

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2018

**BARBORA
HOLUBCOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů**

**Objektivní a subjektivní hodnocení slzného filmu u věkové kategorie
15-25 let**

Objective and subjective evaluation of tear film in the 15-25 age group

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Barbora Holubcová

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Markéta Žáková

Kladno 2018

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2017/2018

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Barbora Holubcová**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Objektivní a subjektivní hodnocení slzného filmu u věkové kategorie 15-25 let**
Téma anglicky: Objective and subjective evaluation of tear film in the 15-25 age group

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Student se v teoretické části zaměří na anatomii struktur předního segmentu oka, které se vztahují k slznému filmu. Popíše strukturu a funkci slzného filmu, syndrom suchého oka a diagnostické metody syndromu suchého oka. V praktické části student vyhodnotí diagnostické metody: BUT, NiBUT, Schirmerův test a vyhodnocení zodpovězených dotazníků McMonnies a OSDI pacienty. Tyto výsledky student porovná a vyhodnotí.

Seznam odborné literatury:

- [1] KUCHYŇKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8
- [2] EFRON, N., Contact Lens Complications , ed. 3rd, Edinburgh: Elsevier-Saunders, 2012, ISBN 9780702042690
- [3] CENDELÍN, J., Nadstavbový kurz školení kontaktologů, Slzný film, Česká kontaktologická společnost, Praha, 2004, s. 2-8

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: Mgr. Markéta Žáková

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 19.02.2018

Název bakalářské práce: Objektivní a subjektivní hodnocení slzného filmu u věkové kategorie 15-25 let

Abstrakt:

Práce je zaměřena na porovnání strukturovaných dotazníků OSDI a McMonnies, užívaných k detekci syndromu suchého oka s hodnotami, které byly naměřeny při vyšetřovacích metodách BUT, NiBUT a Schirmerův test. Data byla získána od 25 pacientů ve věkovém rozmezí 15-25 let. Cílem práce je zjistit korelaci mezi objektivním a subjektivním hodnocením slzného filmu v dané věkové kategorii, porovnat naměřené výsledky se studiemi, které se daným tématem také zabývají. K hodnocení a porovnávání naměřených výsledků užíváme statistickou metodu s procenty. Výsledky této práce jsou přínosné pro optometristickou a kontaktologickou praxi, ve které se diagnostika syndromu suchého oka aplikuje stále častěji.

Klíčová slova:

Slzný film, syndrom suchého oka, OSDI dotazník, McMonnies dotazník, BUT, NiBUT, Schirmerův test

Bachelor's Thesis title: Objective and subjective evaluation of tear film in the 15-25 age group

Abstract:

This thesis is focused on comparison of structured questionnaires OSDI and McMonnies used for detection of dry eye syndrome with values that were measured in the screening methods BUT, NiBUT and Schirmer test. Data was obtained from 25 patients in the 15 – 25 age group. The aim of this thesis is to find out the correlation between objective and subjective evaluation methods of tear film in this age category and compare the measured results with studies that also deal with the topic. We use the statistical method with percentages to evaluate and compare the measured results. The results of this thesis are worthwhile for optometry and contactology practice in which the diagnosis of dry eye syndrome is applied more and more often.

Key words:

Tear film, dry eye syndrom, OSDI questionnaire, McMonnies questionnaire, BUT, NiBUT, Schirmer test

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní magistře Markétě Žákové za podnětné rady, informace k vypracování mé bakalářské práce a výborný přístup. Dále bych ráda poděkovala Optice Anděl za poskytnutí prostor k naměření praktické části mé práce a vzdělávacímu institutu The Vision Care Institut Johnson & Johnson v Praze za zapůjčení přístroje Easytear.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Objektivní a subjektivní hodnocení slzného filmu u věkové kategorie 15-25 let“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V *Kladně* dne

.....

Podpis

Obsah

Úvod.....	1
1 Anatomie struktur oka vztahujících se k slznému filmu.....	2
1.1 Rohovka (<i>cornea</i>)	2
1.1.1 Vrstvy rohovky.....	2
1.1.2 Výživa rohovky	3
1.1.3 Inervace rohovky.....	4
1.2 Spojivka (<i>tunica conjunctiva</i>).....	4
1.2.1 Víčková spojivka (<i>conjunctiva palpebralis</i>)	4
1.2.2 Bulbární spojivka (<i>conjunctiva bulbi</i>).....	4
1.2.3 Vrstvy spojivky	4
1.2.4 Funkce spojivky	5
1.3 Slzný aparát.....	5
1.3.1 Slzná žláza (<i>glandula lacrimalis</i>).....	5
1.3.2 Přídavné slzné žlázy.....	5
1.3.3 Slzovodný systém.....	6
1.3.4 Slzy (<i>lacrimae</i>).....	7
1.4 Víčka (<i>palpebrae</i>)	7
2 Slzný film	8
2.1 Struktura.....	8
2.1.1 Lipidová vrstva.....	8
2.1.2 Vodná vrstva	8
2.1.3 Mukózní vrstva.....	9
2.2 Funkce.....	9

2.2.1	Funkce lubrikační	9
2.2.2	Funkce optická	9
2.2.3	Funkce ochranná	10
2.2.4	Funkce výživná	10
3	Syndrom suchého oka	11
3.1	Definice	11
3.2	Příznaky	11
3.3	Příčiny	11
3.3.1	Blefaritida	12
3.3.2	Dysfunkce Meibomských žlázek (DMG = Dysfunction of meibomian glands)	13
3.3.3	Sjögrenův syndrom	13
3.4	Následky Syndromu suchého oka	14
3.5	Klasifikace	14
3.5.1	Porucha mucinové složky	14
3.5.2	Porucha vodné složky	15
3.5.3	Porucha lipidové složky	15
3.5.4	Porucha postavení a funkce víček	15
3.5.5	Epitelopatie	16
3.6	Léčba	16
3.6.1	Upravení životních návyků	16
3.6.2	Farmaka	16
3.6.3	Bandáž kontaktní čočkou	17
3.6.4	Chirurgická léčba	17
4	Diagnostika syndromu suchého oka	18
4.1	Dotazníky užívané pro diagnostiku syndromu suchého oka	18

4.1.1	OSDI dotazník (Ocular Surface Disease Index)	18
4.1.2	McMonnies dotazník.....	18
4.2	Barvení očních sktruktur.....	19
4.3	Testy pro kvantitativní vyšetření slzného filmu	19
4.3.1	Slzný meniskus.....	19
4.3.2	LIPCOF (Lid Parallel Conjunctival Folds)	20
4.3.3	Schirmerův test.....	20
4.3.4	Test červeným fenolovým vláknem	21
4.4	Testy pro kvalitativní vyšetření slzného filmu	22
4.4.1	Invazivní Break up time (BUT)	22
4.4.2	Neinvazivní Break up time (NIBUT).....	23
4.4.3	Zrcadlový odraz úzkého pole	23
4.4.4	Easytear	23
5	Vliv kontaktních čoček na slzný film.....	25
5.1	Struktura slzného filmu během nošení kontaktních čoček	25
5.1.1	Prelentikulární slzný film	25
5.1.2	Postlentikulární slzný film	25
5.2	Stabilita slzného filmu během nošení kontaktních čoček	25
5.3	Složení slzného filmu během nošení kontaktních čoček	25
5.3.1	Změny v lipidové vrstvě během nošení kontaktních čoček	26
5.3.2	Změny ve vodné vrstvě během nošení kontaktních čoček	26
5.3.3	Změny v mucinové vrstvě během nošení kontaktních čoček.....	26
6	Experimentální část	27
6.1	Charakteristika souboru pacientů.....	27
6.2	Metodika	28
7	Analýza dat.....	30

7.1	Stanovení 1. Hypotézy	30
7.1.1	Analýza dat 1. Hypotézy	30
	Vyhodnocení dotazníku OSDI	30
	Vyhodnocení dotazníku McMonnies	31
	Vyhodnocení dat vyšetřovací metody BUT	32
	Vyhodnocení dat vyšetřovací metody NiBUT	33
	Vyhodnocení Schirmerova testu	34
	Srovnání výsledných hodnot subjektivních a objektivních metod pro diagnostiku SSO	35
7.1.2	Diskuze	35
7.2	Stanovení 2. Hypotézy	36
7.2.1	Diskuze	36
7.3	Stanovení 3. Hypotézy	38
7.3.1	Analýza dat k 3. Hypotéze	38
7.4	Diskuze	38
8	Závěr	40
	Seznam použité literatury	42
	Seznam použitých zkratk	45
	Seznam obrázků	46
	Příloha A: OSDI dotazník	47
	Příloha B: McMonnies dotazník	49
	Příloha C: Naměřené výsledky	51

Úvod

Zrak je významný smysl poskytující velké množství informací o okolním světě, který zprostředkovává až 80 % vjemů smyslové soustavy. Napomáhá nám k rozlišení tvarů, barev, kontrastů a orientovat se v prostoru. Pro správnou funkci zraku je důležité, aby jednotlivé části zrakového ústrojí plnily svou funkci správně. Nedílnou součástí zrakového ústrojí je slzný film, který zachovává fyziologii předního segmentu oka.

