fyzikální vlastnosti materiálů.

2.3.2. Měkké kontaktní čočky

Měkké kontaktní čočky se skládají ze dvou, nebo více monomerů polymerovaných dohromady za vzniku kopolymeru. Kopolymery jsou často jednoduše označovány jako polymery.

První materiál pro výrobu měkkých kontaktních čoček, který byl objeven, je hydroxyethylmetakrylát, všeobecně známý jako HEMA. Má volnou hydroxylovou skupinu, která může vázat vodu, což způsobuje, že je hydrofilní. Ve své suché formě je tvrdá a sklovitá. Jakmile materiál hydratujeme, prostory uvnitř čočky se zvětší a naplní vodou, čímž čočka získá spíše houbovitou strukturu. Čočky s vyšším obsahem vody mají obvykle větší póry. HEMA je velmi pohodlný materiál, ale je křehký, snadno se špiní, ztrácí barvu a pro bakterie je poměrně snadné se na něm přichytit. Mimoto, obsah vody je 38% a hodnota Dk je přibližně 9, což je příliš nízká hodnota k udržení zdravého metabolismu rohovky při denním nošení. U hydrogelových materiálů existuje mezi Dk a obsahem vody lineární vztah.

Skutečný přenos kyslíku závisí na tloušťce čočky, ale existují praktické limity na to, jak tenká čočka může být, než se její křehkost stane příliš velkou.

Aby se zlepšila hodnota Dk , musí se zvýšit obsah vody a musí být přidány další monomery. Většina čoček dnes stále obsahuje HEMA spolu s jednou či více přísadami.

- 1) Kyselina metakrylová připojuje na polymer další hydroxylovou skupinu, což zvyšuje obsah vody. Tato složka se nachází v 55% měkkých měsíčních kontaktních čoček.
- 2) Akrylamid obsahuje karboxylovou skupinu, která přitahuje vodu.
- 3) Vinylacetát má také karboxylovou skupinu. Může být použit s HEMA, nebo bez něj.

Další časté přísady jsou methylmetakrylát (MMA), díky kterému je čočka silnější a tužší. Glycerol dodává čočkám hydrofilní prvek a MMA poskytuje lepší optické vlastnosti. Nevýhodou je, že poměrně rychle vysychají a nedají se na ně použít některé roztoky.

2.3.2.1. Faktory ovlivňující obsah vody

Vlastnosti polymerů používaných v měkkých kontaktních čočkách jsou závislé na obsahu vody. Jakákoliv změna má vliv na rozměry, povrchové vlastnosti, hustotu, průhlednost, index lomu a propustnost pro kyslík. Faktory, které mohou způsobit takovou změnu jsou teplota, pH a postupná dehydratace během nošení. V rozmezí mezi 20°C, což je přibližná pokojová teplota, a 40°C, což je přibližná teplota na oku, dojde k poklesu obsahu vody. Význam tohoto poklesu závisí na povaze materiálu. Tento efekt nastává rychle po vložení čočky do oka a nesouvisí s pomalejší dehydratací v důsledku odpařování při nošení. Tonicita může také ovlivnit obsah vody, ale rozdíly na oku nejsou příliš významné.

- Rozměrová stabilita

Základní křivka čočky se se snižujícím se obsahem vody smršťuje. Je známo, že měkké kontaktní čočky mají krátkou dobu usazování, po které se pohybují v oku méně než při vkládání. Doba usazování je obvykle asi 5 minut. U některých typů čoček a u některých pacientů může být delší.

- Smáčivost

Hydrogelové materiály jsou velmi smáčivé pokud jsou zcela hydratované. Pokud však povrch osychá, polymerové řetězce se otáčejí. Při kontaktu s vodními kapkami jsou hydrofilní skupiny otočeny směrem k povrchu, avšak při styku se vzduchem a lipidy se tyto skupiny skryjí a odhalí tak více hydrofilní povrch. Smáčivost materiálu klesá po celou dobu nošení. To může vysvětlovat vysoký výskyt nepříjemných pocitů, zejména ke konci periody. V plně hydratovaném stavu je mezi čočkou a rohovkou tenká vrstva slz, která funguje jako mazivo.

Třecí vlastnosti oka jsou irelevantní. Pokud tato vrstva slz přestane fungovat, stanou se třecí vlastnosti povrchu čočky důležitější než vlastnosti slzného filmu. Výsledkem je, že se sníží pohyblivost čočky. Zmenšení vrstvy slzného filmu mezi předním segmentem oka a víčky může zvýšit jejich citlivost.

3. Jednotlivé druhy speciálních kontaktních čoček

Terapeutické kontaktní čočky a důvody indikace

- Bulózní keratopatie
- Recidivující eroze rohovky
- Perforace rohovky
- Transplantace rohovky
- Rohovková dystrofie
- Kongenitální katarakta
- Neurotrofická keratitida
- Keratokonus
- Syndrom suchého oka
- Poleptání

Diagnostické kontaktní čočky

- Gonioskopické čočky

Protetické kontaktní čočky

Kosmetické kontaktní čočky

Torické kontaktní čočky

Kontaktní čočky pro presbyopii

Ostatní speciální kontaktní čočky

- Piggyback systém
- Ortokeratologické kontaktní čočky
- Hybridní kontaktní čočky
- Chromagen kontaktní čočky
- Lokalizace cizího tělíska

Budoucnost kontaktních čoček

- Kontaktní čočky pro kontrolu hladiny cukru v krvi
- Kontaktní čočky pro sledování nitroočního tlaku
- Kontaktní čočky pro čtení e-mailů

3.1. Terapeutické kontaktní čočky

3.1.1. Výběr terapeutické kontaktní čočky

Výběr terapeutické kontaktní čočky záleží především na cíli léčebného procesu. Obsah vody, tloušťka, propustnost pro kyslík, průměr a zakřivení musejí být v souladu s problémem, který chceme vyřešit. Například kolagenové kontaktní čočky jsou užívány v případě, že lékař chce čočku před aplikací namočit do léčivé látky. Čočky s nízkým obsahem vody se používají, aby se zabránilo osychání oka. Pokud je ale nutné čočky nosit delší dobu jsou vhodné silikonhyrogelové materiály.

3.1.2. Indikace

Terapeutické kontaktní čočky se indikují z mnoha různých důvodů. Mezi nejčastější patří například zmírnění bolesti způsobené defekty, nebo lézemi na epitelu rohovky. Dalším důvodem může být urychlení obnovení, nebo zachování integrity rohovky. Ochrana oka v případě osychání rohovky, zranění, entropie, nebo trichiázy. Pomocí terapeutických čoček je také možná dávkování léků na oční povrch. Nejčastější příčiny indikace terapeutických kontaktních čoček jsou oděrky a eroze na rohovce, rohovkové vředy, keratitida, syndrom suchého oka, bulózní keratopatie, vady víček a keratokonus. Často také řeší pooperační nepohodlí po šití rohovky, nebo po operaci víček.

3.1.2.1. Bulózní keratopatie

V tomto případě jsou terapeutické kontaktní čočky indikovány pro úlevu od bolesti. Jedná se o krátkodobé užití, obvykle když pacient čeká na transplantaci rohovky, nebo pro její ochranu a stabilizaci povrchu. V takových případech by čočka měla být používána co nejkratší dobu, aby se zabránilo sekundární infekci, nebo neovaskularizaci.



