

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA OPTIKY



Farebné kontaktné šošovky

Bakalárska práca

VYPRACOVALA:

Emma Pavlišová

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Štúdijný rok: 2022/2023

VEDÚCA BAKALÁRSKEJ PRÁCE:

Mgr. Lenka Musilová, Dis., Ph.D.

Čestné prehlásenie:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne po vedením Mgr. Lenky Musilovej, Dis., Ph.D., s použitím literatúry uvedenej v závere.

V Olomouci dňa 3.5.2023

.....

Emma Pavlišová

Pod'akovanie

Rada by som touto cestou chcela poďakovať Mgr. Lenke Musilovej, Dis., Ph.D., vedúcej mojej bakalárskej práce, za jej odbornú pomoc, pripomienky a rady, ktoré mi pri písaní bakalárskej práce poskytla.

Táto práca bola vytvorená s podporou projektov IGA UP v Olomouci č. IGA_PRF_2022_010 a IGA_PRF_2023_004.

Obsah

Úvod	5
1 Farebné kontaktné šošovky	6
1.1 História farebných kontaktných šošoviek.....	6
1.2 Dôležité parametre a výber farebných kontaktných šošoviek	7
1.2.1 Usadenie farebných kontaktných šošoviek	9
1.2.2 Starostlivosť o farebné kontaktné šošovky	10
1.2.3 Frekvencia výmeny farebných kontaktných šošoviek	10
2. Rozdelenie farebných kontaktných šošoviek podľa účelu.....	12
2.1 Kozmetické farebné kontaktné šošovky	12
2.2 Protetické farebné kontaktné šošovky	14
2.3 Terapeutické farebné kontaktné šošovky	16
2.4 Ďalšie možnosti využitia farebných kontaktných šošoviek	18
2.4.1 Kontaktné šošovky pre zlepšenie vnímania farieb	19
2.4.2 Kontaktné šošovky pre použitie na šport.....	20
2.4.3 Profylaktická aplikácia farebných kontaktných šošoviek.....	21
2.4.3.1 Transitions kontaktné šošovky.....	22
2.4.4 Crazy kontaktné šošovky	25
3. Technológia nanášania farieb na kontaktné šošovky	27
3.1 Priehľadné tónovanie kontaktných šošoviek	27
3.2 Nepriehľadné tónovanie kontaktných šošoviek.....	28
3.3 Základná konfigurácia odtieňov a vzhľad farebných kontaktných šošoviek.....	29
3.4 Kontrola kvality pigmentácie pomocou spektrofotometra	30
4. Komplikácie spojené s nosením farebných kontaktných šošoviek	32
Záver.....	35
Zoznam použitej literatúry	36

Úvod

Kontaktné šošovky patria medzi efektívny korekčný nástroj, ak sú správne aplikované a zaobchádza sa s nimi vhodným spôsobom. Farebné kontaktné šošovky zohrávajú dôležitú úlohu v živote pacientov, ktorí majú nežiadúci vzhľad v dôsledku poškodenia jedného alebo oboch očí, kvôli úrazu alebo zo zdravotných dôvodov. Oči sú životne dôležitým prostriedkom pre neverbálnu komunikáciu. Esteticky znehodnotené oči majú zásadný vplyv na komunikáciu a taktiež na psychickú pohodu pacienta. Dostupnosť a možnosť aplikácie farebných kontaktných šošoviek má preto obrovský prínos pre pacienta.

Kozmetické farebné kontaktné šošovky predstavujú účinný prostriedok pre pacientov, ktorí by radi upravili, poprípade zvýraznili farbu ich očí. Okrem kozmetickej aplikácie môžu byť farebné kontaktné šošovky aplikované taktiež za protetickým, terapeutickým alebo profylaktickým účelom. Výrobcovia farebných kontaktných šošoviek používajú na dosiahnutie čo najrealistickejších farebných efektov rôzne techniky, ako je tónovanie pomocou namáčania, tónovanie chemickou väzbou alebo pomocou bodovej tlače.

Táto bakalárska práca sa zaoberá jednotlivými druhmi farebných kontaktných šošoviek podľa ich účelu. Bakalárska práca je rozdelená do štyroch kapitol, v ktorých sa čitateľ následne informuje o danej tematike. Prvá kapitola sa zapodieva históriou farebných kontaktných šošoviek a taktiež dôležitými faktormi pri výbere farebných kontaktných šošoviek ako je usadenie, starostlivosť alebo ich frekvencia výmeny. Druhá kapitola rozoberá dané rozdelenie farebných kontaktných šošoviek podľa účelu. Tretia kapitola je venovaná technológii farbenia kontaktných šošoviek. Posledná, štvrtá kapitola charakterizuje komplikácie spojené s nosením farebných kontaktných šošoviek.

Väčšina informácií z tejto bakalárskej práce bola voľne preložená z cudzojazyčnej literatúry, ktorá doposiaľ nebola preložená.

1 Farebné kontaktné šošovky

Farba očí je všeobecne uznávaná ako dôležitá osobná charakteristika každého človeka. Farebné kontaktné šošovky sú preto účinným prostriedkom pre úpravu alebo zdokonalenie ich podoby, podľa vlastných preferencií. Použitie farebných kontaktných šošoviek nespočíva len v estetickom využití - za účelom zmeny farby vlastnej dúhovky, môžu byť aplikované so zámerom normalizácie vzhľadu poškodeného oka alebo pri poruchách farebného videnia. [1,2]

Mnoho pacientov s očnými abnormalitami netušia o možnosti úpravy ich esteticky znehodnoteného oka. Štatistiky uvádzajú [3], že len malé percento klientov, medzi 5 % až 10 %, sú liečení protetickými farebnými kontaktnými šošovkami. Značné množstvo pacientov väčšinou utrpeli traumy v rannom detstve a o spomínanom type kontaktných šošoviek netušia alebo sa im liečbu nechce absolvovať z viacerých dôvodov. V dnešnej dobe pokrok a špecializácia vo výrobe narastá a trh ponúka širokú škálu farebných kontaktných šošoviek po celom svete.

1.1 História farebných kontaktných šošoviek

Muži a ženy dbajú o svoj vzhľad od nepamäti. V dávnych dobách sa verilo, že ak bude osoba pochovaná s netvoreným orgánom tela, zostane taký aj po smrti na "druhom svete". Zmienky o umelých náhradách očí sú staré ako ľudská civilizácia sama. Podľa historických záznamov sa tento pojem spomína už v Egypte pred 2500 rokmi. Záznamy o používaní týchto prostriedkov boli nájdené u Rimanov, Grékov, Peruáncov a taktiež Etiópcanov. [4]

Ako priekopník medzi prvými umelými očnými náhradami sa považuje Ambroise Pare, ktorý v roku 1575 použil sklo a taktiež porcelán pre ich výrobu. [4]

V roku 1886 Frohlich a van Duyse experimentovali s viacerými materiálmi ako slonovinová kosť, hliník a rohovina za cieľom objavenia vhodného odolného a svetlejšieho materiálu. [4]

Prvá očná protéza, určená na prekrytie esteticky znehodnoteného oka, bola prvýkrát vyrobená a aplikovaná pacientovi za pomoci A. C. Mullera v roku 1886. [4]

Začiatky používania zafarbených kontaktných šošoviek siahajú do 2. polovice 19. storočia, kedy v roku 1888 A. E. G. Fick objavil potenciál protetického využitia kontaktných šošoviek. Kontaktné šošovky boli navrhnuté s nepriehľadným vzorom dúhovky a začleneným pupilovým otvorom. [5]

V roku 1963 si profesor Otto Wichterle, objaviteľ mäkkých kontaktných šošoviek, patentoval jeho myšlienku - možnosť difúzie farbiva do hydrogélu. [1,6] O pár rokov neskôr získal ďalší patent zaoberajúci sa spôsobom výroby zafarbených kontaktných šošoviek a očných protéz. [6]

Na prelome 70. rokov 20. storočia vývoj pevných kontaktných šošoviek a pevných šošoviek priepustných pre plyny (RGP) pokročil k zavedeniu farbenia s asi 5% absorpciou. Účelom bolo predovšetkým lepšie rozpoznanie kontaktných šošoviek počas aplikácie, bez zámeru meniť farbu očí. [6] Medzi prvých inovátorov patrí taktiež Kevin Tuohy, vynálezca korneálnych kontaktných šošoviek, ktorý sa pokúsil použiť metódu farbenia šošoviek. [1]

Ďalej sa v 70. rokoch 20. storočia objavili prvé pokusy používania mäkkých farebných kontaktných šošoviek z klinických dôvodov. Ručne maľované šošovky sa používali na maskovanie očných abnormalít. Šošovky boli vyrábané tak, aby sa čo najviac podobali ľudskej dúhovke, za pomoci farbív a vzorov. [6]

V 80. rokoch 20. storočia výrobcovia kontaktných šošoviek zdokonaľovali techniky hromadnej výroby farebných kontaktných šošoviek. Tak sa na trh dostalo hneď niekoľko druhov kontaktných šošoviek s početnými možnosťami ich výberu. [6]

- Výrobca Allergan - Hydron uviedol na trh nepriehľadné šošovky typu Soft Color a priehľadné s čírou zrenicou Soft Tint s obsahom vody 38 %, dostupný v niekoľkých farbách. [6]

- Výrobca Bausch & Lomb predstavil typ šošoviek v jednom vzore Natural Tint s podielom vody 38 %, dostupný vo farbách: modrá, aqua, zelená a hnedá. [6]

- Firma Ciba Vision (Titmus Eurocon) začala vyrábať typ šošoviek Ellipticolor s ručne farbenou dúhovkou. [7]

- Výrobca Lunelle predstavil typ šošoviek ES70 s obsahom vody 70 %. [6]

V 90. rokoch 20. storočia až po súčasnosť výrobcovia zaviedli sofistikovanejšie výrobné metódy na výrobu čoraz realistickejších farebných kontaktných šošoviek. [6]

1.2 Dôležité parametre a výber farebných kontaktných šošoviek

Pri výbere najvhodnejších farebných kontaktných šošoviek pre daného pacienta zohráva úlohu hneď niekoľko faktorov. Ako prvá sa naskytá otázka o použití pevných alebo mäkkých kontaktných šošoviek. Ďalej je dôležité poznať dôvody aplikácie, keďže konkrétna aplikácia zafarbených kontaktných šošoviek môže mať rôzne indikačné príčiny. [1] Jednotlivé indikácie budú rozpísané nižšie v podkapitolách 2.1, 2.2, 2.3.