Téma zabývající se porovnáním objektivního a subjektivního hodnocení slzného filmu bylo zvoleno především z důvodu, že pro praxi optometristy či kontaktologa se stává hodnocení slzného filmu nezbytnou součástí vyšetření každého pacienta. Nejčastějším onemocněním slzného filmu je syndrom suchého oka, jehož výskyt je čím dál tím častější. I když optometristé nejsou oprávněni léčit či aplikovat léčiva, měli by posuzování slzného filmu aplikovat během vyšetření každého pacienta, jelikož stav slzného filmu je velmi důležitý u pacientů nosících či majících zájem o kontaktní čočky a může také ovlivnit zrakovou ostrost pacienta i s nejlepší možnou korekcí.

V úvodu teoretické části je popsána anatomie struktur oka, které se k slznému filmu vztahují. Další kapitolou je popis struktury a funkce slzného filmu. Kapitola následující je zaměřena na problematiku syndromu suchého oka. Jsou zde detailně popsány jeho příznaky, možné příčiny, klasifikace, následky a léčba, které bývá navrhována a užitá. Poslední teoretická kapitola se zabývá podrobným popisem subjektivních a objektivních diagnostických metod kvality a kvantity slzného filmu. V teoretické části práce jsou vyhodnoceny výsledky měření. Pro subjektivní hodnocení slzného filmu byly použity dotazníky OSDI a McMonnies. Pro objektivní hodnocení slzného filmu byl zkontrolován stav Meibomských žlázek, provedeno vyšetření BUT, NiBUT a aplikován byl Schirmerův test.

Hlavním cílem práce bylo zjištění korelace subjektivních metod v podobě dotazníků a objektivních diagnostických metod. Jako další cíl práce bylo posouzení, zda můžeme potvrdit korelaci mezi výsledky diagnostické metody BUT a počtem hodin strávených u digitálních zařízení.

1 Anatomie struktur oka vztahujících se k slznému filmu

1.1 Rohovka (*cornea*)

Rohovka je transparentní přední část vnější vazivové vrstvy oka. V rohovkovém okraji (*limbus corneae*), kde plynule přechází v bělimu (*scleru*) společně tvoří vnější obal oka. Rohovka spolu s bělimou, spojivkou (*tunica conjunctiva*) a slzným filmem tvoří chemicky a mechanicky nepropustnou bariéru mezi zevním prostředím a nitrooční částí oka. Období vývoje rohovky se nachází ve druhém měsíci = embryonálního vývoje. Složení rohovky tvoří pět vrstev (Obrázek 1). Vertikální průměr rohovky je 11,5 mm a horizontální průměr 12,6 mm. Její optická mohutnost 43 D, dělá z rohovky nejdůležitější optické prostředí oka. Optimální centrální rohovková tloušťka je 0,55 mm a periferní rohovková tloušťka je 0,56 - 1 mm [1, 2].

1.1.1 Vrstvy rohovky

Rohovkový epitel je první vnější vrstva rohovky, která je tvořena čtyřmi až šesti vrstvami dlaždicových a nerohovatějících buněk, ty představují 10 % tloušťky rohovky (55 μm). Epitelové buňky můžeme rozdělit na tři druhy: bazální buňky tvořící jednu vrstvu, křídlaté buňky tvořící 2 - 3 vrstvy a buňky skvamózní tvořící taktéž 2 - 3 vrstvy. Epitel má dobrou schopnost se regenerovat a migrovat. Obnovuje se zhruba každých 7 dní. Schopnost dobré regenerace a migrace dávají epitelovým buňkám buňky limbální. Pokud je slzný film (dále SF) neporušený, je zabráněno možnosti vniknutí infekce do oka. Mikroklky, které se nacházejí na povrchu epitelu, umožňují přilnutí vnitřní části SF – mucinu [1, 7, 18].

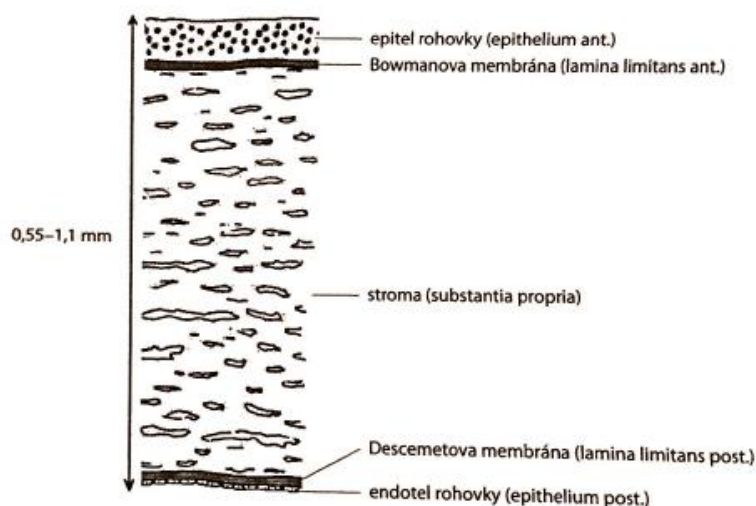
Bowmanova membrána je bazální membrána o tloušťce 8 - 12 μm a odděluje rohovkový epitel a stroma. Napomáhá organizaci epitelových buněk v bazální vrstvě. Pokud je porušena, nemá schopnost regenerace a utváří se rohovková jizva [1, 7].

Rohovkové stroma je vrstva tvořící 90 % rohovky (500 μm), od epitelu je oddělena Bowmanovou membránou a od endotelu Descemetovou membránou. Tvoří jej kolagenní fibrily, které lze pozorovat jako 300 - 500 pravidelně uspořádaných rovnoběžných lamel. Tloušťka těchto lamel je přibližně 2 μm . Pravidelnější uspořádání lze pozorovat u zadního stromatu. Schopnost regenerovat se je u stromatu velmi malá. Toto uspořádání nemá vliv

na chod paprsků a zajišťuje transparentnost rohovky a její dostatečnou hydrataci. Stroma v normálním stavu obsahuje 80 % vody. Pokud dojde ke zvýšení obsahu vody v rohovce, nastává rohovkový edém. Rohovkové stroma je avaskulární [1, 2, 7].

Descemetova membrána obsahuje kolagenní fibrily, které jsou uspořádány do mřížky. Považuje se za relativně pevnou a odolnou. Kolagenní fibrily se věkem zahušťují. Schopnost regenerace Descemetovy membrány je za pomoci endotelových buněk [1, 7].

Rohovkový endotel je jednovrstevný. Jeho tloušťka je 4 - 6 μm a tvoří ho 400 000 hexagonálních buněk. Způsobuje konstantní hydrataci a transparentnost rohovky. Buněčná hustota je 2600-3000 buněk na mm^2 . Schopnost regenerace buněk endotelu prakticky není. Věk, systémová onemocnění a nitrooční operace mají vliv na úbytek endotelu. Odumřelé buňky se nahradí migrací a zvětšováním buněk. Zvětšování endoteliálních buněk nazýváme polymegatismus a změna tvaru endoteliálních buněk se nazývá polymorfismus [1, 7, 18].



Obrázek 1: Schématický náčrt vrstev rohovky [3].

1.1.2 Výživa rohovky

Rohovka není vyživovaná přes cévy, jelikož se jedná o avaskulární tkáň. K zásobování kyslíkem a výživě pomocí aminokyselin a glukózy dochází třemi způsoby: difúzí z kapilár a limbu, difúzí ze slzného filmu a aktivním transportem a difúzí z komorové vody.

