

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY

KERATOPIGMENTACE

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Alžběta Horáková

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2021/2022

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Jaroslava Wagnera, Ph.D. za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 2. 5. 2022

.....

Alžběta Horáková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi pomáhali v průběhu psaní bakalářské práce, zejména RNDr. Jaroslavu Wagnerovi, PhD., za jeho čas, pomoc a cenné rady.

Tato práce byla podpořena projekty IGA PřF UP v Olomouci
č. IGA_PrF_2021_012 a IGA_PrF_2022_010.

OBSAH

ÚVOD	6
1. ANATOMIE A FYZIOLOGIE OKA	7
1.1 Anatomie a fyziologie rohovky.....	8
1.1.1. Vývoj rohovky	8
1.1.2. Stavba rohovky	9
1.1.3. Inervace rohovky	10
1.1.4. Výživa rohovky.....	10
1.2. Slzný film.....	11
1.3. Bělima	12
1.4. Duhovka	13
2. HISTORIE	14
3. VÝBĚR PIGMENTU	18
3.1. Pigmenty, kterým je třeba se vyhnout.....	18
3.2. Sterilizace.....	18
3.3. Barva pigmentu	18
3.4. Chemické složení pigmentů	19
3.5. Mikronizované minerální pigmenty	19
4. PŘEDOPERAČNÍ VYŠETŘENÍ	20
5. POOPERAČNÍ PÉČE	21
6. INDIKACE A KONTRAINDIKACE	22
6.1. Indikace	22
6.1.1. Kosmetická keratopigmentace	22
6.1.2. Terapeutická keratopigmentace	23
6.2. Kontraindikace	24
7. KOMPLIKACE	25
8. METODY PROVEDENÍ KTP	27
8.1. Povrchová manuální keratopigmentace (SMK).....	28
8.2. Povrchová automatizovaná keratopigmentace (SAK)	28
8.3. Intrastromální (intralamelární) manuální keratopigmentace (MIK)	29
8.3.1. Nástroje používané u této metody	31
8.4. KTP za použití femtosekundového laseru (FAK).....	32
8.5. Zajištění dobrého stavu chirurgických nástrojů k těmto zákrokům	33
9. PŘÍPADY APLIKACE KERATOPIGMENTACE	34
9.1. Příklad 1	34

9.2. Případ 2	35
9.3. Případ 3	36
10. NEZDRAVOTNICKÉ TETOVÁNÍ OKA	37
ZÁVĚR	39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	40

ÚVOD

Existuje rčení, že oko je oknem do lidské duše. Avšak neprůhlednosti oka, například leukomy, rohovkové jizvy či kolobomy mohou tento pohled přes pomyslné okno zhoršit. Nemluvě o jeho funkčních a kosmetických nedostatcích. Jednou z možností, jak kompenzovat tento problém je tetování rohovky.

O dané problematice jsem se dozvěděla v rámci studia. Nikdy předtím jsem o této metodě neslyšela. Zaujala mě myšlenka, že se dá napravit něco, co už se zdá být ztracené. Ze zmíněného důvodu jsem se rozhodla zabývat tímto tématem v mé bakalářské práci.

Cílem mé bakalářské práce je metoda keratopigmentace (KTP), jinak také, jak už je výše zmíněno, tetování rohovky. Keratopigmentace, v angličtině známé jako keratopigmentation, je metoda, která se používá ke změně barvy očí. Dále ke zlepšení estetického vzhledu oka nebo zrakových funkcí. Při tomto zákroku je pigment dodáván rovnou do rohovkového stromatu, právě z důvodu vylepšení vzhledu oka. V posledních desetiletí došlo k významným zlepšením v této oblasti s využitím nejmodernějších technologií.

Celá práce se dělí do několika kapitol. V první řadě se věnuji anatomii a fyziologii oka a podrobněji anatomii a fyziologii rohovky, bělimy a duhovky. V druhé části čtenáře seznamuji s historií KTP, výběru vhodného pigmentu, předoperačním a pooperačním vyšetřením a možnými komplikacemi. Dále s indikacemi a kontraindikacemi a v poslední řadě s možnými metodami a nástroji k tomu potřebnými. Jsou zmíněné i různé případy tohoto zákroku. V závěru zmiňuji zajímavosti o nezdravotnickém tetování oka.

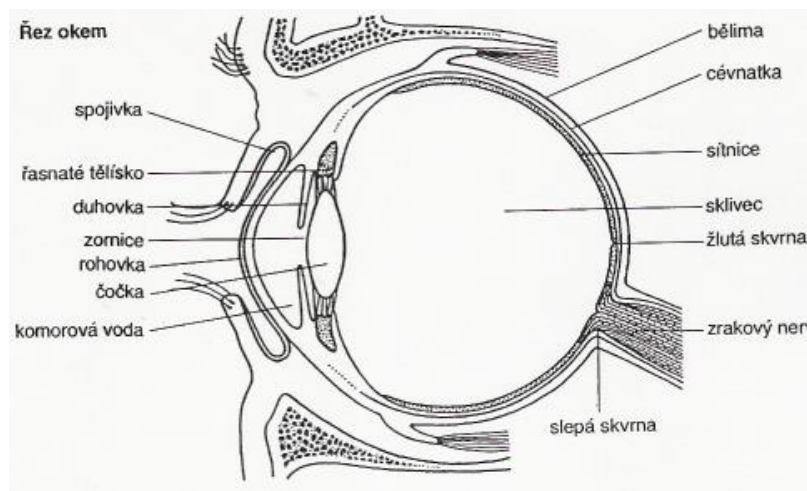
1. ANATOMIE A FYZIOLOGIE OKA

Zrakové ústrojí se skládá ze zrakové dráhy a zrakového ústředí. Především do zrakového ústrojí patří oční bulvy, neboli *bulbus oculi* a jejich přídatné orgány, které zajišťují ochranu, pohyblivost a funkce bulbu. Mezi ně patří oční víčka, spojivka, okohybné svaly a slzný aparát. Dále cévy, nervy v očnici (*orbita*) a očnice samotná, kde se nachází oční bulvy s přídatnými orgány. Je to párová dutina, jejíž tvar připomíná čtyřbokou pyramidu se zaoblenými hranami. Vrchol jí směřuje dozadu a je složena ze sedmi kostí: čelní, jářmová, horní čelist, kost slzní, čichová, klínová a patrová. [1, 2, 3]

Oční koule má přibližně kulovitý tvar a její stěna je složena z několika vrstev. Dělíme ji na povrchovou (vazivovou), střední (cévnatou), vnitřní (nervovou) vrstvu a nitrooční prostor. [1, 2, 3]

Přední segment povrchové vrstvy je tvořen rohovkou a zadní segment bělimou. Ve střední vrstvě nalezneme cévnatku, duhovku a ciliární tělísko. Tyto tkáně tvoří živnatku (*uvea*). Vnitřní vrstvou je sítnice. Do nitroočního prostoru náleží přední a zadní komora, čočka a sklivec. [1, 2, 3]

V poslední řadě zraková dráha, která slouží k převodu podráždění oka do mozku. Jejím úkolem je zajištění spojení sítnicových fotoreceptorů se zrakovou kůrou v týlním mozkovém laloku. [1, 2, 3]



Obrázek 1: Řez okem [4]

1.1 Anatomie a fyziologie rohovky

Rohovka tvořící přední část oka je transparentní optická tkáň. Společně s bělímou, spojivkou a slzným filmem tvoří mechanickou bariéru mezi vnitřním okem a vnějším prostřením. Zaujímá asi 20% povrchu oční koule. Je zcela průhledná, bezbarvá lesklá a je inervovaná, ale bezcévná. Je to nejcitlivější tkáň v lidském těle. Proto při dotyku rohovky se automaticky vybavuje nepodmíněný reflex- sevření víček. Vyživuje se z komorové tekutiny, slz a z cévní pleteně v *limbu*. [2, 5, 6]

Má tvar horizontálně uložené elipsy. Její tloušťka se pohybuje okolo 1 mm, ale není všude stejná, jelikož přední plocha rohovky má poloměr zakřivení 7,7 mm a zadní plocha 6,6 mm. Vzhledem k tomu je nejtenčí ve středu (přibližně 0,8mm) a nejsilnější na okraji (přibližně 1,0 – 1,2 mm). Stejně tak rohovkové zakřivení není stejnoměrné. Horizontální průměr činí cca 12 mm a vertikální cca 11 mm, proto je vertikální zakřivení rohovky větší než zakřivení horizontální. Optická mohutnost rohovky je 43 D. [2, 5, 6]