Farebné kontaktné šošovky môžu byť vyrobené so širokou škálou možností pre korekciu myopie, hypermetropie alebo astigmatizmu. Taktiež môžu byť vyrobené bez korekčnej dioptrickej sily, aby jednoducho poskytl prirodzenejší vzhľad slepému alebo zdeformovanému oku. [8]

Ak má prebehnúť úspešná aplikácia kontaktných šošoviek pacientovi, je veľmi dôležité ak sa spoločnosti vyrábajúcej kontaktné šošovky poskytnú nasledujúce presné informácie:

- Priemer dúhovky zdravého oka.
- Celkový priemer kontaktnej šošovky v závislosti od pupily.
- Veľkosť zrenice pri normálnom osvetlení miestnosti. Pre presné meranie zreníc pacientov s tmavšou dúhovkou sa používa Burtonova lampa.
- Zakrivenie kontaktnej šošovky a dioptrická sila (v prípade korekcie refrakčnej vady).
- Detailné fotografie farby očí pacienta. [9]

S nedávnym zavedením počítačového systému, ktorý generuje dizajny nepriehľadných protetických kontaktných šošoviek (CooperVision, Wesley Jessen) sa montáž zjednodušila a zlacnila. Sady na prvotnú skúšobnú aplikáciu s niekoľkými farbami a základnými zakriveniami môžu pacientovi pomôcť rýchlo určiť správny tvar a farbu. Šošovky sú taktiež lacnejšie a farba je reprodukovateľná pre prípadné budúce objednávky šošoviek. [9]

Vo všeobecnosti platí, že pevné kontaktné šošovky sú najvhodnejšie pre protetické použitie. Výhodou pevných farebných kontaktných šošoviek je možnosť vytvorenia jedinečných dizajnov v odtieňoch podobných konkrétnej dúhovke, a tým navodenie realistickejšieho vzhľadu. Avšak veľkou nevýhodou je neschopnosť pokrytia celej rohovky, čo následne spôsobuje pohyblivosť šošovky na oku. Tieto účinky je možné minimalizovať usadením mierne tesnejších kontaktných šošoviek s väčším priemerom. [1] Niektoré pre plyny priepustné kontaktné šošovky (RGP) obsahujú UV inhibítora, na ochranu pred nepriaznivou ultrafialovou časťou spektra. [10]

Mäkké kontaktné šošovky majú výhodu v stabilite na oku, pretože pokrývajú celú rohovku. Preto sú obzvlášť vhodné na aplikovanie pre kozmetické použitie. [1]

Rovnako, ako aj pevné kontaktné šošovky, tak aj niektoré mäkké kontaktné šošovky obsahujú UV inhibítory a takzvané "slnečné filtre". Na trhu sú dostupné taktiež

fotochromatické kontaktné šošovky, ktoré majú však nevýhodu v pomalšej adaptácii na svetlo a tmu spojenú so zmenou prostredia. [10]

Farebné fotografie pomáhajú výrobcovi prispôbiť protetickú ručne maľovanú mäkkú kontaktnú šošovku prirodzenej farbe očí pacienta. Preto sa odporúča zhotoviť profesionálne fotografie, ktoré sa dajú farebne korigovať v laboratóriu, aby sa dosiahla čo najpresnejšia farba. [9]

Ak je pacientovi odporúčaná ručne maľovaná protetická kontaktná šošovka, potom je nevyhnutná tlačiareň fotografií, pretože obrázky v digitálnej forme majú na rôznych počítačových monitoroch rôzne farebné tóny. Po vytlačení fotografie možno farbu dúhovky na fotografii porovnať s prirodzenou farbou dúhovky pacienta, keď je pacient vo vyšetrovacej miestnosti. [11]

Pre hnedé oči existuje viacero možností výberu ako pre ostatné farby očí. Zelené, sivé alebo modré oči majú obmedzené možnosti výberu farebných kontaktných šošoviek. Treba preto vybrať správnu metódu farbenia tak, aby sa zabezpečila dobrá kozmetická zhoda. Ako vhodná metóda sa uvádza farbenie pomocou tlače. Vo väčšine prípadov by pigment v tónovaných kontaktných šošovkách nebol dostatočne hustý, aby zakryl jazvy svetlejšej dúhovky. [11]

1.2.1 Usadenie farebných kontaktných šošoviek

Postup pri usadení farebných kontaktných šošoviek sa môže odlišovať od metódy používanej pri nefarbených kontaktných šošovkách. Každá situácia by sa mala riešiť individuálne a starostlivo uvážiť a informovať pacienta o možnostiach liečby, poprípade dosiahnutia požadovaných výsledkov. [3] Celý proces správneho usadenia kontaktných šošoviek zahŕňa poznatok tvaru a veľkosti rohovky a dúhovky, výberu vhodného materiálu a obsahu vody kontaktných šošoviek, ich geometrický a optický dizajn. [12]

Aby sa minimalizoval pohyb šošovky po oku je potrebné, aby pevné kontaktné šošovky mali dostatočne veľký priemer pre zakrytie celej rohovky. Pri mäkkých kontaktných šošovkách je dôležitá strmšia aplikácia oproti nefarbeným kontaktným šošovkám, a to z dôvodu zníženia nežiadúceho pohybu šošovky. [1]

Keratometrické údaje a rohovková topografia nie sú vždy ľahko merateľné, najmä u pacientov so značnou nepravidelnosťou rohovky alebo zjazvením. V niektorých prípadoch, ak je ťažko poškodená len jedna rohovka, sú keratometrické hodnoty zdravého oka niekedy nápomocné ako orientačné hodnoty. Tieto hodnoty pomôžu určiť počiatkové

parametre kontaktných šošoviek. [3,13] Šošovka by sa mala nechať v oku aspoň 15 minút, pre čo najlepšie zhodnotenie usadenia. Osobitná pozornosť by sa mala venovať posúdeniu usadenia kontaktných šošoviek pomocou štrbinovej lampy. Správne aplikovaná šošovka by sa mala dobre vycentrovať a jemne pohybovať spoločne s pohybom očí. [12,13]

Úplné zhodnotenie kozmetického efektu farebných kontaktných šošoviek dosiahneme pozorovaním šošoviek aplikovaných v očiach. Je dôležité pozorovanie v prostredí a osvetlení umelom – v interiéri, a takisto v prirodzenom svetle – v exteriéri.[1]

Najlepšie výsledky sa dosiahnu, keď je osvetlenie miestnosti konzistentné pri každej následnej návšteve. V ideálnom prípade by steny vyšetrovacej miestnosti mali mať neutrálnu sivú farbu. Na vyhodnotenie farieb dúhovky by mal byť prístup k vnútornému aj vonkajšiemu osvetleniu. Aby sa zabezpečila presná zhoda farieb dúhovky z jedného týždňa na druhý, je potrebné požiadať pacienta, aby nosil biele alebo čierne oblečenie. [11]

1.2.2 Starostlivosť o farebné kontaktné šošovky

Pri čistení a dezinfekcii farebných kontaktných šošoviek treba spomenúť pár dôležitých upozornení a výnimiek. Ako prvý príklad sem patria dezinfekčné prostriedky na báze chlóru, ktoré môžu spôsobiť vyblednutie alebo odlúpnutie nafarbenej vrstvy. Takisto intenzívne čistiace roztoky obsahujúce kyseliny, zásady a oxidačné činidlá by mohli spôsobiť vyblednutie alebo iné znehodnotenie kontaktných šošoviek, preto sa ich používanie neodporúča. Všetky ostatné produkty vrátane hydrogén-peroxidových dezinfekčných roztokov a tiež na báze alkoholu pre každodenné použitie sa považujú za nezávadné. [1] Každý výrobca kontaktných šošoviek má špecifické kritériá starostlivosti, preto by sa malo dodržiavať ich odporúčanie pred zvolením daného dezinfekčného prostriedku. [12]

1.2.3 Frekvencia výmeny farebných kontaktných šošoviek

V dnešnej dobe je k dispozícii na trhu niekoľko typov farebných kontaktných šošoviek s viacerými možnosťami ich výmeny. Klient si môže vybrať z denných, týždenných, dvojtýždňových alebo mesačných variantov. Výber vhodnej frekvencie výmeny je takisto, ako pri nefarbených kontaktných šošovkách podmienený mnohými faktormi. [1]

Všetky protetické a terapeutické šošovky sú predpísané na každoročnú výmenu. Je potrebné informovať pacientov, že tónované a ručne maľované kontaktné šošovky postupne vyblednú počas 12-mesačného obdobia. Pri počítačovo generovaných šošovkách je menej pravdepodobné vyblednutie, ale aj tak by sa mali každoročne vymieňať. [11] Je to z dôvodu ich kontinuálneho nosenia, kde hrozí väčšie riziko vzniku komplikácií. [1]

Pozor by si mali dať hlavne nositelia kozmetických farebných šošoviek. Značné množstvo kozmetických šošoviek je nosených príležitostne, preto je dôležité upozorniť klienta o možných rizikách kontaminácie a prediskutovať ďalšie potrebné informácie ohľadom ich výmeny a uchovávaní. Denné jednorazové šošovky sú preto najviac vhodným typom, ktorému hrozí najmenšie riziko vzniku potiaží. [1] Podrobnejšie budú komplikácie opísané v kapitole 4.

2. Rozdelenie farebných kontaktných šošoviek podľa účelu

Farebné kontaktné šošovky sa môžu rozdeľovať do viacerých kategórií. Medzi hlavné patrí rozdelenie podľa materiálu, ďalej podľa metódy farbenia, ktoré bude detailnejšie rozobrané v kapitole 3., a v neposlednom rade podľa účelu. Priesvitné a nepriehľadné šošovky môžu byť aplikované ako pevné alebo mäkké kontaktné šošovky z rôznych dôvodov. [1] Rozdelenie podľa účelu je pre farebné kontaktné šošovky signifikantné, bude preto ďalej rozvinuté nižšie.