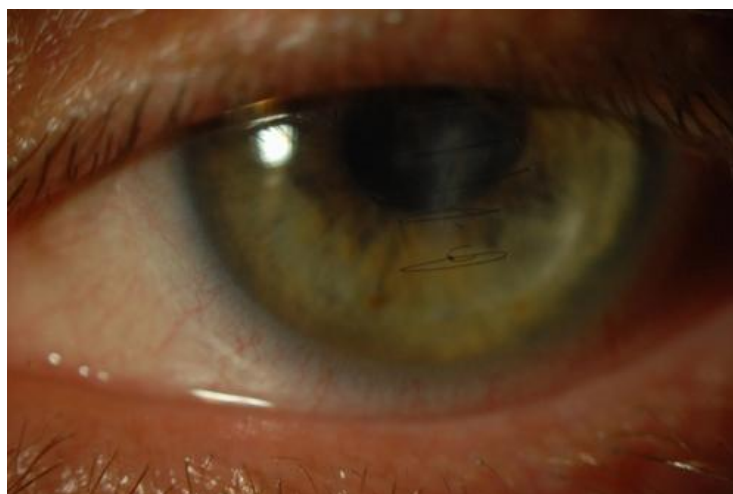
Obr. 2: Aplikace terapeutické kontaktní čočky při bulózní keratopatii. [2]

3.1.2.2. Recidivující eroze rohovky

Epitelovým buňkám obvykle trvá několik měsíců než pevně přilnou na epitelární bazální membránu. Čočky s prodlouženou dobou výměny mohou být v tomto případě použity jako terapeutické na ochranu epitelu během jeho obnovování.

3.1.2.3. Perforace rohovky

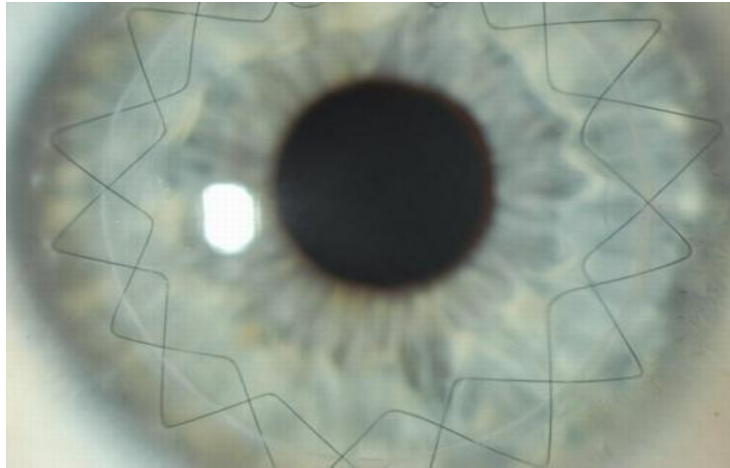
Terapeutické kontaktní čočky jsou užívány, pokud je perforace velmi malá, obvykle menší než 2mm, a pokud v ráně není zanesená tkáň z uvey. Čočka by měla být aplikována poněkud těsněji než je obvyklé, což způsobí otok rohovky. To vede k tomu, že se ranka zacelí, brání odtoku komorové vody a usnadňuje jizvení.



Obr. 3: Aplikace terapeutické kontaktní čočky po perforaci rohovky. [2]

3.1.2.4. Transplantace rohovky

Terapeutické kontaktní čočky jsou užívány pro podporu epitelizace transplantované tkáně rohovky, a pro větší pohodlí pacientů brzy po operaci. Pooperační vyšetření je pak snadnější hlavně u problémových pacientů, jako jsou například děti. Čočka chrání stehy a s nimi související nerovnosti na povrchu a redukuje pooperační zánětlivé stavy.



Obr. 4: Aplikace terapeutické kontaktní čočky po keratoplastice. [2]

3.1.2.5. Rohovková dystrofie

Pacienti s nějakým typem rohovkové dystrofie mají často také epitelární eroze. Ty obvykle působí bolest, pocit cizího tělíska v oku, světloplachost a slzení. Pokud se tyto symptomy objevují opakovaně terapeutické kontaktní čočky mohou pomoci vyléčit eroze a přidružené příznaky.

3.1.2.6. Kongenitální katarakta

Nejdůležitějším krokem při řešení kongenitální katarakty, je chirurgické odstranění zakalené čočky v prvních týdnech života dítěte. Neméně důležitá je následná korekce vysoké hypermetropie, která vzniká v důsledku odstranění čočky. Tu však komplikují změny refrakce dětského oka, která se během prvních dvou let života dítěte mění v závislosti na růstu bulbu. Problémem jsou i různé vzdálenosti, na které dítě zaostřuje. U kojence je tato vzdálenost dána délkou jeho paží, kdežto u ročního a dvouletého dítěte je tomu jinak. Z tohoto důvodu se u dětí používají ke korekci

kontaktní čočky. Podle potřeby se pak v průběhu léčby mění jejich dioptrická hodnota. K těmto účelům se využívají vysoce hydratované, soustružené kontaktní čočky a to v dioptrických hodnotách až +35D a velikostech vyhovujících malým pacientům. Tyto kontaktní čočky se učí aplikovat matka a nemusí být vyjímány kvůli dennímu spánku dítěte.

Podle studií NIH (National Institut of Health), je u malých dětí vhodnější řešit korekci oka kontaktními čočkami a až po dosažení věku pěti let implantovat čočku nitrooční. Výsledky aplikace KČ i IOL jsou ale prakticky stejné, proto je vždy na rodičích a jejich lékaři, pro kterou variantu řešení se rozhodnou. Pokud se rodičům aplikace a údržba kontaktních čoček zdá být příliš náročnou, implantuje se nitrooční čočka dítěti dříve než v pěti letech. [15,16]

3.1.2.7. Neurotrofická keratitida

Toto onemocnění je charakteristické pomalu se hojícími epitelárními defekty a ztrátou citlivosti rohovky. Terapeutické kontaktní čočky mohou pomoci při obnovování epitelu.

3.1.2.8. Keratokonus

Při klasickém případě keratokonu pevné kontaktní čočky vytvářejí na nepravidelné rohovce nový pravidelný povrch a poskytují tak zlepšenou zrakovou ostrost, zatímco brýle často nenabízejí v těchto případech žádný významný přínos. Při jejich aplikaci se však mohou vyskytnout i problémy. Mezi ty hlavní patří decentrace na nepravidelné rohovce, tloušťka čočky, edém, často způsobený nedostatkem pohyblivosti a omezením metabolismu rohovky a v neposlední řadě také nepříjemné pocity při nošení. Pacienti jsou však naštěstí dobře motivováni, protože rozdíl mezi brýlemi a čočkami je znatelný.

Cílem je, aby čočka byla naaplikována s žádným, nebo minimálním dotykem na vrcholku konu. Měla by být navržena tak, aby pod ní byla umožněna dobrá cirkulace slz, ideálně však bez nadměrného hromadění. Na oku by měla být co nejstabilnější a zároveň by její nošení mělo být komfortní. [7,8]

Nejčastěji jsou užívány pevné kontaktní čočky, u kterých rozeznáváme 3 techniky aplikace:

1) Plochá, neboli two-point touch - v tomto případě téměř celá váha čočky leží

na vrcholu konu a další bod se opírá a horní část limbu.

2) Rozdělená podpora, neboli three-point touch – zde je cílem rozložit váhu čočky mezi vrchol konu a paracentrální vrchol rohovky. Tato technika je nejpoužívanější.