1.1.1. Vývoj rohovky

Začíná se vyvíjet ve 2. měsíci embryonálního vývoje. Pochází z ektodermální a mezenchymální tkáně. Epitel rohovky je tvořen z povrchového ektodermu. Rohovkové stroma vzniká tak, že rohovková vlákna rostou ze spodu směrem do povrchu a zahušťují se pod epitelem Bowmanovy membrány. Tento vývoj je patrný už v 5. měsíci nitroděložního života. Účastní se buňky mezenchymální tkáně a fibroblasty vzniklé z těchto buněk vytvářejí elastická a kolagenní vlákna. Endotel a descemetova membrána má původ v uveálním mezenchymu. Vzniká jako homogenní vrstva, která je úzce spjata s tenkou vrstvou elastických vláken. Objevuje se až v 6. měsíci nitroděložního těhotenství. Růstem rohovky ubývá buněk, a proto je od svého vzniku průhledná. [3, 6]

1.1.2. Stavba rohovky

Epitel rohovky- Tvoří její povrch v podobě vrstevnatého dlaždicového epitelu bez rohovatění. Je uspořádán do 4 až 6 vrstev. Představuje 10 % tloušťky rohovky. Má velkou schopnost regenerace a migrace, což znamená, že drobné oděrky (erose) či určité podráždění epitelu se zcela zahojí do 48 hodin po vzniku. Průměrně se obnovuje každých 7 dní. Za tuto schopnost odpovídají limbální buňky. Mikroklky, tvořící povrch epitelu, umožňují přilnutí mucinu (vnitřní vrstva slzného filmu). Bazální membrána epitelu má dvě základní funkce. Podílí se na organizaci bazální vrstvy epitelových buněk a odděluje epitel od stromatu. Zabránění vniknutí infekce do rohovky zajišťuje neporušený povrch epitelu. [2, 6, 7]

Bowmanova membrána - bazální membrána při tloušťce přibližně 8-12 μm . Je-li tato membrána porušena, ztrácí schopnost regenerace a může způsobit rohovkovou jizvu. [2, 6, 7]

Stroma - vazivová vrstva rohovky, která tvoří 90% její tloušťky. Je tvořena kolagenními fibrilami (vlákny) s malou příměsí vláken elastických, které jsou pravidelně uspořádány. Mukoidní substance mezi vlákny a buňkami dodává v této vrstvě stejnou hodnotu indexu lomu světla. Regenerační schopnost je téměř nulová. [2, 6, 7]

Descemetova membrána - je relativně pevná, tvořená mřížkou kolagenních fibril. S věkem dochází k ztlušťování. Má schopnost regenerace díky funkčnosti endotelových buněk. [2, 6, 7]

Endotel rohovky - poslední, zadní vrstva rohovky a zároveň i výstelka přední oční komory je jednovrstevná o tloušťce 4-6 μm . Má zodpovědnost za transparentci (průhlednost) a za stálé hydratování rohovky. Tím udržuje optickou mohutnost konstantní. Prakticky nemá schopnost regenerace. Hustota endotelových buněk je 2600 – 3000 buněk/ mm^2 . S věkem se tento počet snižuje, stejně jako u různých onemocnění či nitroočních operací, nebo transplantaci rohovky. Následně pak dochází k patologickým změnám (například zakalení). Defekty na endotelu jsou pak uzavírány migrací a zvětšením velikosti buněk. [2, 6, 7]

1.1.3. Inervace rohovky

Rohovka je senzitivně inervovaná z první větve trojklaného nervu. Vstupují do oblasti korneosklérálního *limbu*. Společně s touto inervací vstupuje i inervace sympatická. V rohovce se konečná větev rozděluje na subepitelový a stromální *plexus*. Jelikož ze všech tkání v těle má rohovka nejvyšší počet senzitivních nervových zakončení, tak přímé podráždění vyvolá okamžitou reakci. Mrkací reflex. Následně narušení rohovkového epitelu, ať už cizí tělísko, UV záření, zánět či eroze vyvolá obnažení senzitivní zakončení trojklaného nervu a způsobí tak intenzivní bolest, která má za následek reflexní slzení a neovladatelné sevření víček. [6]

1.1.4. Výživa rohovky

Rohovka jakožto avaskulární tkáň společně s bělimou, čočkou a sklivcem patří mezi bradytrofické tkáně (tkáně bez krevního zásobení). Její metabolismus je pomalý, takže i hojení je pomalé. Je vyživována a závislá na přísunu glukózy a kyslíku. Hlavní zdrojem glukózy je komorová voda, (asi 90 %) a zbylých 10 % se do rohovky dostává ze slzného filmu a z cév rohovkového *limbu*. Příjem kyslíku při otevřených víčkách je slzný film při přímém kontaktu s atmosférickým kyslíkem. Při zavřených víčkách přijímá kyslík ze spojivkových cév. [6, 7]

Stabilní hydratace rohovky zajišťuje stabilní refrakční index. Na této stabilitě má hlavní podíl funkce endotelu se svým aktivním transportem udržující stálý osmotický tlak stromatu v rohovce a dále i nitrooční tlak a stav slzného filmu. [6, 7]

1.2. Slzný film

Na povrchu rohovky se nachází slzný film, jehož funkce je hlavně ochrana povrchového epitelu rohovky. Ochrana jak mechanická tak imunologická. Jeho tloušťka je cca 7 μm a skládá se ze tří vrstev. Olejová, vodní a mucinová. Tyto vrstvy v sebe plynule přecházejí. [6, 7]

- 1. Olejová (lipidová) vrstva** - je 0,5 μm silná a je tvořena sekrecí lipidů Meibomovými žlázkami. Tato vrstva se nachází úplně na povrchu a má za úkol zabránit odpařování vodné složky slzného filmu.
- 2. Vodní vrstva** - její tloušťka je 6 μm a je tvořena sekrecí akcesorních slzných žláz uložených ve spojivce. V této vodní frakci jsou obsaženy imunologicky aktivní látky. Především IgA, IgG, IgE, IgM. Dále lysozym, prealbumin, ceruloplazmin a laktoferin. Produkty degranulace žírných buněk a růstové faktory. Na reflexním slzení se podílí orbitální a palpebrální slzné žlázy.
- 3. Mucinová vrstva** - tuto vrstvu produkují pohárkové buňky uložené ve spojivce. Snižuje povrchové napětí a díky ní dochází k přilnutí vodné složky v slzném filmu na hydrofobní povrch epitelu rohovky. [6, 7]

Další funkce slzného filmu je funkce optická a lubrikační. Funkci optickou zajišťuje slzný film vytvářející optické hladké rozhraní mezi rohovkou a vzduchem, což je významnou částí optické soustavy oka. Kompenzuje tak mikroskopické nerovnosti na epitelu rohovky a udržuje dokonale hladký povrch. [6, 7]

Funkce lubrikační má zvlhčující vlastnosti, které jsou důležité pro klouzavý pohyb víček při mrkání a udržování tak vlhkého prostředí nezbytného pro epitel rohovky. [6, 7]

1.3. Bělima

Tvoří 5/6 (80%) pevného očního obalu, její tloušťka se liší v různých místech. Nejtlustší je na zadním pólu (asi 1 mm) a taky v oblasti *limbu* je poměrně silná (0,8 mm). Směrem k ekvátoru se ztenčuje (0,5 mm) a nejtenčí je v místech úponů okohybných svalů (0,3 mm). Histologicky je tvořena svazky kolagenních vláken, které ji všemi směry protkávají. [3, 6]

Normální bělima je bílá, neprůhledná a s vysokou schopností vázat vodu. Udržuje tvar a *tonus* bulbu, ochraňuje nitrooční struktury a také složí k úponu zevních očních svalů. Schopnost vázat vodu s rostoucím věkem klesá, přičemž dochází k zvýšení obsahu vápníku. Až pětinasobně. [3, 6]

V přední části bělima v oblasti *limbu* přechází v rohovku. V zadní části u výstupu zrakového nervu má síťovitou strukturu a přechází do obalů zrakového nervu. V oblasti komorového úhlu tvoří bělima trabekulární síť a Schlemmův kanál. [3, 6]

Odlišujeme tři vrstvy:

1. **Episkléra** - řídká vazivová tkáň, která je pouze v přední části bulbu na povrchu.
2. **Sklérální stroma** - tvořeno z kolagenních a elastických vláken.
3. **Lamina fusca** - vnitřní vrstva bělimy naléhající na živnatku. Obsahuje větší počet melanocytů a mezodermální buňky a tvoří ji kolagenní vlákna. [3, 6]

Cévní a nervové zásobení nemá vlastní, ani lymfatický systém, ale prochází skrze ni důležité cévní kmeny a nervy. [3, 6]

1.4. Duhovka

Duhovka tvoří jakousi přepážku mezi přední a zadní oční komorou. Je umístěna úplně vpředu a uprostřed má kruhovitý otvor, který nazýváme zornice (*pupila*). Její rozložení je od své kořenové části až k pupilárnímu okraji. Její přední plocha společně s přední plochou čočky ohraničuje zezadu přední komoru. [1, 3]

Rozeznáváme dvě oblasti. Pupilární a ciliární oblast. Asi třetinu plochy od ciliárního okraje zaujímá velmi jemná duhovková tkáň, která se řasí do radiálně probíhajících záhybů a tvoří pupilární oblast. Ciliární oblast je více v periferii, má spíše síťovanou strukturu a je tlustší. Hranice těchto oblastí tvoří duhovkové okružní (je to markantní vyvýšená přechodná zóna). Pupilární okraj, který lemuje většinou tmavohnědý proužek, se nachází na zadní stěně duhovky a přechází v pigmentový epitel. [1, 3]