Podľa účelu rozdeľujeme kontaktné šošovky do troch základných kategórií:

- Kozmetické
- Protetické
- Terapeutické

Do tohto rozdelenia sa dajú zaradiť aj farebné kontaktné šošovky za účelom zlepšenia farebného videnia a ďalšie menšie podkategórie, ktoré budú rozšírené v podkapitole 2.4. [1]

2.1 Kozmetické farebné kontaktné šošovky

Hlavným účelom kozmetických kontaktných šošoviek je skrášlenie alebo navodenie prirodzeného vzhľadu očí. [14] Tento druh kontaktných šošoviek je veľakrát považovaný ako módný doplnok, preto sú veľmi často preferované u emetropov. Hoci sa vo väčšine prípadov používajú ako spomínaný doplnok, vyžadujú rovnakú mieru starostlivosti a taktiež rovnaké zásady aplikácie, preto je veľmi dôležité vysvetliť klientom možné riziká a komplikácie. [2,10] Na trhu sú dostupné v silikón-hydrogélových alebo len hydrogélových materiáloch, v závislosti od výrobcu. Silikón-hydrogélový materiál sa radí medzi vhodnejšie varianty, keďže ponúka zvýšenú priepustnosť kyslíka pre rohovku pacienta. [11]

Šošovky môžu po aplikácii zvýrazniť farbu očí a to pomocou priehľadných nanášaných odtieňov na danú šošovku. Ak chce napríklad pacient zvýrazniť modrú farbu svojich očí, použije tento typ kontaktných šošoviek. Ďalej môžu upravovať farbu očí pomocou kombinácie priesvitných a nepriehľadných odtieňov, ale taktiež úplne zmeniť

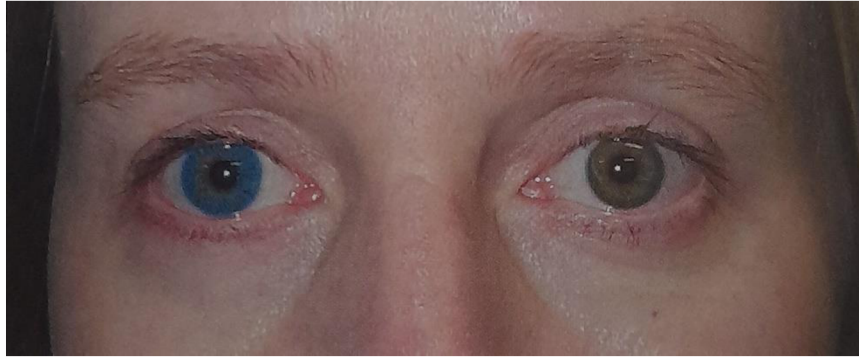
farbu očí za použitia nepriehľadného tónovania. Najčastejšie používanými farbami šošoviek sú akvamarínová, modrá, zelená a jantárová. [1]



Obrázok č. 1: Farebné variácie kozmetických kontaktných šošoviek. [15]

Uvádza sa [16], že kontaktné šošovky výrazne neovplyvňujú farebné videnie a vnímanie farieb, avšak pacienti môžu cítiť počiatočný prechodný efekt. Priepustnosť pre svetlo kozmetických kontaktných šošoviek je zvyčajne v rozsahu 75 -85 %. [17]

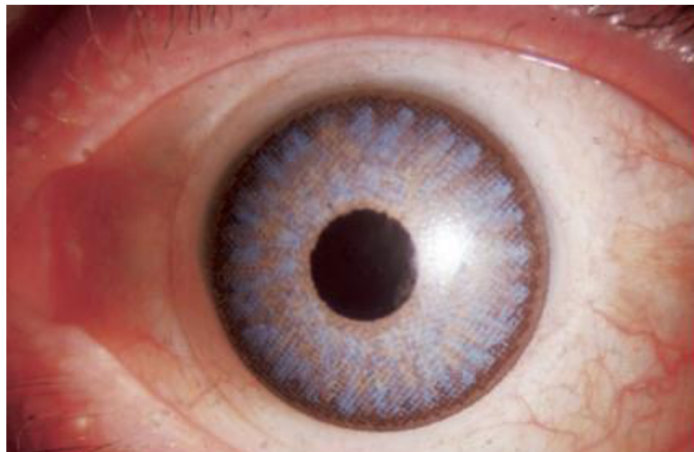
Štúdia [18], zaoberajúca sa testovaním zorného poľa preukázala negatívny vplyv nosenia farebných kontaktných šošoviek na zorné pole. Testovanie zorného poľa podľa Goldmanna sa uskutočnilo na pacientoch, ktorí nosili farebné mäkké kontaktné šošovky. Deväť pacientov z desiatich malo zúžené zorné pole v rozsahu od 5° do 20°. Keď sa spriemerovali oblasti vo vnútri troch testovaných izoptér, rozsah straty poľa sa pohyboval od 21 % do 47 %.



Obrázok č.2: Farebný efekt vytvorený kozmetickou šošovkou s modrým zafarbením v pravom oku pacienta. [1]

2.2 Protetické farebné kontaktné šošovky

Protetické kontaktné šošovky sú navrhnuté tak, aby upravili abnormálny vzhľad esteticky znehodnotených očí (vidiacich alebo slepých), ako sú napríklad rohovkové jazvy. [12,14] Takýto pacienti potrebujú šošovku, ktorá obsahuje pigmenty dostatočne husté na to, aby skryli jazvu alebo poranenie na povrchu oka. [11] Za predpokladu, že pacient nemá neprimerané očakávania, šošovky sú vo všeobecnosti uspokojivé z hľadiska doby nosenia, pohodlia a taktiež farby. [12]



Obrázok č.3: Protetická kontaktná šošovka na maskovanie defektu dúhovky. [19]

Protetické kontaktné šošovky môžu byť pevné polymetylmetakrylátové (PMMA), pevné plynopriepustné (RGP) alebo mäkké. [10] Medzi hlavné príčiny aplikácie protetických kontaktných šošoviek patria očné deformity vzniknuté následkom traumy, očné ochorenia, systémové zdravotné problémy a vrodené abnormality. Tieto indikačné

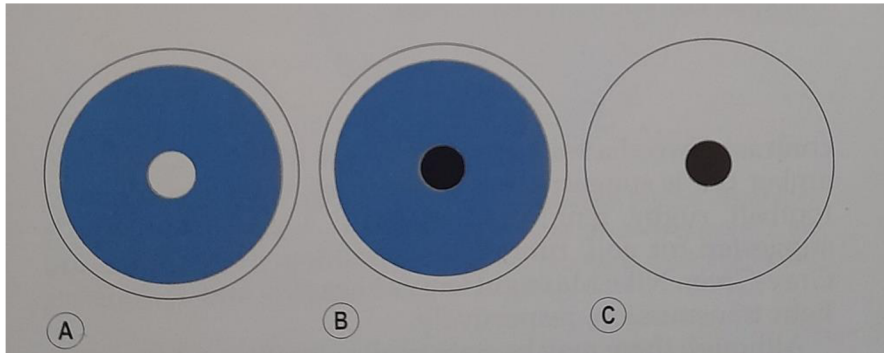
faktory zahŕňajú anirídiu, kolobóm dúhovky, očný albinizmus, leukokóriu, leukóm a atrofiu dúhovky. [10,11]



Obrázok č.4: A: Pacient s nepravidelnou zrenicou vytvorenou sekundárne po traume dúhovky. B: Ten istý pacient s nasadenou proteticou kontaktnou šošovkou. [11]

Viditeľné deformity predných očných štruktúr najmä rohovky a dúhovky možno účinne maskovať pomocou nepriehľadných odtieňov. [1,13] Špecifická konfigurácia nanášania farieb môže byť prispôbená rôznym okolnostiam :

- Tónovaná dúhovka a číra zrenica pre vidiace oko s esteticky znehodnotenou dúhovkou.
- Tónovaná dúhovka a nepriehľadná zrenica pre nevidiace oko s esteticky znehodnotenou dúhovkou.
- Číra dúhovka a nepriehľadná zrenica pre nevidiace oko s kataraktou alebo pre elimináciu vnemu rušivého svetla v takmer slepom oku. [1]



Obrázok č.5: Tri základné konfigurácie zafarbenia šošoviek pre kombinované protetické/terapeutické účinky. A: Tónovaná dúhovka a číra zrenica. B: Tónovaná dúhovka a nepriehľadná zrenica. C: Číra dúhovka a nepriehľadná zrenica. [1]

2.3 Terapeutické farebné kontaktné šošovky

Tento druh zafarbených kontaktných šošoviek je súčasťou terapie a je definovaný ako účinný prostriedok v rámci rekonvalescencie. Primárne použitie spočíva v redukcii neprimeranej fotofóbie a oslnenia v dôsledku anirídie, eliminácia monokulárnej polyopie v dôsledku traumy, eliminácia binokulárnej diplopie v strabizme (v prípadoch, kedy chirurgický a optický zákrok nie je realizovateľný alebo je kontraindikovaný). [1,20] Nepriehľadné terapeutické šošovky a pre tento účel aj protetické kontaktné šošovky boli taktiež použité na okluzívnu terapiu amblyopie. [1,21] Stupeň možnosti liečby závisí od rôznych vzorov tlače dúhovky a rozdielných nepriehľadných veľkostí zreníc. [22]

Veľmi dôležité je poznať aj kontraindikácie spojené s aplikáciou terapeutických kontaktných šošoviek. Medzi najdôležitejší kontraindikovaný faktor patrí znečítlivená rohovka. Ak dôjde k výraznému zníženiu citlivosti rohovky na dotyk, kontaktná šošovka nebude tolerovaná správne, až sa môže vyvinúť významný očný zápal a potenciálna infiltrácia rohovky. Ďalej medzi relatívnu kontraindikáciu patrí lagoftalmus alebo abnormálna poloha očného viečka. Ako dôsledok nastáva vysychanie kontaktnej šošovky, čo môže spôsobiť mechanické podráždenie na povrchu oka ako aj výrazné nepohodlie pacienta. [23]

V súčasnej dobe medzi najčastejšie používané materiály na výrobu terapeutických kontaktných šošoviek patria syntetické polyméry. Tieto polyméry zahŕňajú polymetylmakrylát (PMMA), acetátbutyrát celulózy, polymakryláty obsahujúce siloxán, silikóny a hydrogély. Výber vhodného materiálu pre výrobu terapeutických

kontaktných šošoviek je podmienený fyzikálnymi, chemickými a mechanickými faktormi, ako sú priepustnosť pre plyn a vodu, ale aj absorpcia lipidov a ďalšie. [24]

Niekoľko štúdií ukázalo [25,26,27], že terapeutické kontaktné šošovky zafarbené na červeno môžu byť užitočnými pri zmiernení fotofóbie vrátane achromatopsie. Okrem iného bolo zistené [28], že tmavo tónované okuliare s bočnými krytkami, ktoré sa zvyčajne používajú na zvládnutie týchto a podobných stavov, sú veľmi esteticky nápadné a môžu u detí spôsobiť výraznú psychickú chorobnosť. Medzi ďalšiu alternatívu liečby sa uvádzajú tiež 70 % zafarbené hnedé kontaktné šošovky. Tento druh kontaktných šošoviek bol deťom aplikovaný a následne bolo pozorované výrazné zlepšenie kvality ich života, ako je zvýšenie sebavedomia, zlepšenie priateľských interakcií s rovesníkmi, ukončenie osočovania a šikany ku ktorému došlo pri nosení okuliarov. Okrem toho obe skupiny rodičov mali pocit, že došlo k miernemu zlepšeniu kvality videnia pomocou šošoviek. Jonsson vo svojej štúdií [29] poukázal na to, že podobné tmavohnedé tónované šošovky pomáhajú zlepšiť zrakové funkcie pacientom s Bothniovou dystrofiou, variantom retinis pigmentosa. Väčšina pacientov opísala zlepšenie zraku so zafarbenými kontaktnými šošovkami v porovnaní so zafarbenými okuliarmi. Ako ďalšiu výhodu uvádzajú tiež estetickjšiu formu šošoviek oproti tmavým nápadnejším okuliarom.