Stabilita indexu lomu je zajišťována stálou hydratací rohovky. Endotelem dochází k aktivnímu nasávání vody sodno–draselnou pumpou, což udržuje hydrataci rohovky na hodnotě okolo 80 % [1, 8].

1.1.3 Inervace rohovky

U rohovky dochází k senzitivní inervaci z první větve trojklaného nervu (nervus trigeminus) cestou *n. ophthalmicus*, *n. nasociliaris* a *n. ciliares breves*. Sympatickou inervaci nám zajišťuje ganglion *cervicale superior*. V rohovce nacházíme nejvíce senzitivních nervových zakončení z tkání celého lidského těla [1, 2].

1.2 Spojivka (*tunica conjunctiva*)

Spojivka je tenká, jemná, lesklá slizniční vrstva, která tvoří vak pokrývající zadní plochy horního i dolního víčka a přední část bulbu. V oblasti limbu přechází do rohovkového epitelu a v oblasti okrajů víček do marga a do kůže víček. Spojivku můžeme anatomicky rozdělit na tyto části: Část oční (bulbární) která přechází do části víčkové (tarzální) v části horní a dolní přechodné řasy (*fornix superior et inferior*) [1, 2, 8].

1.2.1 Víčková spojivka (*conjunctiva palpebralis*)

Víčková spojivka má část tarzální, kde dochází k adhezi k tarzální ploténce. Další část je orbitální, která je tvořena řídkým vazem a napojuje se na tarzální sval [1, 2].

1.2.2 Bulbární spojivka (*conjunctiva bulbi*)

Bulbární spojivka se nachází na bulbu, je pevně fixovaná k limbu a směrem od něj je vůči sklěře volně pohyblivá. Tato část se jmenuje sklerální a sahá do vzdálenosti 3mm. Část limbální je pevně přichycená ke sklěře. Bulbární spojivka je nejtenčí částí spojivky. Poloměsíčitá řasa (*plica semilunaris*) je část bulbární spojivky, kde je zesílená v oblasti vnitřního koutku. V úplné periferii vnitřního koutku se nachází epidermoidní útvar – slzná jahůdka (*caruncula lacrimalis*) [1, 2, 8].

1.2.3 Vrstvy spojivky

Spojivkový epitel je nerohovatější a tvořen buňkami kubického tvaru ve spodní vrstvě a ve vrstvě horní buňkami, které oplošťováním získaly polyedrický tvar. Vrstvy buněk se nachází v počtu 2 - 9 [1, 8].

Stroma (*substantia propria*) je pojivková tkáň oddělená od epitelu bazální membránou, která je bohatě prokrvená. Nacházíme zde dvě vrstvy: povrchovou, která je tvořena lymfatickou tkání a spodní, která je tvořena fibrovaskulární tkání [1, 8].

1.2.4 Funkce spojivky

Důležitou funkcí spojivky je ochrana oka. Mechanická ochrana je prováděna víčky, provádějí čištění a krytí. Imunologickou ochranu zajišťují lymfocyty a plazmatické buňky. Další důležitou funkcí je sekreční činnost spojivky, která napomáhá roztírání a tvorbě slzného filmu [1].

1.3 Slzný aparát

1.3.1 Slzná žláza (*glandula lacrimalis*)

Slzná žláza se skládá ze dvou částí. Z části očníkové (orbitální), která je uložena pod vnějším horním okrajem očnice a za běžných okolností je nepřístupná a nehmatatelná. Část víčková může být viditelná při nadzvednutí vnější poloviny horního víčka při pohledu dolů. Slzná žláza se podílí pouze na reflexní sekreci. Vývodů slzné žlázy nebývá vždy stejný počet. Pohybují se od 6 – 14 vývodů ústících do horního fornixu spojivky [3, 4].

1.3.2 Přídavné slzné žlázy

Meibomské žlázy (*glandulae tarsales*) patří mezi mazové žlázy. Nachází se v tarzální ploténce víčka a nemají vztah k řasám. Produkuje maz, který pochází z centrálně uložených buněk. Maz se dostává na hranu očních víček za pomoci stahu svalových vláken. Tarzální ploténka horního víčka je protkána 30 – 40 žlázkami a spodního víčka 20 – 30 žlázkami. Žlázy ústící na margo víčka lze pozorovat jako žlutavé body a při everzi víčka lze pozorovat žlutavé proužky, které prosvítají spojivkou. Maz produkovaný Meibomskými žlázkami je součástí lipidové vrstvy, která se podílí na ochraně povrchu oka a zabraňuje vypařování SF [3, 4].

Mollovy žlázy (*glandulae ciliares*) mají funkci potních žlázek, které jsou rozmístěny kolem řas. Jejich vývody se mohou spojovat s vývodem Zeissových žlázek, nebo ústí přímo u řasy. Mollovy žlázy se podílejí na lipidové vrstvě SF a zajišťují svlažování řas [4].

Zeissový žlázy (*glandulae sebeccae*) jsou žlázy podobající se žlázkám Meibomským, ale velikostně menší. Ústí do folikulů řas, které se stávají odolnější, nekřehnou, nevysychají a snižuje se pravděpodobnost jejich lámavosti. Maz z Zeissových žlázek se podílí na lipidové vrstvě SF [4].

Přídavné Krauseho žlázy můžeme nalézt v horním a dolním spojivkovém vaku. **Wolfringovy přídavné žlázy** můžeme nalézt v tarzální spojivce. Společně se tyto žlázy podílejí na bazální sekreci vodné složky [12].

Pohárkové buňky se vyskytují v epitelu spojivky. Produkují mucin, který je součástí SF a jeho mukózní složky [4].

1.3.3 Slzovodný systém

Roztírání slz víčky po předním segmentu oka vytváří SF, který nabývá funkce ochranné, lubrikační a napomáhá dodávání živin a utváření opticky hladkého prostředí.

Při uzavírání oční štěrbině je vyvíjen tlak víčky na SF, který je následně odváděn směrem k slzným bodům (*puncta lacrimale*), nejvíce je odváděna vodná složka SF. Slzné kanálky (*canaliculis*) aktivně nasávají slzy, které odteklý do slzných bodů. Aktivní sání nastává díky podtlaku vzniklému deformací slzných kanálků při mrkání. Slzy jsou odváděny slzovodem do slzného vaku, který se nachází ve *fossa sacci lacrimalis*, vývod slzovodu se nachází v dolním nosním průchodu. Chlopně brání zpětnému nasávání vzduchu do slzných cest. Schéma slzovodného ústrojí se nachází na (Obrázek 2) [2, 4, 7].

Slzné body (*punctum lacrimale*) lze pozorovat na margu horního a dolního víčka v nazální části, vždy se na víčku nachází jeden bod. Slzné body jsou jednoduše pozorovatelné okem, jejich velikost je 0,2 – 0,3 mm, směřují k bulbu [2].

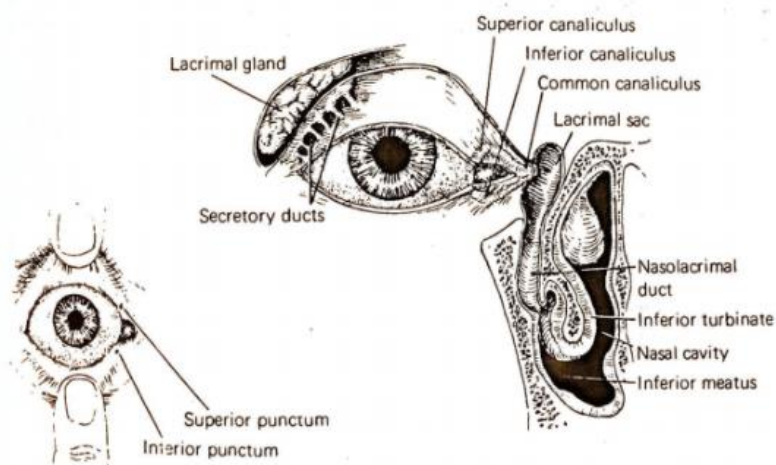
Začátek **slzného kanálku** (*canaliculus lacrimale*) se nachází kolmo na okraji víčka, šířka je okolo 1 mm. Nachází se zde několika vrstevný epitel. Kanálek po 3 mm ostře zahne do mediálního směru a podél očního víčka jde k vnitřnímu očnímu koutku. Kanálek se postupně zužuje, když dosáhne tloušťky 0,3 mm vstoupí do slzného vaku [2].