Tkáň duhovky se skládá z předního a zadního listu. Přední je mezodermálního původu a zadní ektodermálního původu. Dále kromě četných cév a nervů obsahuje svalová vlákna. [1, 3]

Pigmentové buňky jsou dvojího druhu. První chromatofory, což jsou malé, kulaté buňky s četnými výběžky. Jsou mezi sebou spojené a obsahují hnědý nebo žlutavý pigment. Najdeme je ve všech vrstvách duhovky. Druhé jsou hrudkovité buňky, které najdeme v oblasti svěrače s tmavohnědým až černým pigmentem. [1, 3]

Svalová vlákna ovládají šířku zornice a jsou dvojího průběhu. Jedna jsou radiálně uspořádána a tvoří sval zvaný rozvěrač (zornice). Druhá jsou cirkulárně uspořádána a tvoří sval zvaný svěrač (zornice). [1, 3]

Množství pigmentu určuje barvu očí a také chrání oko před oslněním. Zornice se při osvětlení zužuje a při šeru naopak rozšiřuje. [1, 3]

2. HISTORIE

Historie rohovkového tetování sahá až do doby před 2000 lety a lze ji rozdělit do různých období. [8]

1. Období Galéna a Aetia

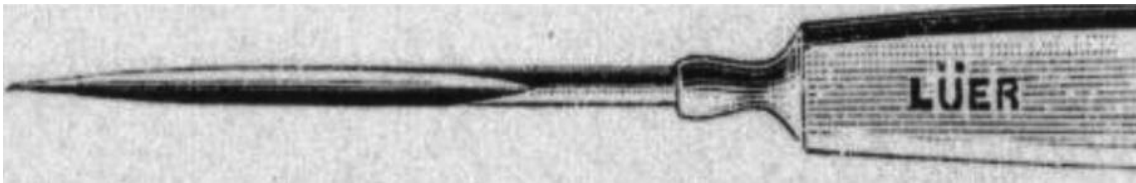
Tetování rohovky ve staré historii poprvé popsal římský lékař a filozof Galén z Pergamu v roce 150 n. l. Je považován za prvního lékaře, který pigmentoval lidskou rohovku. Později v roce 450 n. l. Aetius popsal stejnou techniku. Oba lékaři se pokoušeli zakrýt leukomatózní opacity kauterizací povrchu rohovky pomocí rozžhaveného kůlu a po kauterizaci bylo na oko nanášeno barvivo pomocí různých pigmentů, jako jsou práškové ořechy, železo nebo síran měďnatý. Tyto zákroky se pravděpodobně prováděly pouze u pacientů s nevzhlednou rohovkovou jizvou a také u pacientů, kteří byli slepí. [8, 9, 10, 11, 12]



Obrázek 2: Galen [8]

2. Období Louise Von Weckera

Po Galénovi se o tetování rohovky v literatuře píše až roku 1869, kdy novou metodu zavedl oční chirurg Louis Von Wecker. Uplynulo čtrnáct století, než Wecker navrhl, vymyslel a uvedl do praxe moderní metodu keratopigmentace. Jako první také použil černý inkoust, také nazývaný jako indický inkoust. Autor aplikoval kokain k umrtvení povrchu oka a poté provedl nanesení vrstvy roztoku indického inkoustu na rohovku. Pak vpravoval pigment do rohovkové tkáně propíchnutím rohovky drážkovanou jehlou. Tato metoda od té doby ovlivnila všechny následující metody. Připustil, že návrh vzešel z prostého dotazu na možnou léčbu klinického případu, který učinil jeho tehdejší student Abadie, ale důrazně prohlásil, že oživení tohoto postupu a detaily techniky byly zcela jeho vlastní. [8, 11]



Obrázek 3: Weckerova jehla [8]

3. Další autoři

Keratopigmentace si získala popularitu. Mnoho autorů koncem 70. let 19. století a počátkem 20. století navrhovalo různé indikace a použití různých barviv. Bylo navrženo několik zařízení a různé techniky aplikace. Tyto dřívější pokusy se omezovaly na použití černého a indického inkoustu, který se používal k vyplnění zornicového pole, k obkreslení duhovkového kruhu a příležitostně k prokládání duhovkových paprsků. V následujících desetiletích se o tetování vícebarevnými pigmenty, které napodobovaly přirozené stroma duhovky, se značným úspěchem pokoušeli Dunnage, Taylor, Woinow, Hasner a Archer v Evropě. Dále Levis, Williams, Thomson a Mathewson v Americe. [8, 11, 13]

Taylorovy příspěvky vzbudily větší pozornost než ostatní. Především proto, že doktor Wecker obhajoval jeho použití svazku jehel a shledal je při zkoušce praktičtějšími a účinnějšími než jeho vlastní jediná drážkovaná jehla. [8, 11, 13]



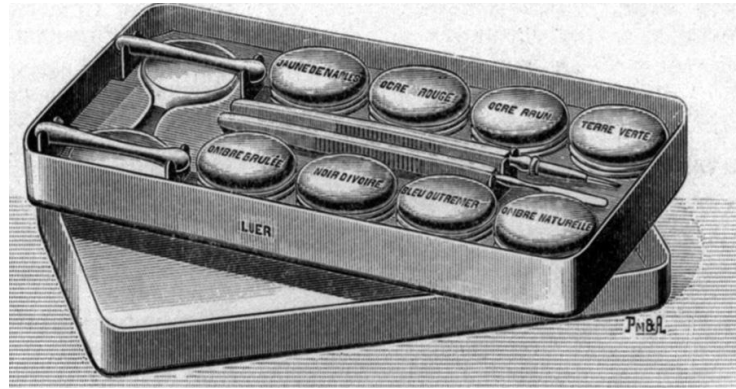
Obrázek 4: Taylorova jehla [8]

4. Zieglerovo období (1883 – 1973)

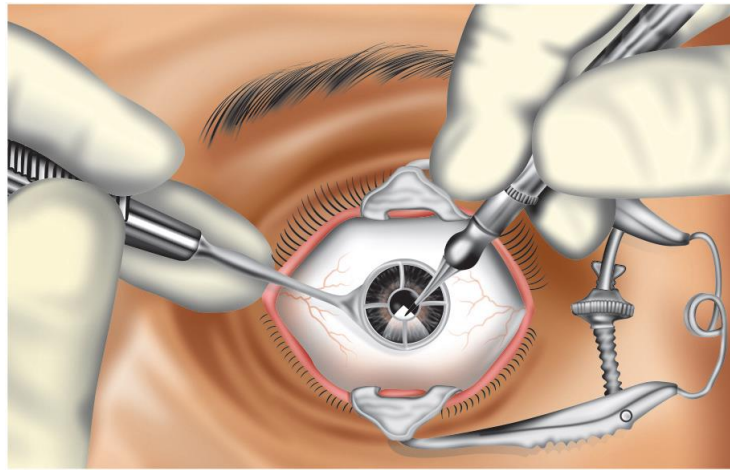
Doktor Samuel Lewis Ziegler je považován za otce moderní keratopigmentace. Jeho výzkum tetování rohovky je odhalen prostřednictvím díla, které se nazývá „Multicolor Tattoing of the Cornea“. Nejenže provedl tetování na rohovce, ale také doporučil typ pigmentů, které by se měly používat. Komentoval svůj protokol a svoji techniku, zmínil nástroje potřebné k provedení chirurgického zákroku a vytvořil seznam barev a jejich chemické složení. Sestavil kompilaci všech informací, autorů a jejich historie související s tetováním rohovky. Jeho techniky zůstávají i po mnoha letech v platnosti. [8, 10]



Obrázek 5: Doktor Samuel Lewis Ziegler [8]



Obrázek 6: Paleta pigmentů [8]



Obrázek 7: Zieglerův fixační prsten a Nidenovo plnicí pero [8]

3. VÝBĚR PIGMENTU

Podle Dr. Zieglera by měly být vybrány pigmenty, které jsou minerálního původu, nesmazatelné, mísitelné s vodou, ale nerozpustné. Měly by se snadno sterilizovat a nesmí dráždit rohovku. Dále by neměly být schopné propouštět světlo. Při výběru barev pro keratopigmentaci jsou minerální barvy při aplikaci do lidské tkáně trvalejší než barvy rostlinné, ale je zřejmé, že by neměly být používány dráždivé pigmenty obsahující chrom, kadmium nebo kobalt. [8, 10, 14]

3.1. Pigmenty, kterým je třeba se vyhnout

Jak už výše zmiňuji, existují pigmenty, které by se neměly používat. Například chrom, kadmium nebo kobalt. Také chemické pomocné látky, jako jsou roztoky oxykyanidu nebo bichloridu rtuti, pokud hrozí nebezpečí, že ve směsi si pigmenty vytvoří problematické chemické sloučeniny. [8, 14]