Obrázok č.6: Naľavo- dieťa s nasadenými tmavo tónovanými okuliarmi s bočnými krytkami. Napravo- dieťa s aplikovanými tónovanými terapeutickými kontaktnými šošovkami. [28]

V niektorých prípadoch farebné kontaktné šošovky spĺňajú funkciu ako protetickú tak aj terapeutickú. Ako príklad sa uvádza kontaktná šošovka s nepriehľadnou zrenicou, ktorá maskuje kataraktu, ale taktiež eliminuje vnem rušivého svetla v takmer slepom oku. Ďalej pevná kontaktná šošovka s nepriehľadným tónovaným vzorom na dúhovke, ktorá je aplikovaná na zdeformovanej rohovke vidiačeho oka navyše zlepšuje videnie začlenením vhodnej dioptrickej sily šošovky určenej na korekciu zraku. V neposlednom rade sem patrí aj kontaktná šošovka s nepriehľadným tónovaným vzorom na dúhovke, ktorá maskuje anirídiu vo vidiacom oku a zároveň znižuje oslnenie. [1]



Obrázok č.7: A: Pacient so strabizmom. B: Ten istý pacient, u ktorého je na deviantnom oku nasadená šošovka s decentrovanou dúhovkou a zrenicou. Na udržanie kontaktnej šošovky v správnej polohe, čo bolo rozhodujúce pre realistický vzhľad, sa použila prizmatická kontaktná šošovka. [30]

2.4 Ďalšie možnosti využitia farebných kontaktných šošoviek

Do skupiny farebných kontaktných šošoviek sa zaraďujú aj menšie podkategórie, ktoré napomáhajú zlepšiť farebné vnímanie, chrániť oči pred ich poranením alebo vytvoriť mystický vzhľad ako súčasť kostýmu. Tieto jednotlivé typy budú rozvedené nižšie v nasledujúcich podkapitolách.

2.4.1 Kontaktné šošovky pre zlepšenie vnímania farieb

Do skupiny farebných kontaktných šošoviek, ktoré zvyšujú kvalitu farebného videnia sa zaraďujú monokulárne šošovky pre pacientov s vadou vnímania farieb. Názory na ich aplikáciu sú už od počiatku ich vzniku dlhodobo protikladné a rozporuplné. X-Chrom kontaktné šošovky sú pevné korneálne šošovky používané na korekciu červeno-zelených porúch farbocitu. Majú tmavočerveno zafarbenú zrenicu a časť dúhovky s priemerom rôznej veľkosti, podľa individuálnych potrieb pacienta. [1,10,31]

Zistilo sa [31], že u niektorých pacientov môže mať monokulárna aplikácia X-Chrom kontaktných šošoviek potenciálne nepriaznivý účinok na priestorové videnie. Podľa Siegela [32] je priepustnosť šošovky v dôsledku zafarbenia znížená o 60 až 70 %, čo vedie k vzniku Pulfrichovho fenoménu, kedy sú dvojrozmerné objekty vnímané ako trojrozmerné. Taktiež výsledky testov hodnotiacich farby ukázali, že neexistuje konzistentné zlepšenie vo vnímaní farieb s aplikovanými X-Chrom šošovkami. [31]

Na trhu býva často spomínaný ešte jeden druh kontaktných šošoviek, ktoré boli navrhnuté pre ľudí s defektom farebného videnia. ChromaGen kontaktné šošovky patria medzi najnovšie zafarbené šošovky, ktoré boli vyrobené anglickým optikom Davidom Harrisom. [14,33] Jedná sa o mäkké kontaktné šošovky, ktoré môžu poskytovať väčší komfort oproti pevným X-Chrom šošovkám. Uvádza sa [33], že ChromaGen šošovka je vyrobená z mäkkého materiálu, takže poskytuje väčší komfort a oko ju akceptuje omnoho rýchlejšie v porovnaní s X-Chrom pevnou šošovkou. Taktiež je k dispozícii celá rada odtieňov - fialová, rúžová, oranžová, jantárová alebo zelená, ktoré sa líšia hustotou a intenzitou zafarbenia. Umožňuje to výber odtieňa, ktorého výber sa individualizuje pre každého pacienta zvlášť. Celý proces individualizácie prebieha v spolupráci s pacientom tak, že sleduje farebné obrazce na premietacom plátne a sám si určí kedy a s akou intenzitou zafarbenia konkrétnej kontaktnej šošovky sa mu subjektívne zvýšilo farebné rozpätie a jednotlivé farby sa zvýraznili. Konečný výber šošoviek by mal byť čo najviac optimálny pre správne vnímanie farieb. [14]

Šošovky môžu byť aplikované monokulárne alebo binokulárne. Dôležitým parametrom je, aby mal pacient obidve oči vidiace. Vo väčšine prípadov sú aplikované monokulárne, kedy sa vždy nasadzujú na nedominantné oko, avšak názory na ich aplikáciu sú častokrát protichodné. [14] Štúdia tvrdí [34], že monokulárna liečba nie je dostatočne účinná a spôsobuje spomínaný Pulfrichov fenomén. Kontaktné šošovky boli

následne nasadené pacientom binokulárne, čím sa dosiahli pozitívnejšie výsledky. Kontaktné šošovky sú vyrábané ako planárne, preto je pri korekcii refrakčnej vady nutné použitie okuliarových šošoviek. [14]

Swarbrick vo svojej štúdii [33] poukázal na výrazné zlepšenie farebného videnia v Ishihara teste, avšak skoro žiadny vplyv na výsledky Farnsworth Lantern teste. Vyšetrení subjektívne pociťovali zvýšené vnímanie farieb, ale zlé videnie za šera, chybné vnímanie vzdialenosti a skreslenie. ChromaGen kontaktné šošovky teda môžu vylepšiť subjektívne vnímanie farieb a dopomôcť tak pri určitých situáciách, avšak klienti by si mali dať obzvlášť pozor za zníženej viditeľnosti a pri slabom osvetlení. Taktiež je dôležité pacienta informovať a zvážiť, či je použitie tohto druhu kontaktných šošoviek vhodné pre jeho profesijné zameranie.

Uvádza sa [35], že ChromaGen kontaktné šošovky, sú tiež účinné v liečbe dyslexie. Môžu tak napomôcť znížiť subjektívny pocit skreslenia textu, poprípade zmierniť migrenózne stavy. Často sa preto používajú aj ako terapeutická aplikácia, hoci sa vo väčšine prípadov označujú skôr ako placebo efekt. [1]



Obrázok č.8: ChromaGen kontaktná šošovka nasadená na oku. [14]

2.4.2 Kontaktné šošovky pre použitie na šport

Kontaktné šošovky sú často preferované športovcami z dôvodu príjemnejšej korekcie zraku, či už z pohľadu komfortu, ale aj možného zlepšenia zrakových funkcií,

ako je redukcia nepríjemného oslnenia. Farebné kontaktné šošovky sa stali dostupnými pre športovcov za účelom zdokonalenia ich výkonu pomocou zlepšenia kontrastu. Boli navrhnuté dva typy odtieňov určené pre rôzne druhy športov. Prvý je jantárový odtieň, ktorý má 50 % priepustnosť pre svetlo. Jeho použitie sa odporúča predovšetkým pre loptové hry s potrebou rýchleho pohybu. Patrí sem futbal, ragby, tenis a bejzbal. Druhý odtieň je šedo-zelený a uplatňuje sa hlavne v golfe, behu a na cvičenie. Jeho priepustnosť pre svetlo je 36 %. [36,37]

Teórie ohľadom ich používania sú častokrát protikladné a vedú k rozdeľovaniu názorov. Hoci existujú štatisticky významné rozdiely v kontraste pri nosení zafarbených kontaktných šošoviek počas športu, nezdá sa, že by existovali dôkazy o tom, že by šošovky poskytovali akýkoľvek klinicky významný rozdiel, pokiaľ porovnáваме zlepšenie kontrastu s čírymi šošovkami. [38,39] Avšak výsledky jednej štúdie potvrdili, že tónované Nike Maxsight jantárové a šedo-zelené šošovky poskytujú lepšie rozlíšenie kontrastu pri jasnom slnečnom osvetlení, taktiež pri prechode medzi svetlým a tmavým prostredím a lepší celkový vizuálny efekt v jasných a tmavších podmienkach v porovnaní s čírymi šošovkami. [36] Farebné kontaktné šošovky teda napomáhajú redukovať nepríjemné oslnenie a urýchľujú adaptáciu, ale nemajú výrazný vplyv na zrakovú ostrosť a kontrastnú citlivosť. Taktiež nie je známe, ako by toto mierne zlepšenie mohlo ovplyvniť daný športový výkon. [38,40]

2.4.3 Profylaktická aplikácia farebných kontaktných šošoviek

Hlavným účelom profylaktických kontaktných šošoviek je zabránenie zraneniu alebo vzniku ochorenia oka. Medzi primárnu profylaktickú aplikáciu sa pripisuje ochrana pred nadmerným ultrafialovým spektrom žiarenia. [1] Použitie kontaktných šošoviek s UV ochranným zafarbením môže byť prospešné pre nositeľov kontaktných šošoviek, ktorí sú často vystavení UV žiareniu.