Slzný vak (*saccus lacrimalis*) je trubicovitý vak, který se nachází ve fossa sacci lacrimalis na předním očníkovém okraji, kde dochází ke srůstu s periostem. Díky srůstu je možné udržet lumen vaku stále otevřený [2].

Délka **slzovodu** (*ductus nasolacrimalis*) je 15 - 18 mm, průměr kanálku je 3 - 4 mm a jeho funkcí je propojení slzného vaku s dutinou nosní. V slzovodu se nachází víceřadý cylindrický epitel, který pokrývají řasinky. Pod dolní skořepou nosní se nachází konec slzovodu a slizniční řasa nosní sliznice - *plica lacrimalis* tam kryje jeho ústí. Ve vzdálenosti 3 - 3,5 cm za nosními dírkami lze pozorovat toto ústí [2].

1.3.4 Slzy (*lacrimae*)

Slzy jsou produkovány slznou žlázou. Jejich pH se pohybuje v rozmezí 7,3 - 7,7 a považujeme je za izotonické či lehce hypotonické. Složeny jsou z 99 % z vody, dále se na složení podílí chlorid sodný, hlen, tuky, proteiny, a také nevelké množství močoviny a glukózy. Dále můžeme v slzách najít enzymy, jako například lysozym, betalysin a další [2, 9].



Obrázek 2: Schématický nákres slzného ústrojí [3].

1.4 Víčka (*palpebrae*)

Víčka jsou pohyblivé membrány, která jsou na vrchní straně pokryta kůží a na spodní straně pokryta sliznicí. Horní víčko (*palpebra superior*) je větší a dosahuje až k obočí, víčko dolní (*palpebra inferior*) je menší. Jejich tvar je sféricky prohnutý dle zakřivení oční koule. Hlavní funkcí víček je ochrana oka, roztírání slz po povrchu oka a snížení množství světla vstupujícího do oka. Víčka jsou složena z příčně pruhovaného a hladkého svalstva. Tarsus je další částí víček, jedná se o chrupavčitou destičku, která tvoří skelet víčka. Víčka můžeme rozdělit na dvě části: 1. Část palpebrální, která sahá k tarzu víček, 2. Část orbitální, která zahrnuje tvář a oblast po obočí. Na okraji víček můžeme pozorovat výstupy Meibomských žlázek, řasy a slzné body horního a dolního víčka [2, 3, 5].

2 Slzný film

2.1 Struktura

SF je popisován jako třívrstvá struktura, mezi jejíž tři vrstvy patří vrstva mukózní, vodná a lipidová. Mukózní vrstva je považována za vrstvu základní, vrstva lipidová za vrstvu povrchovou. Tyto tři vrstvy SF spolu spolupracují a snaží se zachovat jeho celkovou podobu. Také se podílejí a zachovávají fyziologii předního segmentu oka [9, 10].

2.1.1 Lipidová vrstva

Lipidovou vrstvu nacházíme nejdále od rohovkového epitelu, jedná se tedy o vrstvu nejsvrchnější. Na její stavbě se podílejí hlavně lipidy, konkrétně alkoholy, tukové kyseliny, estery cholesterolu a esterové vosky. Tloušťka vrstvy se udává mezi setinami nanometrů až okolo 0,1 nm. Vliv na tloušťku vrstvy má objem, nebo šíře oční štěrbin. Pokud je oční štěrbina maximálně otevřená je vrstva nejtenčí, před uzavřením štěrbin můžeme pozorovat vrstvu nejsilnější. Meibomské žlázy mají největší podíl na tvorbě lipidové složky SF, avšak také se na tvorbě podílí žlázy Zeissovy a Mollovy [12].

Lipidová vrstva svým složením napomáhá zabránění odpařování (evaporaci) vodné složky SF. Poškozením lipidové či mucinové vrstvy SF může dojít ke zvýšení evaporace 10 - 20 krát. Lipidová vrstva hromadící se u okraje víček napomáhá k omezení přetékání slz přes okraj víček, když se oční štěrbina uzavírá [12].

2.1.2 Vodná vrstva

Vodná složka je vrstva mezi mucinovou a lipidovou vrstvou. Tloušťka 6 - 10 mm tvoří z vodné vrstvy nejsilnější vrstvu SF. Složení této složky je 98 % vody. Zbývající 2 % jsou rozpuštěné pevné látky. Mezi rozpuštěné látky můžeme zařadit elektrolyty, anorganické sloučeniny, soli, hlen, bílkoviny, také hyaluronan, lysozym, laktoferin, lipokalin a sekreční imunoglobulin A. Kolísavost hodnoty pH ovlivňuje množství látek, které jsou rozpuštěny. Rozmezí pH je průměrně 7,14 – 7,82. Rozpuštěný pufrovací systém (oxid bikarbonátu uhličitého) nejvíce ovlivňuje pH.

Sekreci vodné složky SF můžeme rozdělit na bazální a reflexní. Bazální sekrece je sekrece neustálá, kterou neovlivňuje podráždění. Zodpovídají za ni Krauseho a Wolfringovy

žlázky. Reflexní sekrece není stálá, ale vzniká při podráždění povrchu oka, nebo nosní sliznice. Zodpovědná je za ni slzná žláza.

Průměr hodnoty osmolarity můžeme nalézt uvedený okolo 305 mOsm/kg, tato hodnota je ekvivalentní k 0,95 % roztoku chloridu sodného. Hodnoty přesahující 320 mOsm/kg nám poukazují na suché oko. Na tyto hodnoty může mít vliv kvalita SF, spánek, bdění anebo nošení kontaktních čoček (dále KČ) [10, 11, 12].

2.1.3 Mukózní vrstva

Mukózní vrstva se nachází jako první vrstva na epitelu rohovky a je složena z mukoglykoproteinů. Mucin je významný pro svou bifázickou povahu, což znamená, že je složen z hydrofobní a hydrofilní složky. Hydrofobní část, která odpuzuje vodu směřuje směrem k epitelu rohovky. Hydrofilní složka je orientovaná směrem k vodné vrstvě slzného filmu a dovoluje této vrstvě rozprostřít se po vrstvě mukózní.

Definice tloušťky mukózní vrstvy SF je velice obtížná, jelikož se mucin nachází i ve vodné části SF. Přibližně se tloušťka pohybuje mezi hodnotami 0,02 – 0,05 mm [12].

Hlavní a velmi důležitou složkou mukózní vrstvy je mucin, hlenovitá složka. Tvorba mucinu probíhá především v pohárkových buňkách spojivky, v Mollových a Krauseho žlázkách. Slzná jahůdka (*caruncula lacrimalis*) a dolní část bulbární spojivky disponují nejvyšší naměřenou hustotou mucinu [10, 12].

2.2 Funkce

2.2.1 Funkce lubrikační

Je velmi důležitá pro udržování stálého vlhkého prostředí oka, které udržuje fyziologický stav epitelu rohovky a nedochází tak k takzvanému chronickému oschnutí epitelu. Dále napomáhá netraumatizujícímu a bezproblémovému pohybu víček po předním segmentu [12].

2.2.2 Funkce optická

SF má vlastnost vytváření opticky hladkého rozhraní na rohovce, tím je možná kompenzace drobných nerovností na rohovkovém povrchu [4, 12, 10].

2.2.3 Funkce ochranná

SF napomáhá odvodu drobných nečistot, nepatrných prachových částic, odpadních látek či nekrotických epitelálních buněk. Antibakteriální funkcí se vyznačují slzy, které obsahují látky lysozym, laktoferin, imunoglobulin a beta-lysin. Nejvíce baktericidní aktivitu má lysozym, obalením bakterií zajistí odplavení bakterií z povrchu oka. Oko je nepřetržitě očišťováno a dezinfikováno mrkáním [4, 12, 13].

2.2.4 Funkce výživná

SF zprostředkovává přísun vzdušného kyslíku obsaženého v SF k rohovce, který je pro ni velmi důležitý. Kyslík se dostává k rohovce z prekorneálního SF cestou difúze, komorovou vodou přes endotel a cévami z limbální pleteně [12].