3.2. Sterilizace

Hamilton prokázal, že v čínském inkoustu se nachází přítomnost bacilu a proto se klade důraz na sterilizaci. Nejlépe na tom jsou jemné práškové francouzské pigmenty, které dobře snášejí sterilizaci v suchém sterilizátoru zvýšeném na 150 °C, aniž by došlo ke změně barvy nebo konzistence. Neměly by při zavádění dráždit rohovku. [8]

3.3. Barva pigmentu

Pigmenty musí být dostatečně neprůhledné, aby zakryly například jizvu na rohovce, zachytily světlo, nebo aby dokázaly zakrýt kolobom či keratokonus. Což znamená, že barvivo by mělo odpovídat barvě duhovky nebo být mírně tmavší, protože je možné, že po jeho vstříknutí do tkáně rohovky dojde k rozptýlení pigmentu. [8, 10]

3.4. Chemické složení pigmentů

Aby bylo možné graficky znázornit paletu pigmentů, jejich chemické složení a kombinace potřebné k získání požadovaného odstínu barvy duhovky, připravil Dr. Ziegler tabulku. [8]

Tabulka 1: Složení pigmentů (upraveno) [8]

Pigmenty	Chemické složení
Neapólská žlutá	Kalcinovaný uhličitan olovnatý, biantimoniát draselný, chlorid amonný a sušený hliník
Zelená země	Hydrát uhličitanu měďnatého s hydratovanými solemi, hliník, železo a mangan
Ultramarínová modř	Síran, křemičitan sodný a hlinitý
Okrově hnědá	Jíl obsahující oxidy železa a manganu
Okrově červená	Jíl obsahující oxidy železa a manganu
Umbra surová	Hlína obsahující křemík, hliník, železo a oxid manganičitý
Umbra pálená	Žíhaná pálená umbra, jak je popsáno výše
Slonovinově černá	Černá kalcinovaná kost

3.5. Mikronizované minerální pigmenty

Mikronizované minerální pigmenty mají oproti jiným přírodním pigmentům další výhodu, jelikož velikost částic je redukována procesy mikronizace (2,5 mikronu a menší). Proto pravděpodobnost vzniku rozvíjící se imunitní reakce těla proti pigmentu zavedeného do rohovkového stroma je mnohem nižší, než u větších částic, což jsou běžné minerální pigmenty. [8, 14]

Další důležitou výhodou od mikronizovaných minerálních pigmentů je široká škála dostupných barev. To je při keratopigmentaci velmi výhodné, protože hlavním cílem je přesně napodobit barvu oka pacienta a dosáhnout tak co nejlepších kosmetických výsledků. Směs různých pigmentů pro dosažení požadované barvy může udělat ze zákroku velmi pracný a časově náročný proces. [8, 14]

4. PŘEDOPERAČNÍ VYŠETŘENÍ

Před operací je důležité, aby se provedlo několik vyšetření. Mělo by být provedeno kompletní oční vyšetření, konkrétně vyšetření předního segmentu včetně vyšetření zrakové ostrosti a vyšetření nitroočního tlaku. Biomikroskopie oka, vyšetření oka při syndromu suchého oka a fundus (neboli vyšetření očního pozadí), aby se vyloučily skryté oční patologie, které by mohly omezit zrakovou ostrost. Dále probíhá topografie rohovky, pachymetrie a důležitá je i fotodokumentace rohovky. K posouzení hloubky a rozsahu rohovkových zákalů používáme optickou koherentní tomografii předního segmentu. V poslední řadě posouzení spokojenosti pacienta s výsledkem zákroku. [14, 15, 16]

5. POOPERAČNÍ PÉČE

Po operaci se užívají protizánětlivé antibiotika a analgetika ve formě očních kapek, aby se předešlo možnému vzniku infekce a bylo dosaženo dobrých výsledků. Doporučuje se provádět vyšetření předního segmentu na štěrbinové lampě a pořizovat fotodokumentaci pacienta. Toto vyšetření nejlépe provádět den, týden, měsíc, tři měsíce a šest měsíců po zákroku a poté každoročně po operaci, aby se popřípadě odhalily možné komplikace. [14]

6. INDIKACE A KONTRAINDIKACE

6.1. Indikace

Je velmi důležité zvážit, které případy lze a nelze řešit keratopigmentací. Na to navazuje výběr techniky a další postupy. Indikace pro tetování rohovky můžeme rozdělit do dvou kategorií: kosmetické a terapeutické, nebo obojí. [8, 10, 14]

6.1.1. Kosmetická keratopigmentace

Kosmetická keratopigmentace slouží ke zlepšení estetického vzhledu oka. Mezi indikace pro kosmetické účely patří:

- Nepřiléhající leukom
 - Adherentní leukom, pokud není odhalena duhovka
 - Rohovkové jizvy
 - Jizevnaté keratitidy
 - Vaskularizované jizvy, pouze v případech, které jsou kontrolovány adrenalinem
 - Phthisis bulbi
 - K zakrytí leukokorie sekundární katarakty, pokud je katarakta neoperovatelná
- [8, 10, 14]

Tenotomie přímých svalů se rovněž kombinuje s tetováním rohovky k léčbě enoftalmu v případech phthisis bulbi k vyvolání exoftalmu a dosažení lepších výsledků. [8]

6.1.2. Terapeutická keratopigmentace

Od roku 1872 doktor Wecker zdůrazňoval význam tetování rohovky pro optické účely. Zákaly rohovky jsou opticky průsvitné a tato vlastnost tak může vytvářet rozmazané vidění. K vyšetření tohoto problému doktor Wecker provedl experiment. Vytvořil dírkovou zornici, která měla otvor směrem dolů a dovnitř a zbytek centrální části rohovky pokryl černým pigmentem, čímž dosáhl vynikajícího výsledku. [8, 10]

V roce 1907 provedl Mayeda několik fotografických experimentů v Nagoji v Japonsku. Použil neprůhledné černé barvy a objektiv značky Zeiss s clonou 15 mm. Nejprve čočku potřel pastou a později pastu zakryl černým neprůhledným pigmentem, čímž dokázal, že:

- Pokud by byla v dolní polovině čočky průsvitná pasta = obraz by byl rozmazaný
- Pokud by byla v dolní polovině čočky průsvitná pasta pokryta černým neprůhledným pigmentem = obraz by byl zřetelný [8, 10]

Tyto studie prokázaly příznivé výsledky pro rohovkové tetování z optických účelů. Proto je důležité popsat indikace tohoto typu keratopigmentace. [8]

Mezi indikace z terapeutických účelů patří:

- Albinismus, zbarvení celé zornice kromě centrální části
- Aniridie, vrozená nebo traumatická
- Kolobom, vrozený nebo traumatický
- Iridodialýza
- Keratokonus
- Difuzní zákal rohovky, který způsobuje oslnění, ať už je vrozený nebo traumatický [8, 10, 14]
- Esenciální atrofie duhovky [17]
- Urrets-Zavalía syndrom [18]

Keratopigmentace je také vhodnou alternativou složitějších a rizikovějších chirurgických zákroků a dalších léčebných postupů, jako jsou například eviscerace, enukleace oka nebo penetrující keratoplastika. Také může být alternativou k nošení barevných kontaktních čoček. [15]

6.2. Kontraindikace

Kontraindikace pro tetování rohovky, ať už pro terapeutické nebo pro kosmetické účely jsou následující:

- Starý adherentní leukom, pokud je duhovka odhalena
- Iridocyklitida
- Stafylom
- Glaukom
- Sklon k sympatickému podráždění oka
- Zánět předního segmentu
- Pásová keratopatie
- Vápenaté usazeniny v rohovce
- Obstrukce nosní sliznice a chronické infekce (dakryocystitida)
- Těžší formy syndromu suchého oka
- Chronická konjunktivitida
- Tloušťka rohovky menší než 300 μm [8, 10, 14]

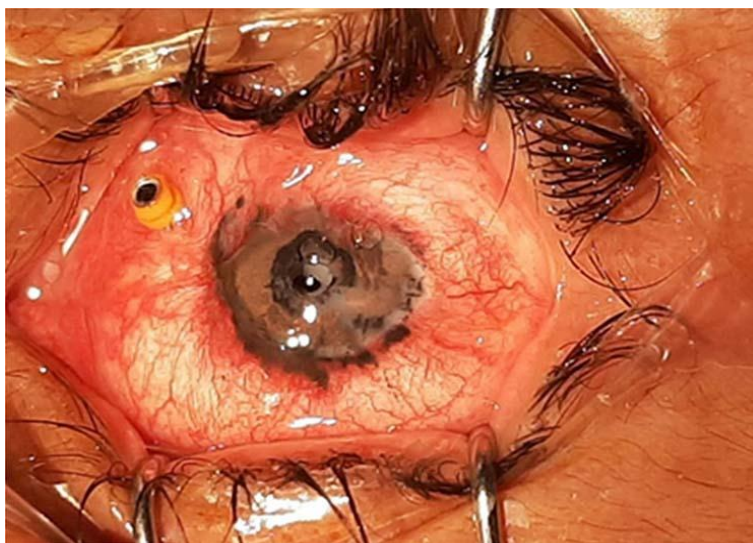
7. KOMPLIKACE

Komplikace keratopigmentace v zásadě dělíme na organické a funkční komplikace. Jedním z hlavních problémů této metody je toxicita pigmentů a jejich trvanlivost. [11]