Medzi túto skupinu sa radí nositeľ, ktorý:

- sa venuje aktívnemu vonkajšiemu životnému štýlu, najmä v blízkosti snehu, piesku a vody
- užíva fotosenzibilizujúce liečivá
- je často vystavený umelým UV zdrojom počas práce alebo rekreácie
- je afakický [1,41]

Medzinárodná komisia pre ochranu pred neionizujúcim žiarením rozdelila UV spektrum do troch pásiem: UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) a UVA (315-400 nm). Väčšina UVC žiarenia je absorbovaná atmosférou, a preto má menší klinický význam. UVA je žiarenie najbližšie k viditeľnému spektru a je väčšinou absorbované šošovkou, takže sietnica je vo všeobecnosti chránená. Avšak u pacientov, ktorí sú afakickí táto ochranná bariéra chýba a väčšina žiarenia je prenášaná na sietnicu, čo môže spôsobiť komplikácie. UVB sa považuje za najviac škodlivý typ UV žiarenia a je absorbovaný predovšetkým rohovkou a spojivkou. Nežiaduce účinky UV žiarenia na očné tkanivá boli podrobne zdokumentované a zahŕňajú patológie očných viečok, rohovky, spojivky, dúhovky, šošovky a sietnice. [16,41]

Niektorí odborníci tvrdia, že ktorýkoľvek UV filter môže byť prospešný pre pacienta, aby sa zabránilo chronickému poškodeniu oka. Na trhu existuje však veľké množstvo kontaktných šošoviek, ktoré ponúkajú rôzne druhy UV inhibítorov blokujúce žiarenie. Napríklad nefarbené a kozmetické štandardne farbené kontaktné šošovky prepúšťajú spektrum do 230 nm, takže neposkytujú prijateľnú ochranu. [42,18] Kontaktné šošovky so špeciálnym UV zafarbením boli vynájdené pre blokovanie svetla nižšieho ako 350 nm, čím sa dosiahne požadovaný ochranný účinok. [1,18]

Potencionálni klienti by však mali byť upozornení na obmedzenia a neschopnosť úplnej ochrany pred UV žiarením daných kontaktných šošoviek. Napríklad u nositeľov pevných kontaktných šošoviek s UV zafarbením môže vzniknúť slnečná keratitída, ktorá sa môže vyskytnúť v exponovaných oblastiach rohovky. Taktiež spojivka a očné viečka sú náchylné na slnečné žiarenie, a keďže nie sú chránené môžu vzniknúť komplikácie spojené so žiarením. V súlade s tým by sa pacientom malo odporučiť, aby počas dlhšej doby vonku nosili slnečné okuliare alebo ochranné okuliare s UV filtrom a taktiež si chránili exponované oblasti pokožky v extrémnych podmienkach. Kontaktné šošovky môžu byť jedinou formou ochrany pred UV žiarením v situáciách, kedy nemožno nosiť okuliare, napríklad pri športe ako je surfovanie. [1,41,42]

2.4.3.1 Transitions kontaktné šošovky

Firma Johnson & Johnson prišla na trh s dvojtýždňovými ACUVUE OASYS Transitions kontaktnými šošovkami s inteligentnou technológiou, ktoré sa bez problémov prispôbujú meniacim sa svetelným podmienkam. Sú to prvé kontaktné šošovky svojho druhu, ktoré presahujú rámec poskytovania zrakovej ostrosti a pohodlia pomocou

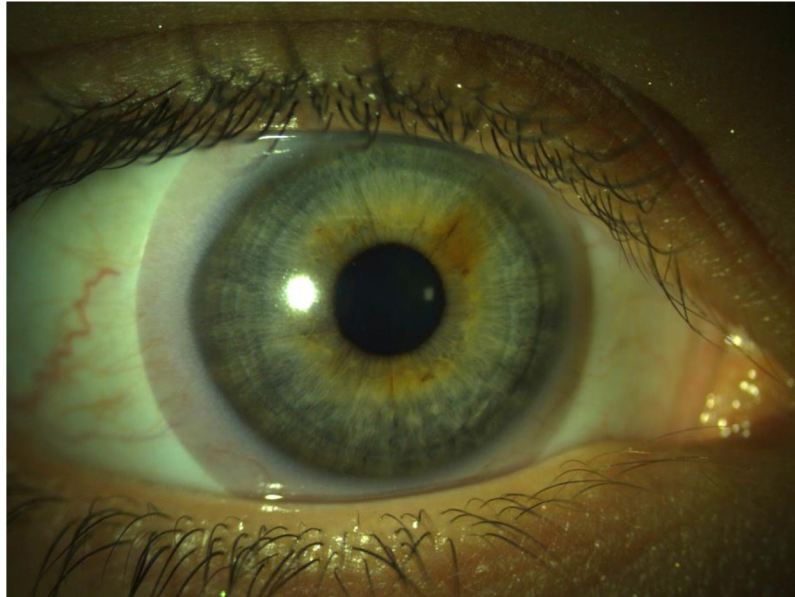
spomínanej novej technológii riadenia svetla, ktorá sa plynule a dynamicky prispôsobuje viacerým svetelným podmienkam. Tieto kontaktné šošovky ponúkajú najvyššiu úroveň ochrany pred UV žiarením, vrátane 100 % ochrany proti UVB lúčmi. Taktiež aktívne filtrujú jasné svetlo blokovaním až 15 % modrého svetla v interiéri a až 55 % v exteriéri. Ich technológia funguje tak, že pri priamom slnečnom žiarení stmavnú za menej ako minútu a vyblednú späť za približne 90 sekúnd. Výsledkom je, že kontaktné šošovky sa nepretržite menia z číreho na tmavé zafarbenie, čo pomáha očiam ľahšie a efektívnejšie prispôbienie sa meniacim vnútorným alebo vonkajším svetelným podmienkam, než by to dokázali oči samy. [43]

Tieto kontaktné šošovky sú určené pre každého, kto hľadá výhody regulácie svetla, či už s korekciou očnej vady alebo bez. Tento produkt momentálne nie je dostupný pre ľudí s astigmatizmom alebo presbyopiou. [43] Acuvue Transitions môžu tiež pomôcť ľuďom, ktorí zažívajú častú fotofóbiu, čo vyvoláva rôzne potiaže vrátane migrény a pocitu suchých očí. [44] Kontaktné šošovky sa môžu používať aj počas šoférovania, kedy redukujú halo efekty (v priemere až o 18 %) a záblesky (až o 28 %), s ktorými sa počas šoférovania mnoho ľudí stretáva. Po aktivácii šošovky síce stmavnú, ale podľa výrobcu sú navrhnuté tak, aby minimalizovali zmeny prirodzeného vzhľadu očí (úroveň aktivácie sa vždy mení v závislosti od svetelných podmienok). [43] Mnoho klientov však nebolo spokojných s príliš nápadným zafarbením očí, čo spôsobilo prerušenie nosenia kontaktných šošoviek. [44]

Je dôležité podotknúť, že Transitions kontaktné šošovky nie sú úplnou náhradou ochranných slnečných okuliarov absorbujúcich UV žiarenie, pretože úplne nezakrývajú oči a ich okolie. Pre účinnejší efekt sa preto odporúča použitie slnečných okuliarov. [43]

Renzi-Hammond vo svojej štúdiu [45] testovala, či fotochromatické kontaktné šošovky zlepšia zrakové funkcie v podmienkach, kedy je kontaktná šošovka minimálne aktivovaná (napr. v interiéri). Podnetom pre túto štúdiu bol fakt, že väčšina bežných okenných skiel prepúšťa najmenej polovicu dopadajúceho ultrafialového žiarenia, vrátane bočných skiel automobilov. Taktiež množstvo zdrojov umelého svetla obsahuje značný počet fialových vlnových dĺžok a niekedy dokonca aj ultrafialových vlnových dĺžok. Sayre [46] meral rôzne zdroje svetla s nízkym príkonom, ktoré sa používajú na osvetlenie interiéru a zistil, že vnútorné svetelné zdroje vrátane halogénových žiaroviek a taktiež aj žiaroviek s volfrámovým vláknom poskytovali ultrafialové-A, ultrafialové-B a niekedy aj ultrafialové-C emisie. Intenzita niektorých emisií mala podobný rozsah ako v slnečnom svetle. Vo všeobecnosti táto štúdia zistila [45], že minimálne aktivovaná

fotochromatická šošovka preukázala zlepšený vizuálny výkon v porovnaní s nefotochromatickou kontaktnou šošovkou, ako je redukcia oslnenia spojená s nepríjemnými pocitmi, zlepšenie kontrastu a čiastočná ochrana pred nepriaznivým žiarením.



Obrázok č.9: ACUVUE OASYS Transitions kontaktné šošovky aplikované na pravom oku a pozorované na štrbinovej lampe.



Obrázok č.10: A: ACUVUE OASYS Transitions kontaktné šošovky aplikované v interiéri na pravom oku. B: ACUVUE OASYS Transitions kontaktné šošovky aplikované v interiéri na oboch očiach.

2.4.4 Crazy kontaktné šošovky

Kontaktné šošovky môžu byť navrhnuté a zafarbené tak, aby tématicky dopĺňali vzhľad daného kostýmového prezlečenia. [1,13] Vytvárajú tak dramatický až mystický efekt očí. Na trhu sú dostupné vzory ako napríklad výzor vlčích očí, národných vlajok alebo hviezdičiek, preto sa takýto druh šošoviek nazýva aj kostýmový alebo zábavný. [1]



Obrázok č.11: Crazy kontaktné šošovky aplikované na očiach. [30]

Hoci sú tieto kontaktné šošovky používané predovšetkým za účelom zábavy, nositelia by mali podstúpiť počiatočnú očnú prehliadku. Vyšetrenie odhalí, či je pacient

vhodný adept pre nosenie kontaktných šošoviek a či je ich aplikácia postačujúca. Odporúča sa taktiež pravidelná kontrola následnej starostlivosti o šošovky. Nositelia by mali byť upozornení, aby si kontaktné šošovky nepožičiavali s ostatnými, predovšetkým kvôli možným komplikáciám. Kontaktné šošovky môžu byť kontraindikačné pre cudzieho človeka a tiež je tu nebezpečenstvo prenosu kontaminácie a následnej infekcie. [47-50]. Používateľ by si mal byť vedomý možnosti potenciálneho zníženia zrakového vnemu nielen počas nosenia šošoviek, ale aj niekoľko hodín po vybratí šošoviek. [51]



Obrázok č.12: Crazy kontaktná šošovka nasadená na pravom oku. A: Číra zrenica kontaktnej šošovky je mierne decentralizovaná vzhľadom na prirodzenú zrenicu. B: Žltá crazy kontaktná šošovka s fluorescenčným farbivom nasadená na pravom oku pacienta. [1]

3. Technológia nanášania farieb na kontaktné šošovky

Na tónovanie kontaktných šošoviek bolo vyvinutá široká škála prepracovaných chemických procesov a výrobných techník. Konceptie výroby boli prevzaté z rôznych odvetví, ako je farbenie látok, tlač papiera, fotografia a litografia. Rozsiahla patentová licencia chráni vlastnícke záujmy tých, ktorí navrhli tieto procesy. [1] Všeobecné princípy kľúčových techník na výrobu priehľadných, nepriehľadných a kombinovaných odtieňov budú uvedené nižšie v podkapitolách 3.1 a 3.2.