3 Syndrom suchého oka

3.1 Definice

Syndrom suchého oka (dále SSO) je multifaktoriální onemocnění slz a povrchu oka. Projevuje se nepohodlím, poruchami zraku a nestabilitou slzného filmu, která může vést k poškození očního povrchu. Onemocnění často doprovází zvýšená osmolarita SF a záněty očních struktur [31].

3.2 Příznaky

Diagnostikovat SSO není jednoduché, především kvůli individualitě každého pacienta. Tyto subjektivní symptomy jsou většinou pacienty zmiňovány: suchost očí, pálení, zhoršené vidění, pocitování cizího tělíska v oku, řezání. V pokročilém stádiu může pacient pociťovat až bolest a fotofobii. Paradoxně může nastat zvýšená slzivost, která je následkem reflexního slzení. Neblahý a zhoršující vliv na tyto příznaky může mít klimatizované, prašné, zakouřené a přetopené prostředí. Vítr, velké teplo a sucho také můžou příznaky zhoršit. Pro určení závažnosti syndromu máme 5 stupňů: subklinický, mírný, závažnější, středně těžký, těžký [1].

3.3 Příčiny

SSO může být způsoben mnoho příčinami. Příčinu můžeme nalézt již během anamnézy, kdy klientovy pokládáme otázky či jej necháme vyplnit dotazník. Mezi nejčastější příčiny patří: zánětlivá onemocnění, hormonální nerovnováha, farmaka, nošení kontaktních čoček, systémová onemocnění či prostředí, ve kterém se pohybujeme. Pro prostředí alergického charakteru, klimatizované, přetopené, zakouřené či prašné, můžou být podmínkou pro vznik SSO. Příčiny vzniku SSO můžeme rozdělit na dvě základní: esenciální, která je popisována jako snížená produkce slz, kdy dochází k narušení tvorby jedné ze složek SF, druhá příčina je závislá na zvýšené evaporaci SF a je častější, jelikož souvisí s onemocněním povrchu oka, věkem a prostředím ve kterém se pohybujeme, a alergiemi [6].

Mezi systémová onemocnění, která mají vliv na SSO, patří: diabetes mellitus I. (cukrovka prvního typu), onemocnění štítné žlázy, lupus, revmatoidní artritida.

Dlouholeté užívání farmak může být také predispozicí k SSO. Jsou to například tato farmaka: diuretika, antihistaminika, antidepresiva, beta-blokátory, léky na snížení cholesterolu a hormonální antikoncepce.

Častý výskyt SSO je v poslední době pozorován u pacientů, kteří podstoupili chirurgické zákroky na předním segmentu oka, či refrakční chirurgické operace.

Faktor ovlivňující toto onemocnění je také věk. S přibývajícím věkem se mění tvorba hormonů v těle, kterou můžeme především pozorovat u žen v postmenopausálním stádiu, či dochází k projevu systémových onemocnění [1, 6, 16].

3.3.1 Blefaritida

Blefaritida je považována za zánětlivé multifaktoriální onemocnění okrajů víček, na kterých se tvoří šupinky a hnisavá ložiska. Pacient při tomto onemocnění pociťuje pocit cizího tělíska v oku, pálení, slzení a svědění očí. Okraje víček se jeví zarudlé a ztlustělé [17].

Přední blefaritida se projevuje šupinkami či krustami mezi řasami, v některých případech drobnými abscesy mezi řasami. U přední blefaritidy lze pozorovat nadměrné prokrvení okrajů víček a to díky zvýšené vasodilataci. Dělíme na blefaritidu stafylokokovou, která je zapříčiněna stafylokoky, či blefaritidu zapříčiněnou celkovým onemocněním (akné, seborrhoická dermatitida a další). Projev přední blefaritidy je největší v ranních hodinách [17].

Stafylokoková blefaritida je forma blefaritidy, u které dochází ke zvětšení množství bakteriální flory u očních víček. Následkem je vyprodukování exoenzymů, což jsou enzymy narušující lipázami a esterázami lipidovou vrstvu. Při neléčení blefaritidy dochází k vážným komplikacím [17].

Seborrhoická blefaritida je forma blefaritidy, kdy je pozorována nadměrná produkce mazových žláz obličeje, víček i hlavy. Můžeme pozorovat řasy, které jsou slepené mazem a mezi kterými se nacházejí šupinky. Tyto šupinky můžeme nalézt i ve vlasech a v obočí [17, 22].

Zadní blefaritida má projev na zadní straně očního víčka, kde se nacházejí vývody meibomských žlázek. Zadní blefaritida bývá často zaměňována za dysfunkci meibomských žláz, ale jedná se o dvě odlišná onemocnění. Projev obtíží zadní blefaritidy je celodenní [17].

Na lidské kůži se standardně vyskytují dva druhy neškodného roztoče Demodex, avšak na některé jedince mohou mít patogenní vliv. Souvislost mezi blefaritidou a roztoči Demodex byla již dokázána za pomoci vědeckých výzkumů. Roztoči Demodex se též podílejí na dysfunkci Meibomských žlázek (dále DMG), zánětech rohovky, trichiáze, či změně hladiny cytokinů [17].

3.3.2 Dysfunkce Meibomských žlázek (DMG = Dysfunction of meibomian glands)

Velmi časté onemocnění, které se vyskytuje u 20 – 40 % populace a má neblahý vliv na používání kontaktních čoček. Náchylnější k tomuto onemocnění jsou starší lidé, kterým rohovatí žlázy a lidé vystavení dlouhodobému chladu. Dále ženy, které při líčení používají linky a nanášejí je na margo víčka [17].

Víčko postižené DMG se projevuje nepravidelností vnitřního marga, zarudnutím a napnutím víčka. Vývody Meibomských žlázek mohou být jednotlivě blokovány a tím dochází ke snížení lipidové složky vyskytující se v SF. Vyšetřujeme na šterbinové lampě, kde hodnotíme počet a formu blokovanych žlázek. Stupeň blokace hodnotíme na stupnici od 1 do 4 [17].

Od 3. Stupně DMG lze pozorovat napěněný sekret SF. K tomuto napěnění dochází procesem, kdy jsou lipidy v SF štěpeny lipázami na mastné kyseliny, které mají toxický vliv na rohovku, jsou uvolňovány do SF. V závažnějších případech, odesíláme k oftalmologovi, který nasazuje antibiotika. Posuzovat žlázy je možné meibografií. Meibomografie je metoda, která za pomoci kamery s infračerveným světlem, zvýrazňuje a kvantifikuje ztracenou tkáň těchto žlázek [17, 22].

3.3.3 Sjögrenův syndrom

Rozdělení SSO lze do dvou skupin, podle toho zda je suché oko asociováno se Sjögrenovým syndromem nebo naopak, kdy u suchého oka Sjögrenův syndrom není přítomen [12].

Sjögrenův syndrom je autoimunitní onemocnění, které se projevuje suchostí sliznic, dysfunkcí slzných a slinných žláz. Toto onemocnění musí potvrdit endokrinolog. Častý výskyt pozorujeme u osob, které trpí onemocněním pojivových tkání, například hovoříme o systémovém *lupus erythematosus*, systémové sklerodermii a revmatoidní artritidě. Tato

onemocnění postihují třikrát až devětkrát více ženy než muži. U osob s revmatoidní artritidou je výskyt SSO až u 70 % pacientů, tito pacienti obvykle nemají subjektivní obtíže, a to i při pokročilém SSO [12].

O SSO bez asociace se Sjögrenovým syndromem, mluvíme tehdy, jestliže byly vyloučeny charakteristické symptomy pro SSO sloučeného se Sjögrenovým syndromem. U žen, které prodělávají hormonální změny (menopauza, těhotenství, užívání hormonální antikoncepce, hormonální léčba) je výskyt častější. Hormonální změna způsobuje snížení hladiny androgenů. Předpokládá se, že jsou významné pro výživu a stavbu slzotvorných žláz [12, 23].

3.4 Následky Syndromu suchého oka

Mezi nejčastější následky SSO patří *keratoconjunctivitis sicca*. Jedná se o zánětlivé onemocnění, postihující rohovku, pokud je onemocnění ve střední či pokročilé fázi. Nejčastější projev je *keratitis filiformis*, či *keratitis superficialis punctata* [1].