K funkčním komplikacím patří omezení zorného pole, citlivost na světlo, dokonce i zkreslení výsledků při vyšetření magnetickou rezonancí. [11, 14]

Mezi organické nebo také biologické komplikace řadíme změnu barvy pigmentu, vyblednutí barvy a neovaskularizaci rohovky. Tetování rohovky je velmi obtížný zákrok a může se i stát, že vytetovaná oblast se časem zmenší. Díky tomu by mělo být nutné rohovku znovu tetovat. Také kvůli vícenásobným řezům, které mohou způsobit více tržných ran, což znamená další komplikaci a to opakující se eroze na rohovce. [11, 12]

Mezi potenciální rizika keratopigmentace patří perforace rohovky, toxická reakce na pigment, mikrobiální infekce a nežádoucí migrace pigmentů. Na základě studií se organické komplikace obvykle vyskytují u pigmentů první a druhé generace. Tetování rohovky s pigmenty třetí generace je účinnější a má vliv i na zlepšení kosmetického vzhledu. Výsledky KTP mohou být také ovlivněné hloubkou vpichu, jelikož současná vyšetření naznačují, že hluboké rohovkové tunely mají lepší výsledky než povrchové. Bylo zjištěno, že omytí očí po zákroku KTP snižuje riziko světloplachosti. [11, 19]



Obrázek 8: Oko dříve vyplněné silikonovým olejem s perforací rohovky po nedávné keratopigmentaci asistované femtosekundovým laserem. [11]

Jednou ze vzácných komplikací po zákroku keratopigmentace může být i granulomatózní keratitida, která byla údajně vyvolána technikou vícenásobnými stromálními punkcemi. Stromální infiltrace a granulomatózní reakce v okolí pigmentu při absenci virových, plísňových a bakteriálních patogenů naznačují právě granulomatózní keratitidu. [11, 20]

8. METODY PROVEDENÍ KTP

Byly navrženy a popsány různé metody k provedení rohovkových tetování. Tyto metody dělíme na dva různé typy, které se v současné době používají.

1. Povrchová keratopigmentace

- Povrchová manuální keratopigmentace (SMK)
- Povrchová automatizovaná keratopigmentace (SAK)

2. Intrastromální keratopigmentace (Intralamelární keratopigmentace)

- Manuální intrastromální keratopigmentace (MIK)
- KTP za použití femtosekundového laseru (FAK) [8, 11, 14, 15]

Výběr správné techniky závisí na cíli pigmentace rohovky, kterým může být např. kosmetický účel nebo terapeutický účel. Také záleží na různých patologiích pacientova oka, jako například na hlubokých nebo povrchových rohovkových neprůhlednostech a jiných poruchách zrakových funkcí či onemocněních. [8, 14]



Obrázek 9: Ilustrace různých metod keratopigmentace (KTP) [11]

- a) Manuální intralamelární KTP k vytvoření rohovkové kapsy.
- b) Vytvoření rohovkového laloku pomocí femtosekundového laseru v lamelární rovině.
- c) Povrchová automatická KTP pomocí automatického mikropunkturního zařízení.

8.1. Povrchová manuální keratopigmentace (SMK)

Tato metod se považuje za průkopníka technik keratopigmentace. Používala se ještě před vývojem automatizovaných zařízení KTP. K injekční aplikaci pigmentu do rohovky se používala jehla o průměru 2,5 mm, která opakovaně propichovala oblast rohovky. Dnes se SMK skoro neprovádí, jen zřídka, jelikož byly zavedeny automatizované přístroje KTP k povrchové automatizované keratopigmentaci. SMK však stále lze použít v případě, kdy je potřeba zakrýt opravdu malý defekt. [11]

8.2. Povrchová automatizovaná keratopigmentace (SAK)

Povrchová automatizovaná KTP se nejčastěji používá v případech neprůhledné svrchní vrstvy rohovky, také když jizvy zasahují do rohovky a v poslední řadě k vytetování detailů na duhovce. SAK je automatická mikropunkce, kdy na začátku operace se vyznačí průměr a velikost zornice. Dále se malými vpichy zavádí do předních vrstev rohovkového stromatu, do hloubky 120 μm od povrchu rohovky, požadovaný pigment. Závisí také na tetované oblasti rohovky, jelikož se používá různé množství jehel s jednorázovými hroty. Zatímco zornice a limbus se tetuje hrotem jedné jehly, tak při tetování duhovky se používají hroty několika jehel. [11, 14, 15]

U zákroku SMK i SAK se před operací i během operace používá oční lokální anestetikum. Pokud je pigmentace rozsáhlá, lze použít i peribulbární anestetikum v dané oblasti. [11, 21]

Při této metodě mohou nastat nepříjemnosti, jako je větší pooperační nepohodlí či bolesti a to díky tomu, že je zasažen rohovkový epitel. [8]

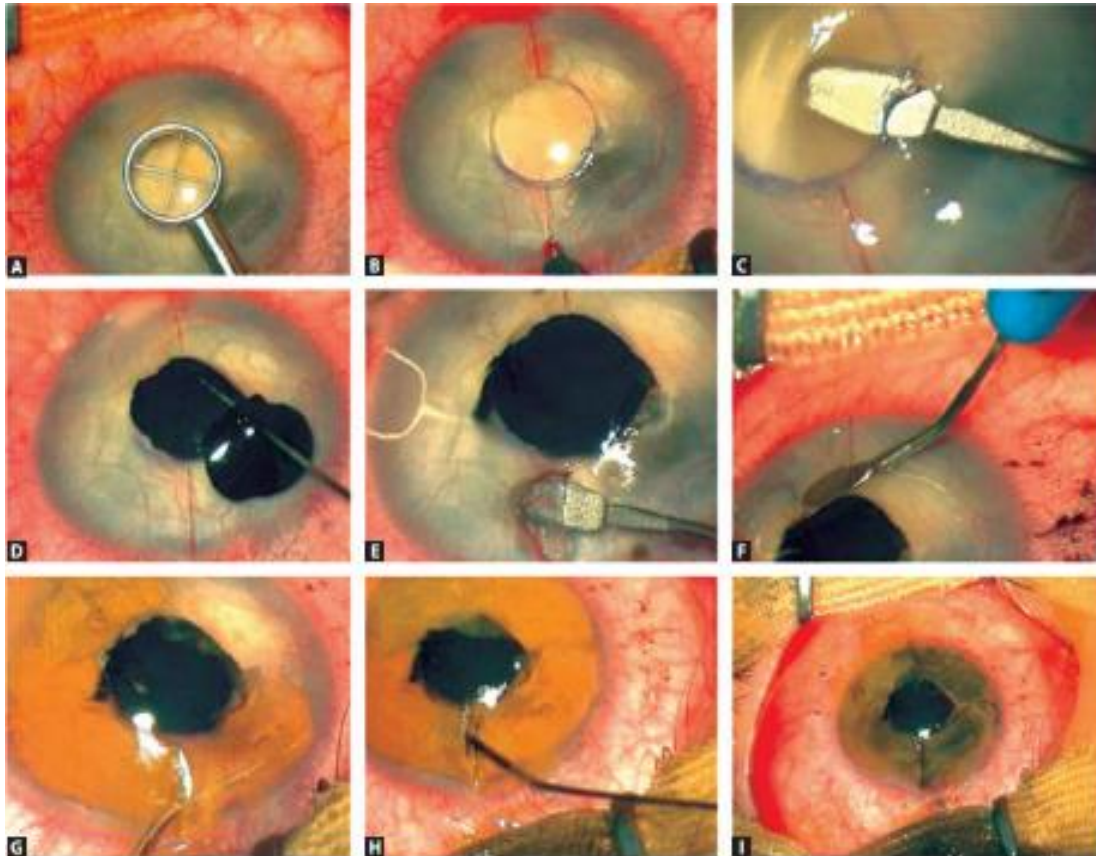
Tuto techniku SAK provádí zařízení Vissum Eye MP (Blue Green Medical, Madrid, Španělsko) [8, 11]

8.3. Intrastromální (intralamelární) manuální keratopigmentace (MIK)

Tato metoda patří k nejběžnějším technikám tetování rohovky. Je taky označována metoda intrastromální rohovkové kapsy, protože při tomto postupu se pigment zavádí do předního rohovkového stromatu přes intrastromální rohovkovou kapsu. [11, 22]