3.1 Priehľadné tónovanie kontaktných šošoviek

Priehľadné odtiene farebných kontaktných šošoviek je možné vytvoriť pomocou štyroch základných techník – farbením pomocou disperzie, nanášanie farbiva pomocou namáčania, farbenia pomocou vzniknutej chemickej väzby a pomocou tlače. [1]

Farbenie pomocou disperzie

Táto metóda sa používa predovšetkým na tónovanie pevných kontaktných šošoviek. Farbivo alebo pigment sa vmieša do polymérovej hmoty buď pridaním farbiva do zmesi monomérov pred polymerizáciou alebo pridaním farbiva k polyméru a následným zmiešaním, aby sa farba rozptýlila. Výsledkom je rovnomerne distribuované stabilné farbivo. Avšak medzi hlavnú nevýhodu tohto procesu patrí nemožnosť meniť distribúciu odtieňa cez kontaktnú šošovku, napríklad vytvoriť čiru zrenicu. Taktiež je hustota odtieňa úmerná hrúbke šošovky, takže napríklad kontaktná šošovka s plusovou korekčnou silou môže viesť k väčšej hustote odtieňa smerom k stredu šošovky. [1]

Nanášanie farbiva pomocou namáčania

Tento proces je vhodný na tónovanie mäkkých kontaktných šošoviek, presnejšie na tónovanie protetických silikón-hydrogélových šošoviek. Vyrobená kontaktná šošovka sa namočí do vode rozpustného farbiva na pevne stanovený čas a špecifickú teplotu. Šošovka sa potom vystaví na vzduch, čím sa farbivo stane nerozpustným a zachytí sa v hmote šošovky. Pretože sa farbivo absorbuje na povrch šošovky len do hĺbky asi 10 μm , šošovka sa bude javiť ako jednotná – odtieň bude po celom povrchu rovnomerne distribuovaný a jeho intenzita bude nezávislá od optickej mohutnosti. [1] Farbivo je držané na svojom mieste silnými absorpčnými silami, čo vedie k stabilnému a trvalému odtieňu. [52] Farbivo môže byť extrahované iba použitím silných rozpúšťadiel. [1]

Farbenie pomocou vzniknutej chemickej väzby

Pri tomto procese sa medzi farbivom a polymérom vytvorí silná kovalentná chemická väzba. Táto technika zahŕňa namáčanie šošovky v roztoku farbiva v prítomnosti katalyzátora na určitý čas pri špecifikovanej teplote. Šošovka musí prejsť sériou extrakčných procesov, aby sa odstránili všetky zvyšné nezreagované činidlá. Výsledkom je rovnako ako pri nanášaní farbiva pomocou namáčania stabilný a jednotný odtieň. [1]

Farbenie pomocou tlače

Farbivo je možné nanášať na povrch šošovky technikou pomocou tlačového procesu podobného tomu, ktorý sa používa pri atramentovej tlači na papier. Týmto spôsobom je možné vyrobiť detailné realistické vzory dúhovky obsahujúce veľa farebných prvkov a zároveň môže byť oblasť pupily zachovaná číra. [1]

3.2 Nepriehľadné tónovanie kontaktných šošoviek

Nepriehľadné odtiene možno aplikovať pomocou bodovej tlače, vrstvenia a nepriehľadného farbenia zadného povrchu kontaktnej šošovky. [1]

Farbenie pomocou bodovej tlače

Táto technológia zahŕňa nanášanie vzoru dúhovky v podobe malých nepriehľadných bodiek na predný povrch šošovky. Body sú vytvorené naviazaním nepriehľadného činidla, ako je oxid titaničitý, a farbiva. Spojovací polymér, ako je diizokyanát, sa používa na vytvorenie silnej chemickej väzby medzi nepriehľadným tónovaným činidlom a povrchom šošovky. Výsledným kozmetickým efektom je kombinácia farieb bodového vzoru na povrchu kontaktnej šošovky a prirodzenej farby vlastnej dúhovky. [1]

Farbenie pomocou vrstvenia

Pri tomto procese je vzor dúhovky nanesený na povrch už predom vysústruženého HEMA materiálu. Po tomto kroku sa naniesie ešte druhá vrstva HEMA, a to na vrch tohto vytvoreného vzoru. Za pomoci polymerizácie dôjde k prepojeniu oboch vrstiev a vytvorí sa tak zatvrdnutý polotovar, ktorý sa neskôr sústruží, čím sa vytvorí hotová forma šošovky. Výhodou tohto procesu je, že vytvorený farebný vzor je uzavretý medzi dvoma zložkami polyméru, takže je izolovaný vnútri kontaktnej šošovky. Naopak nevýhoda je, že kontaktná šošovka je hrubšia, čím sa znižuje priepustnosť pre kyslík a taktiež sa odlišujú vlastnosti šošovky v ťahu, čo môže ovplyvniť proces usadenia. [1]

Ako alternatívna metóda sa uvádza tzv. sandwichová technológia. Jej princípom je, že sa na priehľadnú vrstvu hydrogélu vytvorí požadovaný vzor pomocou pigmentov tvoriacich strednú vrstvu a polymerizuje sa z druhou hydrogélou vrstvou. [1]

Nepriehľadné farbenie zadného povrchu kontaktnej šošovky

Pri poslednej metóde nepriehľadného farbenia sa celková štruktúrna hmota kontaktnej šošovky farbí priesvitným farbivom a vzor dúhovky so začiernenou zrenicou sa nanáša na zadnú plochu kontaktnej šošovky pomocou nepriehľadných farieb. Týmto spôsobom sa celý zadný povrch šošovky stane nepriehľadným. [1]

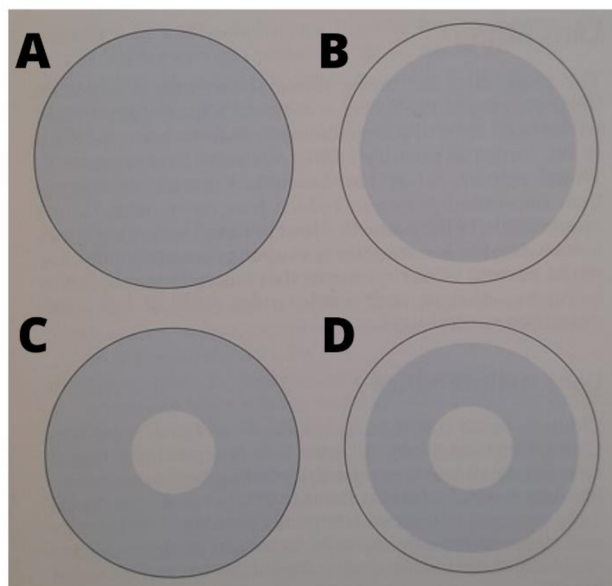
3.3 Základná konfigurácia odtieňov a vzhľad farebných kontaktných šošoviek

Selektívna distribúcia odtieňov na povrchu kontaktných šošoviek tvorí štyri základné kombinácie.

Patrí sem:

- Plne zafarbená kontaktná šošovka aj v oblasti pupily, bez transparentného okrajového 1,5 mm prúžku.
- Plne zafarbená kontaktná šošovka aj v oblasti pupily, s transparentným okrajovým 1,5 mm prúžkom.
- Zafarbená kontaktná šošovka s čírou pupilou, bez transparentného okrajového 1,5 mm prúžku.
- Zafarbená kontaktná šošovka s čírou pupilou, s transparentným okrajovým 1,5 mm prúžkom.

Plne zafarbená zrenica kontaktnej šošovky pôsobí prirodzenejšie, ale vytvára zhoršený vizuálny efekt na videnie. Číra zrenica síce eliminuje zhoršený vizuálny efekt, ale spôsobuje problém s dosiahnutím správnej centrácie a prispôsobenia veľkosti čirej pupily kontaktnej šošovky a vlastnej pupily, ktorej veľkosť závisí od svetelných podmienok a teda akomodácie. Odtiene siahajúce až k okraju šošovky, teda bez okrajového transparentnému pásiku sú taktiež kozmeticky neuspokojivé, pretože sú viditeľné cez bielu skléru. [1]



Obrázok č.13: Štyri základné kombinácie nanášania farieb na kontaktné šošovky. A: Plne zafarbená kontaktná šošovka aj v oblasti pupily, bez transparentného okrajového 1,5 mm prúžku. B: Plne zafarbená kontaktná šošovka aj v oblasti pupily, s transparentným okrajovým 1,5 mm prúžkom. C: Zafarbená kontaktná šošovka s čírou pupilou, bez transparentného okrajového 1,5 mm prúžku. D: Zafarbená kontaktná šošovka s čírou pupilou, s transparentným okrajovým 1,5 mm prúžkom. [1]

3.4 Kontrola kvality pigmentácie pomocou spektrofotometra

Aby farebné kontaktné šošovky zvýraznili, poprípade úplne zakryli prirodzenú farbu očí tieto kontaktné šošovky musia obsahovať presný pomer pigmentov. Pre výrobcov to býva častokrát komplikovaný a náročný proces. Musí sa zabezpečiť taký proces, aby farby vyzerali úplne prirodzene. Analýza pomocou spektrofotometrických prístrojov môže dopomôcť určiť, či sú kontaktné šošovky vhodne zafarbené. [53]

Tento proces sa uskutočňuje napríklad vtedy, ak klienti uprednostňujú prirodzenejší vzhľad, alebo naopak radi experimentujú s nezvyčajnými vzormi či farbami. Problém pri vytváraní týchto typov kontaktných šošoviek je však v tom, že je veľmi ťažké vedieť dopredu, ako budú šošovky vyzerat' na pacientovom oku. Pred aplikáciou môže šošovka vyzerat' nepriehľadne, ale po vložení do oka sa farby nemusia javiť také pestré, ako predtým. [53]

Hlavným princípom analýzy je určenie, do akej miery je pigmentácia kontaktných šošoviek priehľadná alebo nepriehľadná, čím sa zlepši ich výsledná kvalita. Veľká výhoda je, že spektrofotometre dokážu detekovať aj nepatrné zmeny odtieňa medzi dvoma rôznymi vzorkami farbiva. [53]