Dalším častým následkem SSO jsou kontraindikace aplikace a nošení KČ. Dochází ke zkrácení doby nošení KČ, která je pacientovi pohodlná, diskomfortu, infekčním komplikacím, vzniku závažných rohovkových defektů, které jsou důsledkem zvýšeného tření mezi KČ a rohovkou, ale je zde také riziko výskytu **gigantopapilární konjunktivitidy (GPC)** [12].

3.5 Klasifikace

Klasifikaci forem SSO dělíme dle poruchy složky SF na následující formy: mucinovou, vodnou a lipidovou. Další formou je porucha funkce a postavení víček. Poslední, zvláštní forma, je epitelopatie [1].

3.5.1 Porucha mucinové složky

Při výskytu poruchy mucinové složky jsou většinou viditelné jizevnaté a keratinizující změny spojivky. Pacient často pociťuje pálení, řezání či fotofobii. Jednou z příčin poruch mucinové vrstvy může být nedostatek vitamínu A, kdy se zvýší produkce keratinizujících buněk a následně sníží produkce hlenu, což má za následek nestabilitu SF. Nachází se zde i možné riziko druhotného poškození slzné žlázy. Bitotovy skvrny jsou tmavě zbarvená osychající ložiska vznikající v nazálních nebo temporálních částech spojivky. V pokročilém stavu onemocnění se může vyskytnout xeróza (difúzní oschnutí epitelu rohovky),

nebo až keratomalacie (náhlá těžká dekompenzace stromatu rohovky s perforací). K nedostatku vitamínu A dochází spíše v rozvojových zemích.

Další případy, kdy může dojít k poruchám mucinové složky, především destrukcí pohárkových buněk, jsou: poleptání, trachom, Stevens – Johnsonův syndrom, cystická fibróza, ichtyóza a alkoholismus [1].

3.5.2 Porucha vodné složky

Následkem poruchy vodné složky SF je zvýšené tření mezi víčky a očním povrchem. Můžeme pozorovat zvýšené množství mucinových vláken, která nebyla rozpuštěna a nacházejí se v dolním fornixu a pokročilejšího stádia na rohovce, známá jako *keratitits filamentosa (filiformis)*. Častý je výskyt u celkových onemocnění, nejčastěji u Sjögrenova syndromu. Jako příčinu také můžeme zmínit narušení funkce slzné žlázy (např. záněty, atrofie), nebo některé léky, zapříčiňují hyposekreci. Patří mezi ně: diuretika, antihistaminika, betablokátory, antidepressiva, antimigrenika a další. Příznaky jsou pocit cizího tělíska, svědění, pálení či fotofobie a bolest (v pokročilém stadiu). Zvýšení problémů zaznamenáváme ve večerních hodinách [1].

3.5.3 Porucha lipidové složky

Příčinou poruchy lipidové složky SF je dysfunkce Meibomských žlázek nebo také přítomnost chronické blefaritidy. Můžeme pozorovat ztlustění a zarudnutí víček, mezi řasami hnisavý sekret. Následky onemocnění jsou chybění řas (madaróza), nepravidelný růst řas (trichiáza) nebo také zjizvení okrajů víček. Příznaky klient nejvíce pocítuje v dopoledních hodinách, nejčastěji pálení očí [1].

3.5.4 Porucha postavení a funkce víček

Tato porucha může být následkem obrny *n. facialis*, exoftalmu, poruch mrkání či získaných, nebo vrozených abnormalit postavení víček. Tyto poruchy vedou k nedostatečnému hydratování rohovky či osychání epitelálních buněk. Také expoziční keratitida a symblefar patří mezi příčiny poruch postavení a funkce víček [1].

SSO může nastat i v případě, že produkce složek SF je v pořádku, avšak na očním povrchu se vyskytují abnormality (např. keratokonus, abnormality vzniklé úrazem). V tomto případě SF není schopen tvořit svou funkci správně, jelikož je nerovnoměrně rozprostíráno po očním povrchu [23].

3.5.5 Epitelopatie

Epitelopatie je méně častou příčinou, která vede k SSO. Zde je zmíněno pár možných příčin výskytu: u dystrofie rohovky, jizev, rohovkových nerovností, elevace či eroze rohovky, její anestezie či porucha inervace *n. trigeminus*, která bývá nejčastěji virového původu [1].

3.6 Léčba

Léčbu SSO stanovíme po zjištění, která ze složek SF chybí. Poté jsme schopni stanovit dávkování medikamentů a léčbu [1].

3.6.1 Upravení životních návyků

Doporučením pro pacienty, trpící SSO, je zkrácení a zredukování pobytu v klimatizovaných, prašných, větrných a zakouřených prostorách. Pacient by měl upravit své denní návyky, zaměřit se na dostatečný spánek, dostatečný příjem tekutin, více pobytu na čerstvém vzduchu a méně stráveného času u digitálních zařízení. Pacienti nosící kontaktní čočky by měli omezit jejich užívání [1].

3.6.2 Farmaka

Mezi medikamenty, které můžeme užít, řadíme: umělé slzy, stimulanty slz, protizánětlivé medikamenty, autologní sérum [1].

Umělé slzy jsou kapky, gely, masti, které se podílejí na tvorbě stabilního SF, který by zabraňoval evaporaci. Můžeme vybírat z mnoha různých preparátů, které volíme dle individuality pacienta [15].

Pokud je narušena lipidová složka, je vhodné vybrat preparáty obsahující karbomer, který zabrání nadměrné evaporaci. Při narušení složky vodné volíme přípravky obsahující kyselinu hyaluronovou. Hyaluronan je přirozená složka v lidském SF, která oko hydratuje. Váže na sebe vodu a stabilizuje SF. Pokud je narušena složka mucinová užíváme přípravky, ve kterých se nachází retinol.

Konzervanty slouží, jako zábrana bakteriální kontaminace v očních kapkách, avšak mohou mít nepříznivý vliv na samotné onemocnění nebo podmínit alergickou reakci. Doporučuje se užívání kapek bez konzervantů [1, 15].

TNT (tear film normalization test) patří k neinvazivním testům, které lze díky své nízké obtížnosti provádět ve většině ordinací. Postup testu je následující: provedeme kontrolu zrakové ostrosti před aplikací umělých slz, poté aplikujeme umělé slzy a tážeme se, zda pacient vidí ostřeji, znovu provedeme kontrolu zrakové ostrosti [16].

Pokud aplikujeme léčiva, která mají funkci stimulace slzné žlázy, která ovlivňují vazodilataci cév slzné žlázy, léčíme těžký případ SSO [1].

3.6.3 Bandáž kontaktní čočkou

Bandáž hydrofilní kontaktní čočkou je metoda, kterou aplikujeme v případě, kdy není dostatečná léčba medikamenty. Onemocnění, u kterého je tato metoda nejčastěji použita se nazývá torpidní filiformní keratitida [1].

3.6.4 Chirurgická léčba

Těžké formy SSO jsou indikací k chirurgickému zákroku. Možné chirurgické zákroky jsou: obturace slzných bodů, korekce symblefar, úprava postavení víček.

Obturace slzných bodů je mechanický zákrok, který zabrání odtékání pacientových slz. Obturaci provádíme na slzném bodu spodního víčka, kdy slzy tedy odtékají pouze slzným bodem víčka horního. Po provedení zákroku se objem SF navýší. Můžeme jej provést dočasně či trvale. Dočasná obturace je prováděna kolagenovými uzávěry. Trvalá obturace užívá silikonové nebo termoakrylátové uzávěry. Další možností je kauterizace elektrokauterem [1].

Autotransplantaci nazální či labiální sliznice aplikujeme, pokud trpí pacient mukózním deficitem a keratinizací. Pokud je narušeno postavení víček korigujeme ektropium či entropium. Parciální laterální tarzorafie je aplikována u pacientů, kdy je korekce velmi obtížná [1].

4 Diagnostika syndromu suchého oka

Prvotním krokem k diagnostikování SSO je důležitá anamnéza a vyšetření pacienta. Soustředíme se na anamnézu oční, sociální, pracovní a také na léky, které pacient užívá. Po provedení důkladné anamnézy přecházíme k užití diagnostických dotazníků a samotným vyšetřovacím metodám [1].