Při této metodě se postupuje následovně. Nejdříve se vyznačí průměr zornice titanovým značkovačem rohovky. Následně se vytvoří dva až čtyři radiální řezy, které jsou provedeny kalibrovaným diamantovým nožem, které zasahují od limbu až po hranici vyznačené zornice. Poté se provede po obvodu intralamelární disekce, dokud nástroj nedosáhne k nejbližšímu řezu z obou stran. Dochází tak k disekci celé rohovky od zornice k periferii. Nakonec se do vyreparovaného rohovkového tunelu (nebo jinak taky řečeno do intralamelární rohovkové kapsy) aplikuje kanylou nebo jehlou o 2,7 mm požadovaný pigment. Při této technice se počet řezů a velikost směru řídí plochou defektu duhovky. [8, 11, 14, 23]

Výhodou této techniky je, že se jedná o bezpečný, rychlý a dobře tolerovaný zákrok, který zanechává neporušený povrch rohovky a má nízkou míru komplikací. [11]



Obrázek 10: Technika intralamelárního barvení rohovky [8]

- a) Vyznačení průměru zornice (v tomto případě 4 mm)
- b) Provedení radiálních řezů pomocí kalibrovaného diamantového nože o průměru 1mm.
- c) Intrastromální disekce rohovky v oblasti zornice pomocí mikrokrescentní čepele.
- d) Intralamelární barvení v oblasti zornice černou barvou pomocí kanyly.
- e) Periferní rohovková intrastromální disekce skrze dříve provedené radiální řezy.
- f) Periferní rohovková intrastromální disekce skrze dříve provedené radiální řezy.
- g) Intralamelární periferní barvení rohovky pomocí hnědých pigmentů, které napodobují barvu duhovky.
- h) Tento pigment se pak smíchá s tmavším pigmentem a vytvoří se ta konečná barva rohovky.
- i) Výsledek techniky intrastromálního barvení.

8.3.1. Nástroje používané u této metody

Nástroje, které vidíte na obrázku, jsou nejčastěji používané nástroje pro intralamelární manuální keratopigmentaci. Titanové značkovače rohovky (\varnothing 3 mm, \varnothing 3,5 mm, \varnothing 4,0 mm). Titanový šroubovitý rohovkový disektor pravý, titanový šroubovitý disektor levý. Některé titanové zornicové disektory pro vytvoření zornice a titanové rohovkové disektory (rovný, pravý a levý). Dále titanový plochý disektor rohovky (90°), titanové zrcátko, další tři ocelové značkovače zornic a safírová čepel. [8]



Obrázek 11: Nástroje používané k tetování rohovky [8]

8.4. KTP za použití femtosekundového laseru (FAK)

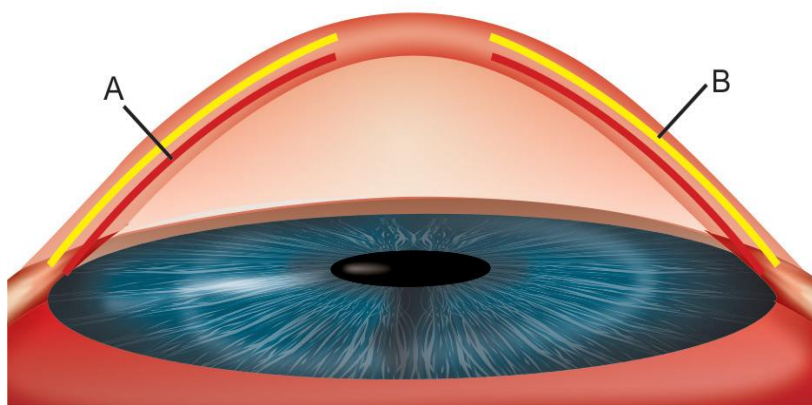
Použití femtosekundového laseru je nejnovější metodou KTP. Prvním krokem před FAK je změření pachymetrie rohovky pro určení vhodné techniky. Prvním typem techniky FAK je vytvoření jednoduchého stromálního tunelu (tzv. technika jednoho tunelu) nebo dvojitého stromálního tunelu (tzv. technika dvojitého tunelu). [8, 11, 14]

Při technice jednoho tunelu se femtosekundovým laserem vytvoří v rohovce kruhový tunel s vnějším průměrem 9,5 mm a vnitřním průměrem 5,3 mm. Hloubka tunelu by neměla být větší jak 250 μm a vertikální paprskovitý řez by měl být dlouhý 4 mm. Poté následuje otevření intralamelárního tunelu disektorem a rozevře se k vnějším hranicím rohovky až k limbu. V poslední řadě se požadovaný pigment injektuje přes vertikální řez kanylou. [8, 11, 14, 17]

U techniky dvojitého tunelu se femtosekundovým laserem vytvoří dva intrastromální tunely. První z těchto tunelů by měl být větší než ten druhý. První má dosahovat přibližně do hloubky 400 μm a druhý tunel 200 μm od povrchu rohovky. Poté se použije lamelární disektor k vypreparování intrastromálních tunelů a k rozšíření tunelů tak, aby dosáhly až k lumbální oblasti. Každý z tunelů má specifický účel. Hlubší tunel má zabraňovat průchod světla a svrchní tunel pomáhá napodobit barvu druhého oka. Tmavý pigment se aplikuje do hlubšího tunelu, kdež to světlý pigment se aplikuje do svrchního tunelu. [8, 11, 14, 18]

U světlých očí se často provádí metoda FAK dvojitého tunelu. Tmavý pigment hraje roli pigmentového epitelu duhovky, který brání průniku světla do oka a zmírňuje dysfotopii. [11]

Cílem této metody je zlepšit zrakové příznaky i kosmetický vzhled oka. FAK umožňuje tetovat různé oblasti rohovky, také je přesnější, rychlejší, bezpečnější, lze snadněji provést s menšími pooperačními komplikacemi a dobou rekonvalescence ve srovnání s manuálním intralamelárním a povrchovým tetováním rohovky. Lze i lépe napodobit anatomii duhovky. [8, 11, 14, 18]



Obrázek 12: A) Tmavší a hlubší vrstva pohlcující světlo, B) Povrchová vrstva, světlá, aby odpovídala barvě druhého oka. [8]

8.5. Zajištění dobrého stavu chirurgických nástrojů k těmto zákrokům

Pro jakoukoli operaci, včetně tetování rohovky musí být k dispozici vhodné nástroje. Pokud jsou nástroje tupé nebo nefungují správně, je třeba je odstranit a operaci odložit. Použití nevhodných nástrojů může mít vliv na špatný výsledek, nebo dokonce může představovat riziko pro chirurga a jeho asistenty. [8]

Zajištění dobrého stavu chirurgických nástrojů vyžaduje následující:

- Pořízení vysoce kvalitních přístrojů u ověřených společností. U takových nástrojů je pravděpodobné, že budou robustnější a vydrží déle.
- Po každé operaci je nutné pečlivě očistit nástroje a zkontrolovat, zda jsou v pořádku, pečlivě je zabalit a sterilizovat.
- Zkontrolovat, zda všichni pracovníci na operačním sále znají způsoby manipulace s nástroji. Pokud tomu tak není, musí být proškoleni. Oftalmologické nástroje jsou malé a těžké s jemnými hroty a mají velmi krátké čepele. [8, 24]

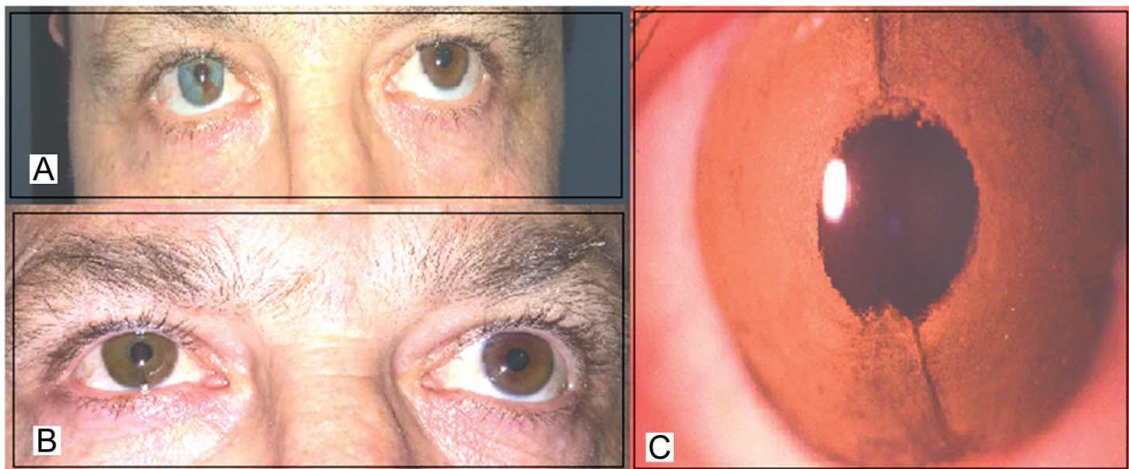
9. PŘÍPADY APLIKACE KERATOPIGMENTACE

9.1. Případ 1

Pacient (46 let) má vrozenou heterochromii duhovky. Pravé oko bylo světle modré s hnědým sektorem a levé oko bylo hnědé. Žádal o trvalé řešení tohoto problému. [15]

Předoperační vyšetření neodhalilo žádné patologie, či úrazy nebo onemocnění oka. Vízus na obou očích byl 1,0 a pacient tak souhlasil s navrhovanou alternativou jeho problému zákrokem KTP. [15]

Byla provedena metoda za použití femtosekundového laseru (FAK). Po operaci nastala dočasná fotofobie po dobu 2 týdnů. Kontrola po 1 roce neodhalila známky žádné komplikace, známky toxicity ani změnu nebo vyblednutí pigmentu. Pacient byl se zákrokem velmi spokojený. [15]



Obrázek 13: případ 1 [15]

- a) Předoperační heterochromie.
- b) Pooperační výsledek po prvním roce sledování.
- c) Mikroskopie na štěrbinové lampě.