Chemikálie používané počas dezinfekcie často spôsobujú miernu stratu farebných odtieňov, najmä ak sa jedná o svetlejšie odtiene, kde nie je dostatok farbiva. Pomocou spektrofotometra sa dá vyhodnotiť vplyv dezinfekčných procesov na farbu kontaktných šošoviek. Najprv sa kontaktné šošovky otestujú, následne prejdú dezinfekciou a potom sa porovná toto meranie s meraním farby po dezinfekcii. [53]

4. Komplikácie spojené s nosením farebných kontaktných šošoviek

Farebné kontaktné šošovky boli síce predovšetkým vyvinuté pre pacientov s očnými abnormalitami, avšak používajú ich aj jedinci bez očných patológií, na kozmetické účely. [54] Predajný trh sa obzvlášť zameriava na mladých ľudí poskytovaním rôznych farebných kombinácií a vzorov kozmetických kontaktných šošoviek. Vplyvné reklamy a ľahká dostupnosť šošoviek viedli k dramatickému nárastu trendu nosenia kozmetických šošoviek, a to aj u mladých ľudí zo strednej až nižšej sociálno-ekonomickej vrstvy. Mnohí z týchto mladých používateľov si neuvedomujú a nemajú informácie o správnom používaní a starostlivosti o kontaktné šošovky. Voľnopredajné používanie kontaktných šošoviek ako kozmetický prostriedok sa rapídne zvyšuje. Jednoduchá a nemonitorovaná dostupnosť týchto kozmetických šošoviek je sprevádzaná ťažkými komplikáciami ohrozujúcimi zrak u mladých, nielen emetropických jedincov. [55]

Komplikácie spojené s používaním kozmetických kontaktných šošoviek sú častokrát podobné, ako u nefarebných kontaktných šošovkách. [54] Používanie kozmetických farebných kontaktných šošoviek, ktoré pochádzajú od neprofesionálnych dodávateľov, sa stáva čoraz bežnejším a populárnejším. Takéto nezodpovedné správanie so sebou prináša komplikácie ako sú mikrobiálna keratitída, akútna iridocyklitída, hypoxia rohovky, rohovkové vredy, bodkovaná keratopatia alebo giganto-papilárna konjunktivitída. [49]

Na vývoji mikrobiálnej keratitídy súvisiacej s kontaktnými šošovkami sa podieľa celý rad patogénov. Bežne implikované baktérie zahŕňajú *Pseudomonasa*, *Stafylokoky* a *Streptokoky*. *Pseudomonas aeruginosa* je najbežnejším druhom, ktorý predstavuje až 60 % kultúrou dokázaných infekcií u nositeľov kontaktných šošoviek. Mikroorganizmy používajú rôzne techniky na zvýšenie ich adherencie a virulencie, takže dokážu priľnúť k rôznym materiálom kontaktných šošoviek. [54]



Obrázok č.14: Závažná mikrobiálna keratitída. Prítomný je rozsiahly infiltrát a hypopyón. [56]

Výrobcovia kontaktných šošoviek používajú na zafarbenie šošoviek rôzne techniky vrátane tónovania pomocou namáčania, pomocou chemickej väzby alebo bodovej tlače, spomínaných vyššie v podkapitole 3.1 a 3.2. V niektorých krajinách boli hlásené vážne komplikácie spojené s nosením farebných kontaktných šošoviek, čo podnietilo preskúmať príčiny toho, ako by mohlo umiestnenie pigmentu a výrobné procesy zafarbených šošoviek ovplyvniť oko. Šošovky so zabudovanou vrstvou pigmentu v tele kontaktnej šošovky nemajú na povrchu šošovky častice pigmentu, čo bráni priamemu kontaktu medzi povrchom oka a časticami pigmentu. Naproti tomu šošovky s pigmentovými časticami vytlačenými na prednom alebo zadnom povrchu umožňujú časticam pigmentu priamy kontakt s palpebrálnou spojivkou alebo rohovkou. Kvôli rizikám spojenými s povrchovými pigmentami niektoré krajiny (napr. Japonsko a Čína) teraz vyžadujú od výrobcov, aby pred udelením povolenia na dovoz uviedli lokalizáciu pigmentu na kontaktných šošovkách. Nie sú však k dispozícii žiadne štandardné predpisy, ktoré by prinútili výrobcov uvádzať tieto požiadavky. Taktiež tu zohráva dôležitú rolu drsnosť povrchu kontaktnej šošovky. Uvádza sa [57], že drsnosť povrchu je výrazne vyššia v pigmentovanej oblasti v porovnaní s nepigmentovanou oblasťou. Ukázalo sa tiež, že nerovný povrch tónovaných kontaktných šošoviek má za následok vyššiu mikrobiálnu príľnavosť. Neexistujú však žiadne priame dôkazy, ktoré by dokazovali, že zvýšená drsnosť povrchu spôsobila infekciu po použití tónovaných mäkkých kontaktných šošoviek. Niektorí pacienti sa pred zakúpením tónovaných šošoviek sa neporadili s odborníkom, a preto sa táto príčina nevyhovujúceho správania pacienta uvádza ako

hlavná. Aj keď sa tieto faktory významne podieľajú na komplikáciách spojených s nosením farebných kontaktných šošoviek, nie je úplne známa korelácia medzi lokalizáciou pigmentu a spomínanými komplikáciami. [57]

Ako bolo podotknuté vyššie, proces farbenia môže chemicky pozmeniť povrch kontaktných šošoviek. Môže to tiež viesť k zníženiu zvlhčovania ich povrchu a následnému pocitu suchosti očí. [1] Mierne nerovnosti spôsobené zafarbením povrchu môžu spôsobiť, že zafarbené šošovky budú o niečo menej pohodlné ako ekvivalentné nezafarbené šošovky. [58] Preto sa častokrát používajú očné lubrikanty, ktoré môžu pomôcť zmierniť tieto nepríjemné pocity diskomfortu. [1]

Záver

Táto bakalárska práca sa zaoberá farebnými kontaktnými šošovkami, pričom jej hlavným cieľom bolo objasniť čitateľom ich rozdelenie podľa účelu, ďalej ich následné indikačné príčiny, technológiu nanášania farieb a v neposlednom rade komplikácie spojené s ich nosením.

Z teoretického základu práce možno povedať, že farebné kontaktné šošovky sú účinným prostriedkom pre úpravu alebo zdokonalenie podoby očí, podľa vlastných preferencií klienta. Je dôležité podotknúť, že ich aplikácia nezohráva len úlohu vo zvýraznení alebo zmene farby vlastnej dúhovky, ale tiež ako účinný nástroj so zámerom normalizácie vzhľadu poškodeného oka alebo pri poruchách farebného videnia, poprípade ako profylaktický prostriedok. Úvodná kapitola popisuje farebné kontaktné šošovky, ich dôležité parametre pre ich správny výber a taktiež ich stručný historický vývoj. Je dôležité zdôrazniť, že každý jeden prípad by sa mal riešiť individuálne a starostlivo uvážiť a informovať pacienta o možnostiach liečby, poprípade dosiahnutia požadovaných výsledkov. Ďalej nasleduje druhá kapitola, ktorá je kľúčová pre danú bakalársku prácu. Zaoberá sa jednotlivými druhmi farebných kontaktných šošoviek podľa účelu a ich možnosti využitia. Popisuje základné tri typy farebných kontaktných šošoviek, ale taktiež ich ďalšie možnosti využitia, napríklad pri použití pri športových aktivitách. Predposledná kapitola popisuje priehľadné a nepriehľadné možnosti nanášania farieb na kontaktné šošovky, ich farebnú konfiguráciu a základný vzhľad. Posledná kapitola rozoberá komplikácie spojené s nosením farebných kontaktných šošoviek. Tu je dôležité upozorniť na prudký nárast trendu nosenia kozmetických kontaktných šošoviek vďaka veľkému vplyvu reklám a ľahkej dostupnosti týchto kontaktných šošoviek. Takéto ľahkovážne správanie so sebou prináša mnoho komplikácií ako je napríklad častá mikrobiálna keratitída.

Keďže výrobcovia zavádzajú čoraz viac sofistikovanejšie technologické metódy na výrobu realistickejších farebných kontaktných šošoviek a taktiež vývoj tohto odvetvia ide neustále dopredu, môžeme sa len domýšľať, čo ďalšie prinesie budúcnosť.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Efron N, Efron S. Special lenses and fitting considerations. In: Contact lens practice, 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2010:243-251.
- [2] Morgan PB, Efron N. Patterns of fitting cosmetically tinted contact lenses. Contact Lens and Anterior Eye, 2009;32(5):e207-8. doi: 10.1016/j.clae.2009.05.001.
- [3] Bator KK, Salituro MS. Prosthetic soft contact lenses and you. Eye and contact lens. 2005 Sep;31(5):e215-8. doi: 10.1097/01.icl.0000155295.09967.1b.
- [4] Kumar D, Krishna G. Cosmetic contact lenses and artificial eyes. Aligarh, India: Contact lens Research & Training Institute; 1981.
- [5] Efron N, Pearson RM. Centenary celebration of Fick's Eine Contactbrille. Archives of Ophthalmology. 1988 Oct;106(10):e1370-7. doi: 10.1001/archopht.1988.01060140534019.
- [6] Dreyer J. History of coloured contact lenses. Eye health central. 2015. <https://www.contactlenses.co.uk/education/history-of-coloured-contact-lenses>. Online [31.10.2022].
- [7] Bowden JT. Contact lenses: the story. Kent: Bower House; 2009.
- [8] Stephenson M, Heiting G. Prosthetic contact lenses. All about vision. 2019. <https://www.allaboutvision.com/contacts/prosthetic-contact-lenses.htm>. Online [20.01.2023].
- [9] Cassel M, Fenner S. Current prosthetic lens choices. Contact lens spectrum. 2000. <https://www.clspectrum.com/issues/2000/november-2000/current-prosthetic-lens-choices>. Online [20.01.2023].
- [10] Gasson A, Morris AJ. Special lens features and applications. In: The contact lens manual, 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2010:295-303.
- [11] Lam D. Soft Contact Lenses for Prosthetic Fitting. Contact lens spectrum. March 2015. <https://www.clspectrum.com/issues/2015/march-2015/soft-contact-lenses-for-prosthetic-fitting>. Online [25.11.2022].
- [12] Cole CJ, Vogt U. Medical uses of cosmetic colored contact lenses. Eye and contact lens. 2006 Jul;32(4):e203-6. doi: 10.1097/01.icl.0000219747.08551.60.
- [13] Mannis JM, Zadnik K et al. Contact Lenses in Ophthalmic Practice. New York, N.Y.: Springer; 2004.