3) Strmá – u této metody nejsou opěrné body na vrcholu konu, ale na paracentrálním vrcholu rohovky, jejíž vrchol je čočkou překlenut.

V některých případech mohou být užity i měkké kontaktní čočky v závislosti na stupni deformace rohovky. Jsou pohodlnější a u mírných až středně těžkých forem keratokonu mohou být účinné. Stále nejefektivnější jsou pevné kontaktní čočky, které zajišťují ostřejší vidění. [7]

V některých případech vyboulení povrchu rohovky při keratokonu znemožňuje klasické pevné čočky správně aplikovat. Nerovnosti mohou způsobit decentraci, nebo vypadávání čočky z oka během mrkání. V těchto situacích může specialista doporučit kontaktní čočky s velkým průměrem, takzvané sklerální. Tyto čočky spočívají až na bělmu oka a nad nepravidelnou rohovkou vytvářejí nový pravidelný povrch. Princip je tedy stejný jako u klasických pevných kontaktních čoček, ale pro některé pacienty může být tento typ čočky pohodlnější. Důvodem je stabilnější aplikace a také to, že nevyvíjejí téměř žádný tlak na citlivou rohovku. [19]

Každý nositel RGP s keratokonem by měl chodit pravidelně, nejméně jednou za 6 měsíců na kontrolu a zhodnocení stavu. Měl by znát příznaky, při kterých je nutná neplánovaná návštěva odborníka. Při každé návštěvě by se měl zkontrolovat zejména povrch čočky. Hladký vnější povrch a okraje jsou důležité pro udržení ideální smáčivosti a komfortu během nošení. Aplikace je obvykle zhodnocena pomocí fluoresceinu a šterbinové lampy. Stejně tak se vyšetřuje, zda nedošlo k poškození rohovky. Pokud se sníží kvalita povrchu čočky kvůli deformacím, usazeninám, nebo poškrábání, je třeba čočky vyměnit. Obvykle je to po 1-2 letech nošení.

Jak keratokonus postupuje a konus se stává strmějším, aplikace kontaktní čočky je náročnější.

Díky vývoji materiálů a technik aplikace jsou čočky v případech keratokonu čím dál více úspěšné. [8]

3.1.2.9. Syndrom suchého oka

Terapeutické kontaktní čočky mohou být u pacientů se syndromem suchého oka použity pro zlepšení komfortu. Je však důležité mít na paměti, že u těchto pacientů se na kontaktní čočce vytvářejí usazeniny snadněji. Pokud jsou na rohovkovém epitelu trhliny, je tu také nebezpečí infekce. Pacient proto musí být pečlivě sledován. Nejvhodnější typ čočky je v této situaci čočka s nízkým obsahem vody, která má tendenci zachovat slzný film a snižuje odpařování slz. [7,8]

3.1.2.10. Poleptání

Během prvních 2 týdnů po zranění může být zánětlivá reakce tak intenzivní, že není možné čočku aplikovat. Pokud tato reakce ustoupí můžeme čočky použít pro urychlené obnovení epitelu a jeho ochranu před víčky, na kterých mohou důsledkem poleptání zůstat jizvy. U těchto pacientů by měly být často používány umělé slzy a antibiotika. [7,8]

3.1.3. Principy aplikace

Chceme-li určit přesné zakřivení terapeutické kontaktní čočky, provádí se měření centrálního zakřivení rohovky pomocí keratografu, nebo rohovkového topografu. Obecně platí, že by terapeutické čočky měly na rohovce sedět těsněji, než je obvyklé. Průměr by měl být dost velký na to, aby kryl celou rohovku a čočka by se v oku měla méně pohybovat. I přes to je nutné zachovat cirkulaci slz. Každopádně by terapeutická čočka neměla žádným způsobem traumatizovat rohovku, nebo omezovat pohodlí pacienta.

3.1.4. Udržování

Frekvence kontrol stavu kontaktních čoček závisí na průběhu a komplikacích během léčby. Pokud je léčena perforace rohovky, nebo dochází ke ztrátě citlivosti rohovky, musí být kontrola prováděna denně. V případě keratitidy, bulózní keratopatie, nebo opakující se eroze rohovky se doporučuje kontrola jednou týdně. Lékař by měl zhodnotit stav rohovky a určit, zda je nutná její výměna. Často se také používají běžné jednorázové kontaktní čočky jako terapeutické. [8]

3.1.5. Kontraindikace

Nejdůležitější kontraindikací je oční infekce jakéhokoli druhu, stejně tak jako neschopnost pacienta vrátit se do ordinace na adekvátní sledování. Další stavy neslučující se s aplikací terapeutických kontaktních čoček jsou blefaritidy, abnormality u slzného filmu, nebo špatná osobní hygiena. [8]

3.2. Diagnostické kontaktní čočky

3.2.1. Gonioskopické čočky

Gonioskopie je vyšetřovací metoda, která se používá pro vyšetření úhlu přední komory. Její největší využití je při rozlišování typu glaukomu, zde se jedná o glaukom s otevřeným, částečně uzavřeným či uzavřeným úhlem. K vyšetření se používá biomikroskop a speciální kontaktní čočka. Ta se přímo na rohovku přikládá po lokální anestezii. To nám umožní zobrazit zvětšený obraz předněkomorového úhlu. Zde si pak všimáme jeho velikosti, srůstů kořene duhovky, náplně Schlemmova kanálu, uloženin pigmentu atd.

Rozeznáváme dva typy goničoček, a to buď s přímým výstupem světla, nebo s nepřímým výstupem světla s pomocí zrcadel a štěrbinové lampy.

3.2.1.1. Přímá gonioskopie

Využívá se při ní Koppeho konvexní čočka, která se přikládá na rohovku v lokální anestezii. Máme široký pohled na komorový úhel. Zvětšení je dobré a s použitím mikroskopu si můžeme prohlédnout i drobné detaily. Pacient při tomto vyšetření leží na zádech a nelze použít štěrbinovou lampu. V dnešní době se již moc nevyužívá pro svou obtížnost.

3.2.1.2. Nepřímá gonioskopie

Využívá se při ní nejčastěji Goldmannova goniočočka a štěrbinová lampa. Sussmannova, van Beuningenova, Zeissova a Posnerova jsou další typy goniočoček. Pacient je vyšetřován v sedě. Čočka se opět přikládá přímo na znečitlivěnou rohovku, ale díky pomalému pootáčení si můžeme prohlédnout celých 360°. Jedná se o nejrychlejší a nejvyužívanější typ vyšetření. [9]



Obr. 5: Goldmannova goniočočka. [3]

3.3. Protetické kontaktní čočky

Protetické kontaktní čočky jsou barvené kontaktní čočky, které se používají ke zlepšení vzhledu poškozeného oka, nebo pomáhají upravit vidění špatně fungujícího oka. Tyto čočky mohou také korigovat refrakční vadu. Musejí však mít čistou pupilu. Pokud se užívají pro zlepšení vzhledu slepého oka, může mít čočka černou neprůhlednou pupilu. Jakákoliv část oka může být viditelně poškozena v důsledku traumatu, oční nemoci, systémových zdravotních problémů, nebo vrozených vad. Tyto čočky mohou být také použity ke skrytí enukleovaného oka, skrytí oka během zrakové terapie, nebo pro snížení oslnění a světloplachosti.

3.3.1. Typy protetických kontaktních čoček a jejich indikace

Protetické kontaktní čočky mohou být z polymethylmetakrylátu (PMMA), pevné (RGP), sklerální i měkké kontaktní čočky.