9.2.Případ 2

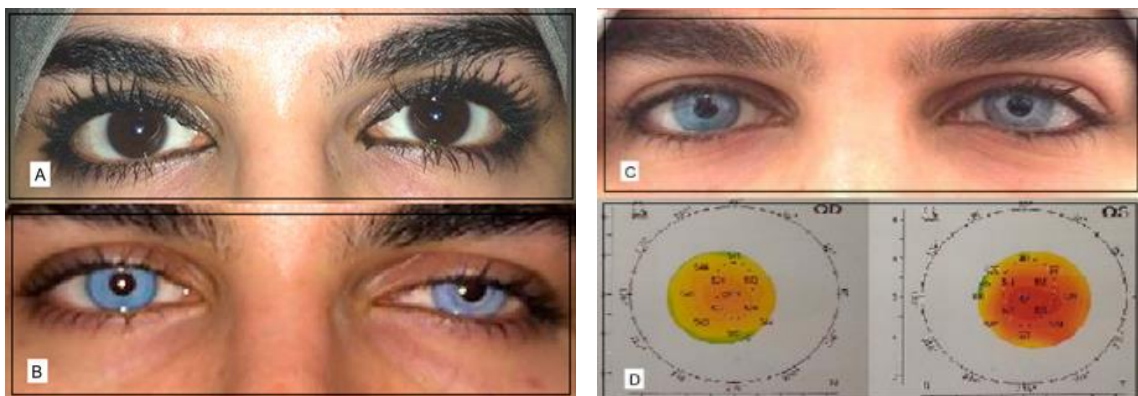
Pacientka (27 let) s tmavě hnědýma očima. Již 10 let pravidelně používala modré kosmetické kontaktní čočky. Z osobních důvodů žádala o trvalý zákrok, aby změnila barvu svých očí a nemusela nadále používat barevné kontaktní čočky. [15]

Byla ji nabídnuta KTP jako alternativa jejího problému. Předoperační vyšetření neodhalilo žádné problémy, patologie či dřívější úrazy nebo operace očí. Na obou očích měla vÍzus 1,0. [15]

Pacientka podstoupila metodu FAK (KTP za použití femtosekundového laseru). Již při první kontrole pacientka neměla žádné stÍžnosti ani zrakové potÍže. S výsledkem byla velmi spokojená. [15]

Při kosmetickém hodnocení si chirurg všiml, že modrá barva byla poměrně dost světlá, což vyvolávalo umělý vzhled očí, a proto navrhl pacientce, aby podstoupila barevnou retuš, která by upravila barvu k přirozenějšímu vzhledu. Bylo tak provedeno vylepšení pigmentu za použití černého pigmentu, aby se ohraničila zornice a limbus. Přidal se také šedý pigment k úpravě duhovky. [15]

Fotofobie u této pacientky trvala 3 měsíce s postupným zlepšováním až do úplného zmírnění příznaků. Při kontrole po 2,5 letech byla pigmentace stabilní bez známek zhoršení zrakové ostrosti a neměla žádné pooperační komplikace. Pacientka byla s novým přirozenějším vzhledem velmi spokojena. [15]

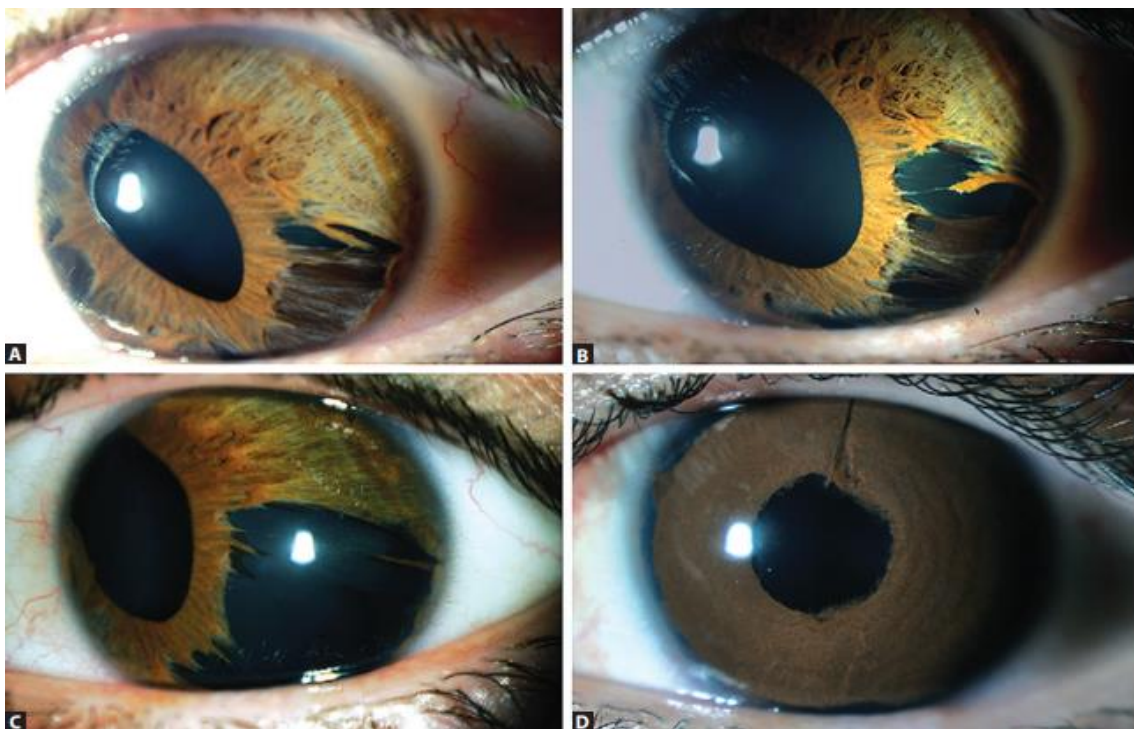


Obrázek 14: případ 2 (upraveno) [15]

- a) Původní oči pacientky, b) Světle modrá barva po první KTP, c) Pacientka po barevné retuši, d) Topografie po pigmentaci

9.3. Příklad 3

Esenciální atrofie duhovky je onemocnění, které se častěji vyskytuje u žen ve věku 20-50 let. Možnosti toholéčbyto onemocnění jsou čtyři. Zahrnují kosmetické kontaktní čočky, oprava duhovky sešitím, transplantace umělé duhovky nebo léčbu rohovky. Na obrázku uvádím příklad pacientky, kdy všechny tyto možnosti léčby nebyly možné. Zvolila se proto technologie femtosekundového laseru. Tato metoda byla velmi účinná a dokázala vyřešit problém pacientky a poskytnout vynikající kosmetický výsledek. [8]



Obrázek 15: Frontální snímek pořízený biomikroskopem na štěrbinové lampě esenciální atrofie duhovky. [8]

- První návštěva - oválná zornice a atrofická duhovka.
- Druhá návštěva (o 3 měsíce později) – větší nepravidelná zornice a více atrofických oblastí.
- Třetí návštěva (o další 3 měsíce později) – typická polykorie a korektopie.
- Pooperační vyšetření (3 dny po FAK).