- [14] Petrová S, Mašková Z et al. *Základy aplikace kontaktních čoček*, 2nd ed. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně; 2008.
- [15] Valley Eyecare center. *How Colored Contacts Can Enhance Your Natural Eye Color*. Valley Eyecare center. 2019. <https://valleyeyecareaz.com/how-colored-contacts-can-enhance-your-natural-eye-color/>. Online [20.01.2023].
- [16] Tan A, Ting L et al. Colour vision and tinted contact lenses. *Clinical and experimental Optometry*. 1987 May;70(3):e78-81. doi:10.1111/j.1444-0938.1987.tb04214.x.
- [17] Harris MG, Hririfar M et al. Transmittance of tinted and UV-blocking disposable contact lenses. *Optometry and vision science*. 1999 Mar;76(3):e177-80. doi: 10.1097/00006324-199903000-00018.
- [18] Insler SM, Hendricks C et al. Visual field constriction caused by colored contact lenses. *Archives of ophthalmology*. 1988 Dec;106(12):e1680-2. doi: 10.1001/archopht.1988.01060140852025.
- [19] Migneco MK. Contact lens management of aniseikonia and photophobia induced by trauma. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2005;31(6):e252–253. doi:10.1097/01.icl.0000161704.097.
- [20] Astin CLK. The use of occluding tinted contact lenses. *Contact lens association of Ophthalmology journal*. 1998 Apr;24(2):125-7.
- [21] Eustis HS, Chamberlain D. Treatment for amblyopia: results using occlusive contact lens. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 1996 Nov-Dec;33(6):e319-22. doi: 10.3928/0191-3913-19961101-09.
- [22] Collins RS, McChesney ME et al. Occlusion properties of prosthetic contact lenses for the treatment of amblyopia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2008 Dec;12(6):e565-8. doi: 10.1016/j.jaapos.2008.04.008.
- [23] Shah C, Raj C et al. The evolution in therapeutic contact lenses. *Ophthalmology clinics of North America*. 2003 Mar;16(1):e95-101, vii. doi: 10.1016/s0896-1549(02)00066-4.
- [24] McDermott ML, Chandler JW. Therapeutic uses of contact lenses. *Survey of Ophthalmology*. 1989 Mar-Apr;33(5):e381-94. doi: 10.1016/0039-6257(89)90015-5.

- [25] Zeltzer HI. Use of modified X-Chrom for relief of light dazzlement and color blindness of a rod monochromat. *Journal of the American Optometric Association*. 1979 Jul;50(7):813-8.
- [26] Park WL, Sunness, JS. Red contact lenses for alleviation of photophobia in patients with cone disorders. *American Journal of Ophthalmology*. 2004 Apr;137(4):e774-5. doi: 10.1016/j.ajo.2003.09.061.
- [27] Schornack MM, Brown WL et al. The use of tinted contact lenses in the management of achromatopsia. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*. 2007 Jan;78(1):e17-22. doi: 10.1016/j.optm.2006.07.012.
- [28] Rajak SN, Currie ADM et al. Tinted contact lenses as an alternative management for photophobia in stationary cone Ddstrophies in children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2006 Aug;10(4):e336-9. doi: 10.1016/j.jaapos.2006.04.001.
- [29] Jonsson AC, Burstedt MSI et al. Tinted contact lenses in Bothnia dystrophy. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 2007 Aug;85(5):e534-9. doi: 10.1111/j.1600-0420.2007.00894.x.
- [30] Laurent JM, Deligio D. Specialty and custom soft contact lenses. *Contact lens spectrum*. December 2016;31:20-23 <https://www.clspectrum.com/issues/2016/december-2016/specialty-and-custom-soft-contact-lenses>. Online [26.11.2022].
- [31] Matsumoto ER, Johnson CA et al. Effect of X-Chrom lens wear on chromatic discrimination and stereopsis in color-deficient observers. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*.1983 Apr;60(4):e297-302. doi: 10.1097/00006324-198304000-00006.
- [32] Siegel IM. The X-Chrom lens. On seeing red. *Survey of Ophthalmology*. 1981 Mar-Apr;25(5):e312-24. doi: 10.1016/s0039-6257(81)80001-x.
- [33] Swarbrick HA, Nguyen P et al. The ChromaGen contact lens system: colour vision test results and subjective responses. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2001 May;21(3):e182-96. doi: 10.1046/j.1475-1313.2001.00583.x.
- [34] Ilhan C, Sekeroglu AM et al. The effect of the ChromaGen contact lens system on visual performance. *Clinical and Experimental Optometry*. 2020 Jul;103(4):e507-512. doi: 10.1111/cxo.13011.

- [35] Harris D, MacRow-Hill SJ. Application of ChromaGen haploscopic lenses to patients with dyslexia: a double-masked, placebo-controlled trial. *Journal of the American Optometric Association*. 1999 Oct;70(10):629-40.
- [36] Erickson GB, Horn FC et al. Visual Performance with Sport-Tinted Contact Lenses in Natural Sunlight. *Optometry and Vision Science*. 2009 May;86(5):e509-16. doi: 10.1097/OPX.0b013e31819f9aa2.
- [37] Steinemann TL. Tinted Sports Performance Lenses: "Will Everyone Please Play by the Rules". *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2006 Mar;32(2):e63-4. doi: 10.1097/01.ICL.0000204455.43467.68.
- [38] Porisch E. Football players' contrast sensitivity comparison when wearing amber sport-tinted or clear contact lenses. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*. 2007 May;78(5):e232-5. doi: 10.1016/j.optm.2006.11.014.
- [39] Cerviño A, Gonzalez-Meijome JM et al. Effect of sport-tinted contact lenses for contrast enhancement on retinal straylight measurements. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2008 Mar;28(2):e151-6. doi: 10.1111/j.1475-1313.2008.00541.x.
- [40] Zimmerman AB, Lust KL et al. Visual acuity and contrast sensitivity testing for sports vision. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2011 May;37(3):e153-9. doi: 10.1097/ICL.0b013e31820d12f4.
- [41] Osuagwu UL, Ogbuehi KC. UV–vis light transmittance through tinted contact lenses and the effect of color on values. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2014 Jun;37(3):136-43. doi: 10.1016/j.clae.2013.09.004.
- [42] Tønnesen HH, Mathiesen SS et al. Ultraviolet transmittance of monthly replacement lenses on the Scandinavian market. *International Contact Lens Clinic*. 1997;24(4):e123–127. doi:10.1016/s0892-8967(97)00040-0
- [43] Johnson & Johnson Vision Care. ACUVUE. 2020. <https://www.acuvue.com/acuvue-oasys-transition-contact-lenses>. Online [24.01.2023].
- [44] Mitroff S. CNET. 2019. <https://www.cnet.com/health/personal-care/these-transition-contact-lenses-get-dark-in-sunlight-and-i-love-them/>. Online [24.01.2023].

- [45] Renzi-Hammond LM, Buch JR et al. The Effect of a Photochromic Contact Lens on Visual Function Indoors: A Randomized, Controlled Trial. *Optometry and Vision Science*. 2020 Jul;97(7):e526-530. doi: 10.1097/OPX.0000000000001537.
- [46] Sayre MR, Dowdy CJ et al. Dermatological risk of indoor ultraviolet exposure from contemporary lighting sources. *Photochemistry and Photobiology*. 2004 Jul-Aug;80:e47-51. doi: 10.1562/2004-02-03-RA-074.1.
- [47] Johns KJ, O'Day DM. Pseudomonas corneal ulcer associated with colored cosmetic contact lenses in an emmetropic individual. *American Journal of Ophthalmology*. 1988;105(2):e210. doi:10.1016/0002-9394(88)90189-4
- [48] Steinemann TL, Pinninti U et al. Ocular complications associated with the use of cosmetic contact lenses from unlicensed vendors. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2003 Oct;29(4):e196-200. doi: 10.1097/00140068-200310000-00002.
- [49] Connell BJ, Tullo A et al. Pseudomonas aeruginosa microbial keratitis secondary to cosmetic coloured contact lens wear. *British Journal of Ophthalmology*. 2004 Dec; 88(12):e1603–1604. doi: 10.1136/bjo.2004.049387
- [50] Lee JS, Hahn TW et al. Acanthamoeba keratitis related to cosmetic contact lenses. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2007 Nov;35(8):e775-7. doi: 10.1111/j.1442-9071.2007.01622.x.
- [51] Voetz SC, Collins MJ et al. Recovery of corneal topography and vision following opaque-tinted contact lens wear. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2004 Apr;30(2):e111-7. doi: 10.1097/01.icl.00000121371.25780.f8.
- [52] Lutzi FG, Chou BR et al. Tinted Hydrogel Lenses Permanency of Tint. *American journal of optometry and physiological optics*. 1985 May;62(5):e329-33. doi: 10.1097/00006324-198505000-00005.
- [53] Phillips K. Using Spectrophotometers to Create Consistency in Colored Contact Lenses. *HunterLab*. 2022 Oct. <https://www.hunterlab.com/blog/using-spectrophotometers-to-create-consistency-in-colored-contact-lenses/>. Online [30.01.2023].
- [54] Lim CHL, Stapleton F et al. A review of cosmetic contact lens infections. *Eye*. 2019 Jan;33(1):e78-86. doi: 10.1038/s41433-018-0257-2.
- [55] Singh S, Satani D et al. Colored Cosmetic Contact Lenses: An Unsafe Trend in the Younger Generation. *Cornea*. 2012 Jul;31(7):e777-9. doi: 10.1097/ICO.0b013e31823cbe9c.

- [56] Upadhyay P, Srinivasan M et al. Diagnosing and managing microbial keratitis. *Community eye health journal*. 2015 June. <https://www.cehjournal.org/article/diagnosing-and-managing-microbial-keratitis/>. Online [31.01.2023].
- [57] Jung JW, Han SH et al. Evaluation of pigment location in tinted soft contact lenses. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2016 Jun;39(3):e210-6. doi:10.1016/j.clae.2016.01.008.
- [58] Steffen RB, Barr JT. Clear versus opaque soft contact lenses: Initial comfort comparison. *International Contact Lens Clinic*. 1993;20(9-10):e184–186. doi:10.1016/0892-8967(93)90116-9.