3.3.1.1. PMMA a RGP

Jak PMMA tak RGP protetické kontaktní čočky mohou být vykreslené do posledního detailu, tak aby odpovídaly vzhledu zdravého oka. Měkké kontaktní čočky oproti tomu nemohou být individualizovány. Viditelně poškozená rohovka často vykazuje nepravidelný astigmatismus. V takových případech mohou PMMA a RGP čočky nejen zlepšit vzhled, ale také upravit vízus pacienta. Pro svůj menší průměr a větší pohyblivost na oku však nejsou vhodné pro maskování anomálií, které se nacházejí na okrajové části rohovky, nebo zasahují do velké části předního segmentu.

3.3.1.2. Sklerální

Sklerální kontaktní čočka je indikována, pokud se korneální čočku nedaří soustředit na střed rohovky, nebo když je cílem zlepšit vzhled bělma. Jejich aplikace však vyžaduje značný čas a měly by být užity pouze v případě, že všechny snahy o vyřešení problému pomocí ostatních typů KČ selhaly.

3.3.1.3. Měkké

Měkké protetické kontaktní čočky jsou vyráběny v různých průměrech, tloušťkách a barvách. Barva by měla být stanovena po porovnání se zdravým okem na denním světle, nebo pod šterbinovou lampou. [7,8]



Obr. 6: Příklad aplikace protetické kontaktní čočky [4]

3.4. Kosmetické kontaktní čočky

Kosmetická kontaktní čočka je barvená, nebo tónovaná kontaktní čočka, která má za úkol zvýraznit, nebo změnit vzhled normálního zdravého oka. Barevné tónované čočky mohou a nemusí korigovat refrakční vadu. Čočky, používané ke zlepšení zrakové ostrosti mají čistou pupilu. Mohou být také užity pro snížení oslnění a světloplachosti, pro zlepšení vidění a pohodlí.

3.4.1. Typy

Kosmetické kontaktní čočky jsou téměř vždy měkké, protože pevné plynopropustné čočky mají nedostatečný průměr a příliš se pohybují na to, aby pokryly celou duhovku. Mohou být tónovací, které barvu pouze zvýrazní, nebo krycí, které barvu úplně změní.

3.4.2. Indikace

Kosmetické kontaktní čočky jsou obvykle aplikovány, protože si pacient přeje změnit barvu duhovky. Tónovací čočky obvykle slouží ke zvýraznění přirozené barvy duhovky. Modré oči jsou hlubší, zelené působí zářivěji. Krycí kosmetické kontaktní čočky mohou z hnědých očí udělat modré, z modrých levandulové, nebo mohou změnit jakoukoliv barvu očí na jantarovou, oříškovou, nebo libovolnou další barvu. Velmi populární jsou také takzvané crazy čočky, které se používají, aby oči vypadaly dramatičtěji.



Obr. 7: Ukázka aplikace tzv. crazy čoček [3]

3.5. Torické kontaktní čočky

Torické kontaktní čočky jsou speciálně navržené kontaktní čočky pro korekci astigmatismu. Jsou k dispozici jak v měkkém provedení, tak v pevném. Populárnější jsou samozřejmě měkké, pro svou pohodlnost během nošení. Klasické kontaktní čočky mohou vykorigovat běžné formy rohovkového astigmatismu, bez nutnosti torického designu. Ty jsou tedy nutné pouze u vyšších hodnot astigmatismu, nebo při méně běžných typech astigmatismu. [19]

3.5.1. Indikace

Existují dva důvody pro aplikaci torických kontaktních čoček. A to, že sférické čočky neposkytují dostatečnou optickou korekci astigmatismu, nebo že je správná aplikace sférické čočky znemožněna nerovností rohovky. Při aplikaci kontaktních čoček se běžně ignorují nízké hodnoty celkového astigmatismu. Mnoho pacientů

ani astigmatismus menší než 1D neobtěžuje. To je částečně způsobeno efektem slzné čočky, která se vytvoří pod kontaktní čočkou a částečně korekcí čočky samotné. Pokud je tento postup úspěšný, velmi se zjednoduší aplikace. V některých případech však pacienti s pouhými 0,5D vyžadují torické kontaktní čočky pro dosažení uspokojivého vidění.

3.5.2. Typy torických kontaktních čoček

Typy pevných torických kontaktních čoček

- Přednětorické
- Zadnětorické
- Bitorické

Typy měkkých torických kontaktních čoček

- Přednětorické
- Zadnětorické

3.5.2.1. Pevné plynopropustné torické kontaktní čočky

- Přednětorické

Čočka má sférickou zadní plochu a cylindrickou přední plochu pro korekci zbytkového astigmatismu. Je nutná stabilizace pro udržení správné osy cylindru.

- Zadnětorické

Tyto čočky mají přední plochu sférickou a zadní plochu torickou. Zakřivení zadní plochy je velmi podobné zakřivení rohovky. Toricita zadní plochy zajišťuje, že čočka na rohovce lépe sedí a nejsou proto nutné stabilizační prvky. Stále by však měla být na oku pohyblivá a měla by umožňovat dostatečnou cirkulaci slz. Zadnětorické čočky jsou vhodné pro vyšší formy astigmatismu (větší než 2D).

- Bitorické

Jak centrální tak periferní zadní plocha jsou torické v kombinaci s cylindrickou přední plochou. Stabilizace je obvykle nutná pro udržení správné orientace osy cylindru.

3.5.2.2. Měkké torické kontaktní čočky

- Přednětorické

Torická je přední plocha čočky. Stabilizace je většinou nutná a zadní plocha může být sférická i asférická.

- Zadnětorické

Zadní plocha čočky je torická. Tyto čočky jsou logicky využívány nejčastěji, protože převážná většina astigmatismů je rohovkových. Zadní povrch čočky je v podstatě určen k neutralizaci toricity rohovky a přední plocha ji nahradí.

3.5.3. Metody stabilizace torických čoček

3.5.3.1. Prizmatický balast

Na spodní části čočky se vytvoří prizma. Nejčastěji se užívá prizma o hodnotě 1,5pd, horní hranicí jdou 3pd. Orientaci čočky pak zajišťuje gravitace.

3.5.3.2. Trunkace

Okraj čočky se zkracuje o 0,5-1mm, ideálně tak, aby spodní okraj seděl na dolním víčku. Tento postup je neúčinný pokud má čočka malý průměr, nebo pokud je dolní víčko níže než limbus. Někdy jsou tyto dvě metody kombinovány pro lepší rotační stabilitu.

3.5.3.3. Dvojitě ztenčení

Horní a spodní okraj čočky je ztenčený. To zajišťuje, že se čočka po mrknutí snáze vrátí do správné pozice.

3.5.4. Orientační značky

Pro správné určení, nebo kontrolu aplikace torických čoček, jsou u měkkých kontaktních čoček používány orientační značky. Mohou to být rysky, nebo čísla vytvořená laserem. Lokalizace, nebo vzájemná vzdálenost těchto značek se liší podle výrobce. Mezi časté značky patří například 3 rysky ve spodní části čočky, které jsou od sebe vzdáleny 10°, rysky u čísel 6 a 12, nebo 9 a 3 ve vzdálenosti 180°, nebo rovnou uvedena čísla 3, 6 a 9 ve vzdálenosti 90°. [7,8]

3.6. Kontaktní čočky pro presbyopické pacienty

Mnoho presbyopických pacientů, zejména těch, kteří nejsou zvyklí nosit brýle z dřívější doby, má zájem o korekci pomocí kontaktních čoček. Existuje celá řada způsobů, jak korigovat presbyopii pomocí čoček. Tyto možnosti mohou být rozděleny do 3 hlavních kategorií.