10. NEZDRAVOTNICKÉ TETOVÁNÍ OKA

Jak už je zmíněno výše, tetování oka není nic nového. Historie tetování sahá až do roku 150 n. l. ve snaze zakrýt leukomatózní skvrny na rohovce. Navzdory tomu se však objevuje nový nebezpečný trend, který je mimo medicínu. Sklerální tetování, nebo také tetování bělma oka. [25, 26]

Sklerální tetování je zákrok, který se nedá vrátit. Nejen, že riziko komplikací je velmi vysoké a velmi bolestivé, ale může to způsobit i celkovou ztrátu zraku. Lidem, kteří jsou citliví na nitrooční tlak, může aplikovaná barva vyvolat bolesti hlavy trvající i několik let. Může dojít k infekci, která kdyby pronikla dovnitř oka, způsobí i celkovou ztrátu zraku. Dále může nastat krvácení či alergická reakce. [25, 26]

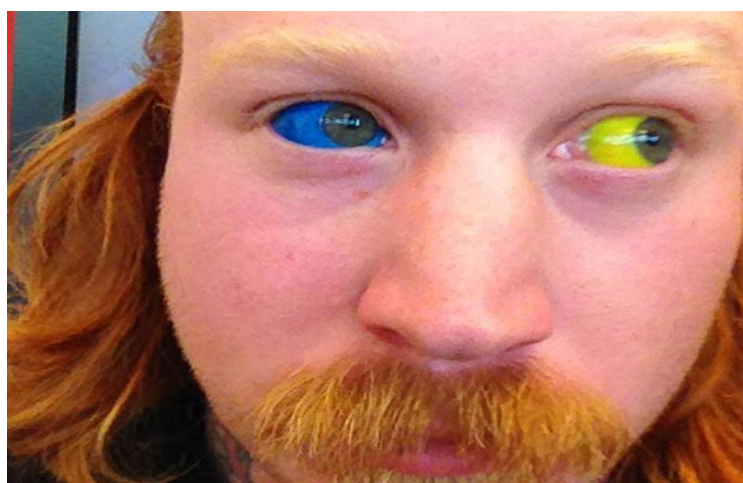
Krom zdravotních komplikací je ve hře i postižení sociální. Toto zvolené tetování nelze odstranit. Přesto, že se tetování bělma stává módou brazilské omladiny, v některých ruských komunitách a dokonce ho údajně vyžadují i některé zločinecké gangy jako důkaz příslušnosti a věrnosti, stanete se svým způsobem sociálními vydědenci. [25, 26]

Tento zákrok se dělá metodou vstříkávání. Díky způsobu techniky se spíše než o tetování jedná o změnu barvy bělma, jelikož nelze vytvářet žádné vzory. Technika spočívá v naprosto přesném vpichu injekční jehly a vstříknutí správného množství pigmentu, který je v kapalném roztoku s antibiotiky. Vpich musí být proveden do hloubky mezi spojivku a bělmo. [25, 26]

Na jedno oko stačí 4-5 vpichů a celý zákrok zabere asi 2 minuty. Ovšem problém není rychlost, ale přesnost vpichu do správné hloubky. Je velmi složité jehlu dostat do správné vrstvy oka. Celá oblast má hloubku cca 1 mm. Pokud se vpich jen malinko vychýlí a vznikne drobná odchylka, je tam velké riziko poškození oka. Někdy i nevratně. [25]



Obrázek 16: Aplikace pigmentu. [25]



Obrázek 17: Výsledek tetování. [25]



Obrázek 18: Výsledek tetování. [25]

ZÁVĚR

Tetování rohovky je metoda, která je několik tisíc let stará, a přesto je málo známá. Je to metoda, která se stále rozvíjí a stále je snaha zlepšovat používané techniky tetování k lepším výsledkům a přirozenějšímu vzhledu, aniž by bylo ohroženo zdraví pacienta.

Velmi důležitý je výběr pacienta, zda může, nebo nemůže tento zákrok podstoupit. Správné zhodnocení pacientova zdravotního stavu a s tím spojené předoperační vyšetření, snižující riziko možných komplikací, je na prvním místě.

V této práci najdete několik kapitol, které jsou doprovázeny obrázky. Čtenáři je nastíněna metoda keratopigmentace. Pro rychlé zorientování mám v první části anatomii a fyziologii oka a podrobněji anatomii rohovky, bělimy a duhovky. Věnuji se historii způsobů tetování rohovky, na kterých jsou založeny dnešní operační postupy. Jsou popsány různé techniky tohoto zákroku a nástroje s tím spojené. Práce je zaměřená také na použití a výběr správného pigmentu a jsou ukázány různé případy použití této metody, jak ze zdravotnického, tak kosmetického hlediska. V poslední kapitole je zmíněná zajímavost o nezdravotnickém tetování oka.

Jak už jsem psala, tento zákrok není moc známý a mým hlavním cílem bylo seznámení s touto metodou. Oči si na člověku všimneme hned na první pohled. Existují lidé, kteří se za své oči stydí z estetických důvodů, ať už jsou po úrazu, nebo trpí nějakým očním onemocněním. Keratopigmentace umožňuje lidem nestydět se za vzhled svých očí, zvyšuje jim sebevědomí. Keratopigmentace je zkrátka metoda, která vrací lidi zpět do života.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Autrata R, Černá J. Nauka o zraku. Brno, Česká Republika: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví; 2002.
- [2] Čihák R. Anatomie 3. Praha, Česká republika: Grada Publishing, a.s.; 2016.
- [3] Kvapilíková K. Anatomie a embryologie oka. Brno, Česká Republika: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví; 2000.
- [4] Novotný I, Hruška M. Biologie Člověka. Praha, Česká Republika: Fortuna; 2002.
- [5] Štrofová H. Praktická oftalmologie. Praha, Česká Republika: Mladá fronta; 2018.
- [6] Kuchyňka P, a kol. Oční lékařství. Praha, Česká Republika: Grada Publishing, a.s.; 2016
- [7] Synek S, Skorkowská Š. Kontaktní čočky. Brno, Česká Republika: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2003
- [8] Alió J, Amesty M, Rodriguez A, a kol. Text and atlas on Corneal Pigmentation. London, Anglie: JP Medical; 2015.
- [9] Alsmman Hassan AH, Abd Elhaliem Soliman NG. Intrastromal Injection of China Painting in Corneas of Male Rabbits: Clinical and Histological Study. J Ophthalmol. 2016;2016:e8145926. doi:10.1155/2016/8145926
- [10] Ziegler SL. Multicolor Tattooing of the Cornea. Trans Am Ophthalmol Soc. 1922;20:e71-87.
- [11] Hasani H, Es'haghi A, Rafatnia S, a kol. Keratopigmentation: a comprehensive review. Eye (Lond). 2020;34(6):e1039-1046. doi:10.1038/s41433-019-0750-2
- [12] Pitz S, Jahn R, Frisch L, a kol. Corneal tattooing: an alternative treatment for disfiguring corneal scars. Br J Ophthalmol. 2002;86(4):e397-399. doi:10.1136/bjo.86.4.397
- [13] Roy JN. Tattooing of the cornea. Can Med Assoc J. 1938;39(5):e436-438.
- [14] Žáková M. tetování rohovky. Česká oční optika. 2021;61:26-27.

- [15] Alió J, Rodriguez A, El Bahrawy M, a kol. Keratopigmentation to Change the Apparent Color of the Human Eye: A Novel Indication for Corneal Tattooing. 2016;35(4):e431-7. doi: 10.1097/ICO.0000000000000745.
- [16] Ferrari F, van Haselen R. The Safety and Effectiveness of a Novel Annular Keratopigmentation Method: A Case Report. *Case Rep Ophthalmol.* 2018;9(1):e35-42. doi: 10.1159/000485554.
- [17] Alió J, Rodriguez A, Toffaha BT, a kol. Femtosecond-assisted keratopigmentation for functional and cosmetic restoration in essential iris atrophy. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(10):e1744-7. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.08.003.
- [18] Alió J, Rodriguez A, Toffaha BT, a kol. Femtosecond-assisted keratopigmentation double tunnel technique in the management of a case of Urrets-Zavalía syndrome. *Cornea.* 2012;31(9):e1071-4. doi: 10.1097/ICO.0b013e318243f6b1.
- [19] Alió J, Al-Shymali O, Amesty MA, a kol. Keratopigmentation with micronised mineral pigments: complications and outcomes in a series of 234 eyes. *Br J Ophthalmol.* 2018;102(6):e742-747. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-310591.
- [20] Sharma A, Gupta P, Dogra MR, a kol. Granulomatous keratitis following corneal tattooing. *Indian J Ophthalmol.* 2003;51(3):e265-267.
- [21] Alió J, Rodriguez A, Toffaha BT. Keratopigmentation (corneal tattooing) for the management of visual disabilities of the eye related to iris defects. *Br J Ophthalmol.* 2011;95(10):e1397-1401. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300170.
- [22] Sagal L, Choremis J, Mabon M. Intrastromal corneal tattooing for symptomatic iridotomies. *Br J Ophthalmol.* 2012;96(3):e464-465. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300923.
- [23] Karslioglu MZ, Tas AY, Kesim C, a kol. Keratopigmentation: Is it a Miracle or an Adventure? *Beyoglu Eye J.* 2020;5(1):e32-37. doi: 10.14744/bej.2020.76476.
- [24] Patel D, Hoare P. Instruments for cataract surgery: results from our survey. *Community Eye Health.* 2011;24(76):e26-29.

[25] Epoque plus. Tetování oka: Rozhodnutí, které nelze vzít zpátky!
<https://epochaplus.cz/tetovani-oka-rozhodnuti-ktere-nelze-vzit-zpatky/> [28. 4. 2022]

[26] Cowboy Tattoo. Tetování rohovky Historie a fakta.
<https://cowboytattoo.com/cs/tetovani-rohovky-historie-a-fakta/> [28. 4. 2022]