4.1 Dotazníky užívané pro diagnostiku syndromu suchého oka

4.1.1 OSDI dotazník (Ocular Surface Disease Index)

OSDI dotazník je užíván k rychlému zjištění, zda je oko predisponováno k SSO. Tento dotazník je složený z 12 otázek, rozdělených do tří různých bloků (viz příloha A). V tomto dotazníku nejsou zahrnuty a zohledněny informace o pohlaví, věku a používání kontaktních čoček. Odpovědi jsou pokládány tak, abychom se dozvěděli, zdali se u pacienta vyskytla některá z dotazovaných obtíží během posledního týdne. Hodnocení je prováděno bodovým systémem. Získané body vkládáme do vzorce, který je určen přímo pro tento dotazník:

$$\text{OSDI hodnocení} = \frac{\text{součet všech bodů} \times 25}{\text{počet zodpovězených otázek}}$$

Posouzení obtíží probíhá v bodovém systému od 1 do 100, s narůstající hodnotou se vážnost obtíží zvyšuje. Formy syndromu suchého oka lze roztrždit na normální (0 – 12 bodů), mírnou (13 – 22 bodů), střední (23 – 32 bodů) a těžkou formu (33 – 100 bodů) [27, 34].

4.1.2 McMonnies dotazník

Dotazník McMonnies je používán také pro diagnostiku SSO. Dotazník obsahuje 14 otázek. Tyto otázky zohledňují věk, pohlaví a užívání KČ klientem (viz příloha B). Avšak informace o užívání KČ, není bodově ohodnocena, pouze nás informuje, zda klient KČ užívá či ne. Hodnocení dotazníku je uskutečněno na základě sečtení získaných bodů. Vyhodnocení nám poukáže, zda je stav oka normální, hraniční či patologický. Můžeme se na základě výsledku dotazníku rozhodnout, jaký bude další postup vyšetření [28].

4.2 Barvení očních sktruktur

Barvení oka užíváme k detekování narušení epitelu rohovky či spojivky, dále k detekování přítomnosti mrtvých či degenerovaných buněk. Barviva taktéž užíváme během vyšetřování stability SF. Mezi nejpoužívanější barviva patří fluorescein sodný, bengálská červeň či lisaminová zeleň, která se dnes užívá jako náhrada bengálské červeně.

Fluorescein sodný je barvivo, které má žlutozelené zbarvení. Po jeho aplikaci můžeme pozorovat defekty v rohovkovém epitelu či dle jeho navázání na vodnou složku SF lze posoudit tloušťku této struktury. Jeho aplikace a užití je popsáno v kapitole 4.4.1 BUT [10, 29].

Lisaminová zeleň obarví odumřelé a degenerované buňky rohovky a spojivky. Toto barvivo nepůsobí pocity pálení očí. Obarvené oko pozorujeme na šterbinové lampě za užití červeného filtru, který odfiltruje červené světlo a zvýrazní nám tak defekty formou tmavých míst. Toto barvivo užíváme pro diagnostiku Sjogrenova syndromu 1. a 2. typu, k diagnostice ostatních forem *keratokonjunktivis sicca* a nedostatku vitamínu A. Po obarvení lisaminovou zelení a provedení everze víčka je možné na margu víčka pozorovat tmavou linku (Lid wiper Epitheliopathy) [10].

Bengálská červeň nám také poskytne vizualizaci degenerovaných a odumřelých buněk, avšak zachycuje se také na mucinových vláknech. V dnešní době nepatří mezi často užívaná barviva, jelikož působí pálení očí pacienta. Společně s lisaminovou zelení zvýrazňuje Marxovu linii, což je u zdravého oka linie zbarvená podél *rivus lacrimalis*, kde se nachází velká koncentrace degenerovaných buněk [29, 30].

4.3 Testy pro kvantitativní vyšetření slzného filmu

Kvantitativní vyšetření SF udávají objem slz, které jsou v oční šterbině. Kvantitu zjišťujeme výškou slzného menisku, LIPCOF – určováním spojivkových řas souběžných s víčkem, Schirmerovým testem a PRT testem.

4.3.1 Slzný meniskus

Měření slzného menisku patří mezi neinvazivní kvantitativní vyšetřovací metody SF. Pro vyšetření užíváme šterbinovou lampu. Přesnějšího měření dosáhneme, pokud je v okuláru zabudována měřicí stupnice. Dále můžeme porovnat výšku slzného menisku k šířce osvětlovacího paprsku. Používá se úzký paprsek s nízkou intenzitou osvětlení, přímé osvětlení

a vysoké zvětšení (40x). Štěrbinu dáme do horizontální polohy v zákrytu spodního víčka. Šířku této štěrbinu poté měníme dle výšky slzného menisku, dokud se nám nejeví stejná. Hodnotu v milimetrech odečteme při použití mikroskopické stupnice. Dlouhodobé či nadměrné osvětlení může zapříčinit umělé vysychání slz, které ovlivňuje výsledky vyšetření. Déle může tyto výsledky ovlivnit reflexní slzení [10, 25].

Zkušenost udává hodnocení výšky slzného menisku jako minimální, normální a nadměrnou. Dále lze pozorovat i pravidelnost slzného menisku, nerovnosti či zoubkování poukazují na suché oko. Kolísavost výšky slzného menisku u marga spodního víčka se nachází v rozmezí od 0,14 mm do 0,46 mm. Dle Guillaona by měla být výška slzného menisku měřena bezprostředně pod zornicí, 5 mm u nosu a 5 mm u spánku [10].

Pro měření slzného menisku je také možné použití invazivní metody, během které užijeme fluorescein. Užíváme štěrbinovou lampu, kdy nastavíme osvětlení na paprsek o výšce 1 mm, použijeme kobaltový filtr a žlutý filtr pro zvýraznění. Oko obarvíme fluorescenčním přípravkem, nastavený světelný paprsek dáme do polohy těsně se dotýkající spodního víčka. V tento moment je možné porovnat výšku slzného menisku k výšce námi nastaveného paprsku. Výšku nejlépe měříme uprostřed spodního víčka, kde standardně výška bývá okolo 0,25 mm.

4.3.2 LIPCOF (Lid Parallel Conjunctival Folds)

Vyšetření bulbární spojivky nad okrajem dolního víčka, kde pozorujeme spojivkové řasy souběžné s víčkovým okrajem. Vyšetření je neinvazivní. Vznik spojivkových řas je zapříčiněn spojivkovým rozvolněním, snížením počtu elastických vláken, stárnutím nebo mechanickým třením mezi dolním víčkem a spojivkou. Užíváme přímé difúzní osvětlení a střední zvětšení (16 – 27x). Nálezy řadíme do stupnice 0 - 3. Stupeň 0 znamená, že na spojivce nejsou spojivkové řasy. Stupeň 1 říká, že se na spojivce nachází jedna permanentní a viditelná spojivková řasa. U Stupně 2 jsou pozorovatelné dvě permanentní a viditelné řasy (obvykle 0,2 mm). Poslední stupeň 3 znamená větší počet než dvě permanentní a viditelné řasy (obvykle >0,2mm). Finální LIPCOF je tvořen součtem stupňů nazální a temporální LIPCOF [25].

4.3.3 Schirmerův test

Schirmerův test nám udává objem vytvořeného SF, především jeho vodné složky. Patří mezi invazivní metody, která je považována za nejjednodušší a nejlevnější diagnostiku SF.

Test můžeme dělit na **Schirmerův test I.** bez anestetik a s anestetiky, a na **Schirmerův test II.**

Schirmerův test I. bez použití anestetik. Invazivní metoda, díky které dochází k nadměrnému reflexivnímu slzení. Naměříme tedy absolutní sekreci slz, následkem by mělo být urychlení nasáknutí absorpčního papírku na dobu kratší než 5 minut. Tato metoda využívá již zmíněný proužek absorpčního papírku o rozměrech 35 x 5 mm, tento papírek ohneme v přibližné vzdálenosti 5 mm a vsuneme jej pod spodní víčko v temporální části (Obrázek 3). Proužek takto zanecháme 5 minut a poté v milimetrech měříme zvlhčenou část. Užíváme k diagnostice suchého oka [10].

Schirmerův test I. s použitím anestetik. Postup vyšetření je stejný jako Schirmerův test I. až na anestetizovanou rohovku a spojivku. Anestetikum vyřadí funkci reflexního slzení, jelikož nedochází k podráždění očního povrchu. Tato metoda nám určuje pouze bazální sekreci přídatných žlázek a jejich dysfunkci.