- doplňková korekce k brýlím
- monovision
- bifokální a multifokální kontaktní čočky

Každá z těchto metod má své výhody i nevýhody. Které řešení bude nejvhodnější, záleží na prioritách a požadavcích pacienta.

Doplňková korekce se dá řešit dvěma způsoby. Buď se naaplikují kontaktní čočky na dálku a na čtení si pacient musí nasadit brýle, nebo naopak. Nicméně jsou při této metodě stále potřeba brýle, které jsou navíc samostatně nepoužitelné, což pro pacienta nemusí být dostačující.

Monovision znamená, že dominantní oko je vykorigováno do dálky a druhé do blízka. Tato metoda nemusí být úspěšná u všech pacientů.

Bifokální a multifokální kontaktní čočky se vyrábějí jak v RGP variantě, tak hydrogelové. Podle toho na jakém principu tyto čočky fungují je můžeme rozdělit do dvou skupin, a to jsou simultánní a alternativní kontaktní čočky.

3.6.1. Simultánní kontaktní čočky

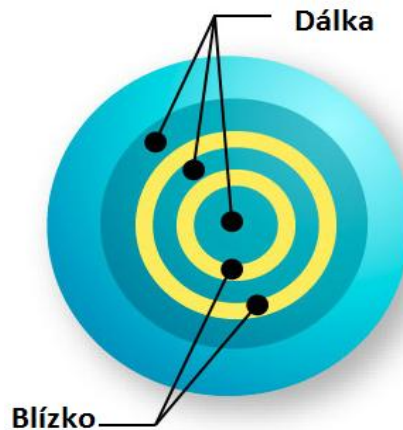
Princip simultánní kontaktních čoček spočívá v tom, že před pupilou se nacházejí současně zóny pro korekci do blízka, dálky a popřípadě i střední vzdálenosti. Pokud se pacient dívá na blízký předmět, obraz zobrazený zónou na korekci blízka bude ostrý, obrazy zobrazené zónami do dálky a na střední vzdálenost ostré nebudou. Pacienta proto můžou obtěžovat různé stíny, nebo duchové kolem ostrého obrazu. K vizuální adaptaci dochází časem. [7, 8]

Simultánní kontaktní čočky můžeme dále rozdělit do 3 skupin.

3.6.1.1. Koncentrické

Koncentrické simultánní čočky mají dobře definované zóny korekce pro různé vzdálenosti, které jsou uspořádané do kružnic. V centru tohoto terče se může nacházet

jako korekce na blízko tak na dálku.



Obr. 8: Simultánní koncentrická kontaktní čočka [7]

3.6.1.2. Asférické

Postupné oplošťování čočky od středu k periferii zajišťuje progresivní změnu vrcholové lámavosti. Zde je nejčastější variantou čočka, v jejímž středu se nachází korekce na dálku a směrem k periferii je postupně přidávána adice.

3.6.1.3. Difrakční

Tyto čočky využívají ohybu světla při interakci s překážkou. Jsou tvořeny sérií prizmat, které jsou seřazeny koncentricky bází dovnitř. Síla těchto prizmat klesá směrem ke středu, tak aby byl ohybem paprsků vytvořen jeden ostrý obraz.

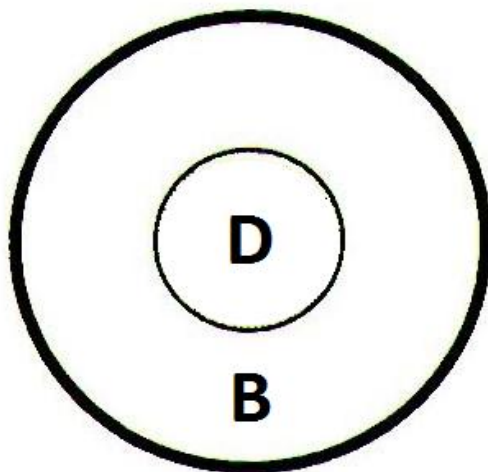
3.6.2. Alternativní kontaktní čočky

Alternativní typ čoček zajišťuje jak na dálku, tak na blízko lepší ostrost než monovision, nebo simultánní kontaktní čočky. Je to díky tomu, že před pupilou se při různých směrech pohledu nachází vždy jen jedna zóna. V horní či střední části se nachází korekce na dálku a ve spodní či periferní části je korekce na blízko. Je nutné, aby se pacient díval vždy jen přes jednu zónu. Proto se čočka na oku musí pohybovat. Pokud se tedy podívá směrem dolů, čočka se opře od okraj spodního víčka a posune se směrem nahoru, to zajistí, že před pupilou je korekce na blízko.

Alternativní kontaktní čočky můžeme rozdělit do dvou skupin.

3.6.2.1. Koncentrické

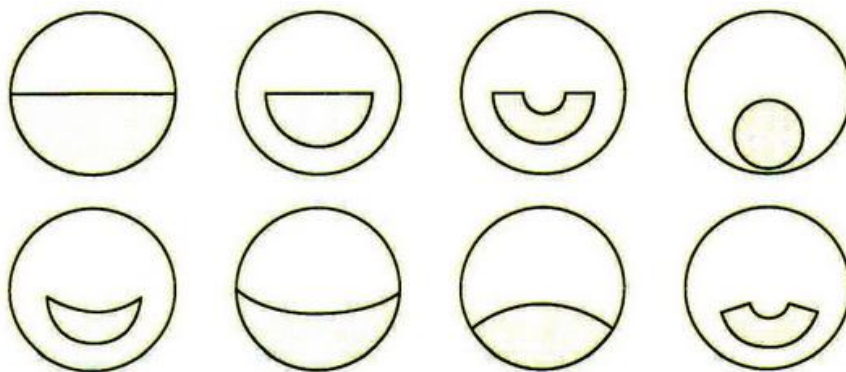
Koncentrické alternativní kontaktní čočky jsou pouze bifokální. Ve středové části se většinou nachází korekce do dálky a v periferii korekce do blízka. Díky koncentrickému uspořádání nedochází k narušení vidění v důsledku rotace čočky.



Obr. 9: Alternativní koncentrická čočka.[8]

3.6.2.2. Se segmentem

Kontaktní čočky se segmentem se principem velmi podobají bifokálním brýlovým sklům. V horní části se nachází zóna pro korekci do dálky a ve spodní části zóna pro korekci do blízka. Segmenty mohou mít různé tvary, ale zpravidla každý z nich zaujímá přibližně polovinu čočky. [8]



Obr. 10: Alternativní bifokální kontaktní čočky s různými tvary segmentu. [8]

3.7. Ostatní speciální kontaktní čočky

3.7.1. Piggyback systém

Při této technice se měkká kontaktní čočka používá jako nosič a RGP čočka se aplikuje na ni. Někteří pacienti, kteří špatně snáší RGP, jsou s tímto způsobem aplikace spokojeni. Přidáním měkké kontaktní čočky se jim dostane požadovaného komfortu se zachováním vynikajícího vidění, které poskytují RGP čočky.

Tento systém se používá při korekci keratokonu, nebo také jako terapeutické kontaktní čočky při poškození rohovky.

Pokud je tento systém předepsán, musí být pacient poučen o tom, jako čočky správně naaplikovat, vyjímat, popřípadě dezinfikovat. Systém péče o měkké kontaktní čočky lze aplikovat i na RGP. [8]



Obr. 11: Piggyback systém. [5]

3.7.2. Ortokeratologie

Ortokeratologie využívá speciálních pevných plynopropustných kontaktních čoček, za účelem změny tvaru rohovky. Tímto způsobem se dá korigovat nízká a střední forma myopie. Mohou být však účinné i při nízkých formách astigmatismu.

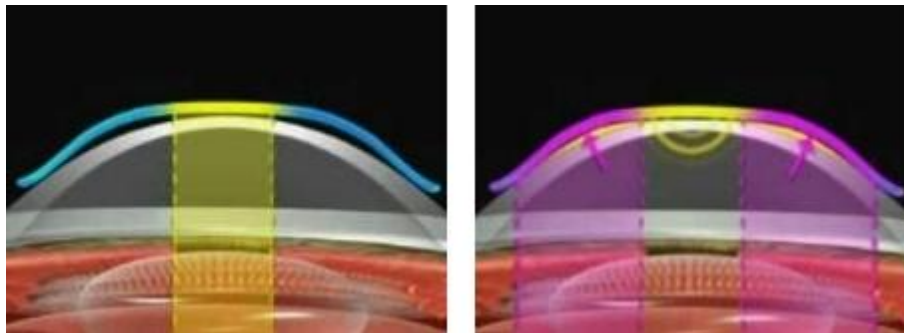
Ortokeratologické kontaktní čočky jsou užívány přes noc a po probuzení se z oka vyjmají. Cílem je upravit vidění bez užití brýlí, nebo kontaktních čoček v průběhu dne. Účinky na tvar oka jsou však pouze dočasné a pokud čočky několik dnů pacient neaplikuje, vrátí se rohovka do původního tvaru.

Největší výhodou je, že se tyto kontaktní čočky nemusí nosit během dne, což je užitečné během činností, jako je plavání, nebo kontaktní sporty. Díky režimu

nošení jsou velmi populární hlavně u dětí.

Pomocí těchto čoček se dá korigovat vidění na dálku. Je-li však pacient v presbyopickém věku, bude stále potřebovat brýle na čtení. Také může být pomocí ortokeratologických čoček vykorigováno jedno oko na dálku a druhé na blízko, stejně jako u běžných kontaktních čoček. Existují však faktory, které ovlivňují rychlost léčby. Patří sem například hodnota refrakční vady na začátku léčby, tuhost rohovky, nebo kvalita a kvantita slzného filmu.

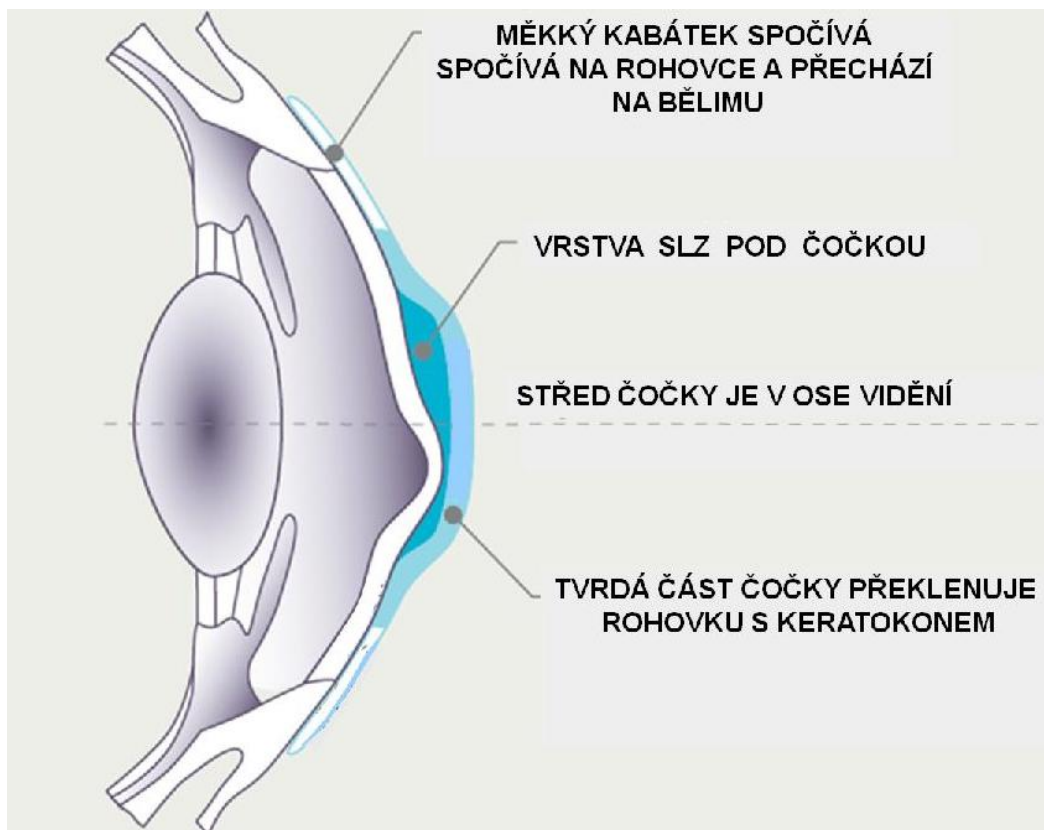
Dlouhodobá úspěšnost léčby vyžaduje kombinaci správně vybraných čoček, striktní dodržování režimu nošení a péče o čočky, pravidelné kontroly u specialisty a včasné řešení případných problémů. [17,18]



Obr. 12: Princip aplikace ortokeratologické čočky. [2]

3.7.3. Hybridní kontaktní čočky

Tyto čočky mají pevnou optickou část, vyrobenou z plynopropustného materiálu a hydrofilní měkké okraje. Což znamená, že poskytují kvalitu vidění jako RGP a komfort jako měkké čočky. Jsou výbornou volbou při astigmatismu, nebo nepravidelnostem na rohovce. [8]



Obr. 13: Příklad aplikace hybridní kontaktní čočky na oku s keratokonem. [6]

3.7.4. Chromagen kontaktní čočky

Tyto měkké kontaktní čočky jsou vyráběny s nádechem různých barev v různých odstínech v místě zornice. Mohou být aplikovány jak monokulárně tak binokulárně, důležité však je, aby byly obě oči vidoucí. Indikací těchto kontaktních čoček je defekt barevného vidění.

Zbarvení těchto čoček může být oranžové, růžové, fialové, žluté, nebo zelené. Nejvíce vyhovující barva je vybírána společně s pacientem při vyšetření. Na plátno se promítají barevné obrazce a pacient si sám určí, se kterou barvou v čočkách a v jaké intenzitě se mu nejvíce zvýrazní jednotlivé barvy na plátně.

Tuto metodu jako první zkoušel David Haris v Anglii. V České republice se tento způsob korekce barevných odchylek nepoužívá. [3]

3.7.5. Lokalizace cizího tělíska

Před vyjmutím cizího tělíska z oka musí být nutně určena jeho přesná poloha v očním bulbu. K tomu slouží lokalizátory. Ty jsou vyráběny z různých materiálů, ale pracují na stejném principu. Jedná se o kombinaci speciální kontaktní čočky a rentgenových snímků. Poloha tělíska se posléze vyhodnocuje ze snímků pomocí šablon a výpočtů. Pro přesnou lokalizaci je také důležité, aby byla čočka správně naaplikována, což není vždy možné kvůli nerovnostem na rohovce.

3.7.5.1. Combergovy lokalizátory

Tento typ je zhotoven ze skla, nebo čirého plastu. Skládá se z rohovkové a sklerální části. Na okrajích rohovkové části jsou zataveny 4 symetricky rozmístěné olověné body.

3.7.5.2. Baltinovy lokalizátory

Tento typ se vyrábí z lehkých kovů, zpravidla z hliníku. V centrální části se nacházejí 4 olověné body, které jsou umístěny 0,5mm od kruhového otvoru. Vyrábějí se v sadě, která obsahuje 3 lokalizátory. Ty mají stejný poloměr křivosti 12,5mm, ale velikost středních otvorů se liší. Značí se čísla, která znamenají:

- 1 – průměr otvoru 12,5mm
- 2 – průměr otvoru 11mm
- 3 – průměr otvoru 9mm

Čočka se před rentgenovým vyšetřením aplikuje vleže při pohledu pacienta směrem dolů a po odtazení horního víčka. Snímky se zhotovují dva. První zadopřední a druhý boční. Centrální paprsek na zadopředním snímku prohází osou bulbu a na bočním snímku limbem. Pro snadnější orientaci na těchto snímcích se používají šablony. Velikost této šablony musí odpovídat měřítku zvětšení pro ohniskové vzdálenosti lokalizátoru od rentgenové lampy (60, 100, 150cm). Po provedení snímků se čočka vyjme pomocí jemné pinzety, nebo tupé kanyly. [10]

V dnešní době CT a RTG vyšetření se však již nevyužívají a jde spíše o historickou metodu.

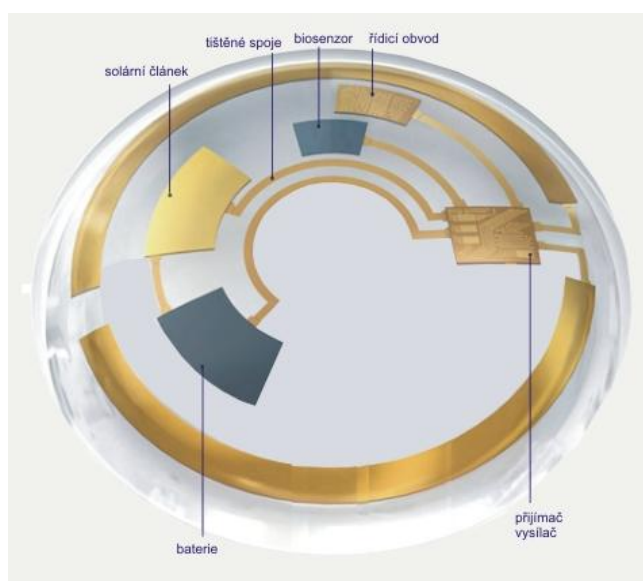
3.7.6. RGP čočky s velkým průměrem

Pevné kontaktní čočky s průměrem 10,5 – 15mm byly navrženy pro korekci keratokonu a jiných nepravidelností na rohovce. Takzvané sklerální kontaktní čočky mohou mít průměr až 25mm a mají velmi vysokou hodnotu *Dk*. Ačkoliv se pevné kontaktní čočky s větším průměrem lépe centrují a jejich nošení je komfortnější než už korneálních RGP čoček, jejich aplikace je často náročná. [8]

4. Budoucnost speciálních kontaktních čoček

4.1. Kontaktní čočky pro kontrolu hladiny cukru v krvi

Pro plnohodnotný život diabetiků je nezbytná pravidelná kontrola hladiny cukru v krvi. Existuje možnost, že si brzy budou moci hladinu glukózy změřit pouze ze slzného filmu díky speciálním kontaktním čočkám. Tyto čočky by v sobě měly zabudovaný miniaturní senzor. Ten je schopný získat informaci o hladině cukru v krvi, pokud je v kontaktu s lidskými slzami. Díky mikročipu a anténě jsou tyto informace předávány do spárovaného externího zařízení. Napájení zajišťují 3 tenké drátky, které obepínají čočku a rádiové vlnění ze vzduchu. Elektrostatický náboj, který vzniká se hromadí v kondenzátoru. Ten pak dodává potřebnou energii, která je nutná pro zaslání hodnot do čtecího zařízení. Další zvažovanou možností je napájení pomocí sluneční energie. Příkon čipu by měl být pouze jeden mikrowatt. Další zvažovanou vychytávkou je přidání výstražného systému do čočky. Ten je založený na LED světle, které by nositele upozorňovalo na náhlou změnu hladiny cukru v krvi, bez toho aniž by musel kontrolovat spárované zařízení. Tyto čočky mohou stále plnit funkci korekční pomůcky v případě krátkozrakosti, dalekozrakosti i astigmatismu. Dále také nemusí být měření omezeno pouze na glukózu. Stejně dobře mohou čočky sloužit při kontrole cholesterolu či dalších látek, jako prevence možných onemocnění. [11]



Obr. 14: Návrh kontaktní čočky, pro kontrolu hladiny cukru v krvi. [14]

4.2. Kontaktní čočky pro sledování nitroočního tlaku

Švýcarští vědci pracují na vývoji elektronické kontaktní čočky, která je schopná nepřetržitě měřit nitrooční tlak. Jedná se o měkkou kontaktní čočku, ve které je integrovaný tenzometr a mikročip, který zpracovává data. Pacient by také nosil soustavu antén kolem očního důlku, které čočku napájí a čtou informace přicházející z mikročipu. Tato anténa je připojena tenkými kabely k přenosnému externímu zařízení, které zapisuje a ukládá informace o měření a odesílá je bezdrátově do koncového zařízení. V PC lékaře by pak byl nainstalovaný software, který by informace načel a vizualizoval. Odborníci by pak mohli posuzovat nitrooční tlak celý den, bez nutnosti přítomnosti klienta na klinice. [12]

4.3. Kontaktní čočky pro čtení e-mailů

Vědci z Washingtonu navrhli první prototyp počítačové kontaktní čočky, na které můžete vidět aktuální informace. Čočka sice obsahovala jen jeden pixel, ale dokazuje, že koncept funguje bez jakýchkoliv nežádoucích vedlejších účinků. Mohou tak bez obav zkoušet vyvíjet čočky s více pixely. To by mohlo vést ke kontaktním čočkám, pomocí kterých si budeme moci přečíst e-mail, nebo novinky na internetu. Zařízení by také mohlo uživateli zprostředkovávat informace z okolí, nebo může být použito v mnoha dalších případech, jako je hraní her, nebo navigace. Je tu také možnost spojení s některou z předchozích speciální kontaktních čoček. Vložením biosenzoru by pak klientovi mohla sloužit také ke kontrole nitroočního tlaku nebo hladiny glukózy v krvi.

Výzkumníci však musí řešit omezení minimální ohniskové vzdálenosti lidského oka začleněním sady Fresnelových čoček (Fresnelova čočka má nižší hmotnost než běžná čočka, protože jsou z ní odstraněny části, které se nepodílejí na lomu paprsků.) a tím zajišťují, že se obraz promítá na sítnici správně. Prototyp této čočky se skládá z antény, která posílá do čočky nahromaděnou energii z externího zdroje a integrovaného obvodu, který tuto energii ukládá a přenáší ji do průhledného safírového čipu, který obsahuje modré LED světlo. Tento prototyp byl vyzkoušen na králičím oku, aby vědci mohli vyhodnotit účinky a bezpečnost čočky.

Vědci však připouští, že je čeká ještě dlouhá cesta k vyvinutí plně funkční, dálkově poháněné kontaktní čočky s vysokým rozlišením. [13,14]

ZÁVĚR

V úvodních kapitolách je stručně shrnuta historie kontaktních čoček a materiály, ze kterých jsou vyráběny. Následuje stěžejní část práce, věnovaná speciálním kontaktním čočkám. V závěru se nastíněno možné využití speciálních kontaktních čoček v budoucnosti.

Cílem práce bylo zejména přehledně uspořádat jednotlivé druhy speciálních kontaktních čoček. Dále také popsat jejich využití v praxi, indikaci a principy aplikace.

Vývoj tohoto odvětví jde neustále dopředu, a proto si můžeme jenom domýšlet, ke kolika dalším účelům budou kontaktní čočky v budoucnosti využívány. Stále jsou nejčastěji vyhledávány kvůli korekci refrakční vady. Mohou však sloužit jako významný pomocník během léčby různých onemocnění a pooperačních stavů. K těmto účelům se však aplikují pouze lékaři.

V praxi optometristy se můžeme setkat zejména se speciálními kontaktními čočkami určenými ke korekci vad jako je presbyopie, nebo astigmatismus.

ZDROJE:

[1] SIVIGLIA, Nick. A History of Contact Lenses. In: *Edward Hand Medical Heritage Foundation* [online]. Lancaster, 2010 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: http://edwardhandmedicalheritage.org/history_of_contact_lenses.html

[2] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Kontaktní čočky*. První. Brno: Mikada, 2003. ISBN 80-7013-387-2.

[3] PETROVÁ, Sylvie, Zdeňka MAŠKOVÁ a Tomáš JUREČKA. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Druhé. Brno: Mikadapress, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.

[4] MICHÁLEK, J. *Historický vývoj kontaktních čoček a materiálů pro ně*. Trendy v oční optice, ročník 7, 2009, č. 1, str. 14 - 15. ISBN 978-80-904231-0-7.

[5] WICHTERLE, O. *Vzpomínky*. Praha: Evropský kulturní klub, 1992. ISBN 80-85212-23-4.

[6] EFRON, N. *Contact Lens Practice*, second edition. Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.

[7] GASSON, Andrew a Judith A. MORRIS. *The contact lens manual: a practical guide to fitting*. 4. Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-7590-1.

[8] J. MANNIS, Mark a Karla ZADNIK. *Contact lenses in optical practise*. 1. Springer, 2003. ISBN 978-0-387-40400-4.

[9] ROZSÍVAL, Pavel, et al. *Oční lékařství*. 1. vydání. Galén, Karolinum, 2006. 373 s. ISBN 80-7262-404-0

[10] J. Balík, J. Bobek, J. Braun, N. Dragonová, *Technický sborník oční optiky*. Praha, Nakladatelství technické literatury ve Středisku interních publikací, 1974. SIP – 41819/01928

[11] KARÁSEK, Jakub. Inteligentní kontaktní čočky od Googlu mají usnadnit život diabetikům. In: Smartmania [online]. Praha: © 2005 - 2016 SMARTmania s.r.o., 2014 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://smartmania.cz/inteligentni-kontaktne-cocky-od-googlu-maji-usnadnit-zivot-diabetikum-6776/>

[12] SENSIMED Triggerfish Electronic Contact Lens Provides Continuous Monitoring of Intraocular Pressure. In: Medgadget [online]. 2009 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: http://www.medgadget.com/2009/08/sensimed_triggerfish_electronic_contact_lens_provides_continuous_monitoring_of_intraocular_pressure.html?trendmd-shared=0

[13] DARMA, Stanley. Bionic Contact Lens to Check Your Email. In: *Medgadget* [online]. 2011 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.medgadget.com/2011/11/bionic-contact-lens-to-check-your-email.html?trendmd-shared=0>

[14] REICHL, Jaroslav. Fresnelova čočka. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1534-fresnelova-cocka>

[15] Doc. MUDr. Aleš Filouš, CSc. a Doc. MUDr. Jiří Korynta. Screening a léčba katarakty u dětí. In: *Zdravi.euro* [online]. Praha, 2000 [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://zdravi.euro.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/screening-a-lecba-katarakty-u-deti-128233>

[16] Contacts better than permanent lenses for babies after cataract surgery. *National Eye Institute* [online]. 2014 [cit. 2016-10-24]. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2014.531. Dostupné z: <https://nei.nih.gov/news/pressreleases/030614>

[17] What is Orthokeratology? In: *British Contact Lens Association* [online]. [cit. 2016-10-26]. Dostupné z: http://bcla.org.uk/Public/Consumer/What_is_orthokeratology_.aspx

[18] What Is Orthokeratology? In: *The American Academy of Orthokeratology and Myopia Control* [online]. [cit. 2016-10-27]. Dostupné z:
<http://www.orthokacademy.com/what-is-orthokeratology/>

[19] Contacts For Hard-To-Fit Eyes. In: *All about vision* [online]. [cit. 2016-10-27].
Dostupné z: http://www.allaboutvision.com/contacts/hard_to_fit.htm

ZDROJE OBRÁZKŮ:

[1] <http://www.abicko.cz/clanek/precti-si-technika/10951/7-ceskych-vynalezu-od-lodniho-sroubu-ke-kontaktnim-cockam.html>

[2] <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/lf/js10/kontakt/web/pages/cocky-klinicka-praxe.html>

[3] <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/lf/js10/kontakt/web/pages/zakladni-rozdeleni.html>

[4] <https://is.muni.cz/do/1499/el/estud/lf/js10/kontakt/web/pages/rozdily-vyhodnoceni-aplikace.html>

[5] <http://faculty.ksu.edu.sa/11966/Pictures%20Library/Forms/DispForm.aspx?ID=6>

[6] <http://kontaktela.cz/keratokonus/kontaktni-cocky-pro-korekci-keratokonu/>

[7] <http://www.allaboutvision.com/contacts/bifocals.htm>

[8] <http://is.muni.cz/elportal/estud/lf/ps09/cocky/web/pages/str05.html>

[9] <http://www.ekontaktnicocky.cz/diabetes-kontaktni-cocky.htm>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Otto Wichterle a jeho stroj na výrobu kontaktních čoček.
- Obr. 2: Aplikace terapeutické kontaktní čočky při bulózní keratopatii.
- Obr. 3: Aplikace terapeutické kontaktní čočky po perforaci rohovky.
- Obr. 4: Aplikace terapeutické kontaktní čočky po keratoplastice.
- Obr. 5: Goldamnova goniočočka.
- Obr. 6: Příklad aplikace protetické kontaktní čočky.
- Obr. 7: Ukázka aplikace tzv. crazy čoček.
- Obr. 8: Simultánní koncentrická kontaktní čočka.
- Obr. 9: Alternativní koncentrická kontaktní čočka.
- Obr. 10: Alternativní bifokální kontaktní čočky s různými tvary segmentu.
- Obr. 11: Piggyback systém.
- Obr. 12: Princip aplikace ortokeratologické kontaktní čočky.
- Obr. 13: Příklad aplikace hybridní kontaktní čočky na oku s keratokonem.
- Obr. 14: Návrh kontaktní čočky, pro kontrolu hladiny cukru v krvi.