Schirmerův test II. Provádíme tak, že vatovou tyčinkou dráždíme nosní sliznici, za stavu anestetizované rohovky a spojivky. Má význam při posuzování funkčnosti slzné žlázy a reflexního slzení. Tato metoda poukazuje nejčastěji na choroby slzné žlázy [12].

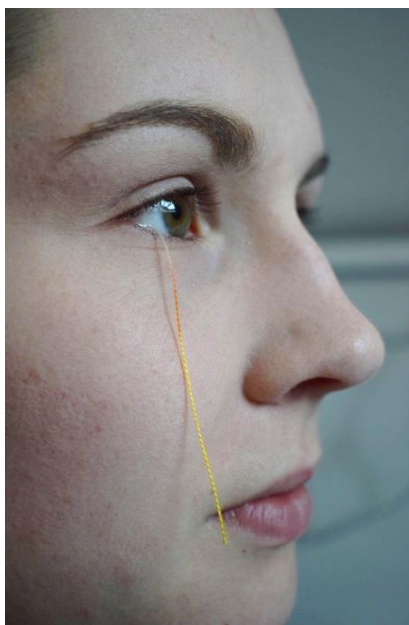


Obrázek 3: Užití Schirmerova testu.

4.3.4 Test červeným fenolovým vláknem

PRT (Phenol Red Thread test) metoda je invazivní metoda pro určení objemu SF, která je však méně invazivní než test Schirmerův. K provedení testu se používá vlákno impregnované fenolovým červeným barvivem, které je 70 mm dlouhé a složené z dvouvrstvé bavlny (Obrázek 4). Červené fenolové barvivo je známé svou citlivostí na pH. Zásaditost slz (pH 7,4) na něj působí změnou barvy z bílé na barvu žlutou a poté barvu červenou [10, 14].

Při samotném provedení testu umístíme 3 mm ohnutého fenolového vlákna do spodní části spojivkového vaku na temporální stranu. Pacient zavře oči během vyšetření a vlákno necháme ve spojivkovém vaku po dobu 15 sekund. Po vyjmutí vlákna pozorujeme délku zbarveného úseku, na tento úsek působily zásadité slzy. Délku zbarvení měříme v milimetrech. Výsledné hodnoty, které se pohybovaly v rozmezí 9 - 20 mm jsou považovány za normální, hodnoty pod 9 mm poukazují na sníženou produkci slz, neboli suchost oka [10, 14].



Obrázek 4: Použití fenolového vlákna.

4.4 Testy pro kvalitativní vyšetření slzného filmu

Vyšetřování kvality SF je obtížnější z důvodu jeho transparentnosti. Užíváme metod invazivní BUT, neinvazivní BUT či zrcadlový odraz od SF.

4.4.1 Invazivní Break up time (BUT)

Invazivní BUT je metoda, za pomoci které určujeme kvalitu SF. Hlavním principem tohoto invazivního vyšetření je pozorování SF od otevření oka po roztržení struktury SF. Pro vizualizaci SF užíváme 0,1 – 0,2% fluorescein, který aplikujeme na bulbární spojivku, impregnovaným proužkem papírku a zvlhčeným fyziologickým roztokem. Pacient se dívá dolů a my přiložíme papírek do horní části bulbární spojivky a poprosíme jej, aby třikrát zamrkal, tímto krokem dosáhneme rozprostření barviva po celé ploše oka. Fluoresceinu užíváme co nejmenší možné množství, abychom přímým kontaktem proužku a SF zabránili

reflexnímu slzení. Vyšetření provádíme šterbinovou lampou, u které nastavíme difuzní osvětlení, kobaltový filtr a pro lepší zvýraznění předsuneme žlutý filtr. Klienta požádáme, aby dále nemrkal. Měříme a vyhodnotíme dobu od otevření oka od posledního mrknutí až po dobu narušení vrstvy SF. Narušení SF se projeví jako skvrny tmavší barvy, neustále se rozšiřující na této vrstvě. Na nedostatečnou kvalitu SF mohou poukázat naměřené hodnoty pod 10 sekund.

Po obarvení oka fluoresceinem máme šanci vyhodnotit, zda se v rohovkovém epitelu nenacházejí defekty. Také můžeme zpozorovat, zda je klientovo mrkání kvalitní. Pokud klient nedomrkává, při okraji spodního víčka se bude nacházet tmavý pruh. Užití fluoresceinu je kontraproduktivní při nasazených měkkých kontaktních čočkách, jelikož jí barvivo obarví [19].

4.4.2 Neinvazivní Break up time (NIBUT)

NIBUT je metoda, kterou také určujeme kvalitu SF, avšak bez interakce s tímto povrchem, nezapříčiníme tak tedy reflexní slzení. Principem je taktéž pozorování SF od otevření oka po roztržení povrchu. K tomuto vyšetření užíváme tearscope, easy tear a keratometr. Využíváme odrazné funkce SF a na oko promítáme obrazce (mřížky). Pozorujeme a měříme dobu, po níž dochází k deformaci či rozpadu promítaného obrazu. Na nestabilitu SF mohou poukázat naměřené hodnoty pod 15 sekund. Je možné naměřit hodnoty až okolo 30 sekund [24].

4.4.3 Zrcadlový odraz úzkého pole

Neinvazivní metoda, kterou můžeme užít k vyšetření kvality SF. Vyšetřujeme na šterbinové lampě, za nízké intenzity světla, vysokého zvětšení (30 – 40x) a umístění zdroje osvětlení do co největšího úhlu. Nízkou intenzitu světla nastavíme, abychom předešli vysychání SF. Principem je lokalizace a následné zaostření na odraz šterbinového proužku, který je jasný. Je umožněno pozorování velmi malé oblasti (maximální rozměry této oblasti jsou 1x2 mm) [10].

4.4.4 Easytear

Easytear je kompaktní a praktické zařízení, které používáme k diagnostice SF a k detekci SSO. Zařízení je uzpůsobeno tak, že jej připevníme na šterbinovou lampu, která nám poskytuje binokulární vnímání během vyšetření. Manipulace s přístrojem není obtížná,

avšak k interpretaci výsledků je nutná zkušenost vyšetřujícího. Easytear poskytuje vyšetřujícímu tři různé typy LED osvětlení (bílé, modré, infračervené). Na Obrázek 5 je možné vidět, jak samotný přístroj vypadá.

Bílé LED světlo slouží k určení tloušťky lipidové vrstvy za pomoci širokého odrazu od rohovky a vizualizace interferenčních vzorců. S použitím tohoto světla je možné provádět NiBUT.

Modré LED osvětlení společně s fluoresceinem užíváme k vyšetření BUT. Dále můžeme pozorovat velikost průměru sklerálních čoček.

S infračerveným LED osvětlením je možné pozorovat stav a funkčnost Meibomských žlázek [26].



Obrázek 5: Easytear připevněný ke štěrbinové lampě [26].

5 Vliv kontaktních čoček na slzný film

Kontaktní čočka (dále KČ) je cizí tělísko, neustále se pohybující po povrchu oka a narušující přirozené prostředí. Mezi KČ, především jejím materiálem, SF a rohovkou musí být vyvážený vztah, aby byla KČ komfortní a bezpečná pro užívání pacienty [18].

5.1 Struktura slzného filmu během nošení kontaktních čoček

Pokud chceme zhodnotit reciproční působení KČ a SF, měli bychom mít na paměti rozdělení SF před samotnou aplikací čoček. Tento SF se může nazvat preokulární či prekorneální. Aplikací KČ jej rozdělíme na SF prelenticulární a postlenticulární [18].

5.1.1 Prelenticulární slzný film

SF prelenticulární pokrývá KČ a má ochrannou funkci. Zajišťuje ochranu KČ před vysušením a deposity. Mezi vyšetřovací techniky patří zrcadlový odraz za užití šterbinové lampy, BUT či Tearscope/Easytear [18].

5.1.2 Postlenticulární slzný film

SF postlenticulární má vliv na pohyb čočky a její usazení. Během nošení KČ má funkci polštáře, který lubrikuje zadní stranu čočky a čočka je na něm usazena. Tento SF je stále cirkulující pod čočkou a ne statický, a díky tomu zabraňuje usazování deposit mezi čočkou a rohovkou. Pro zjištění tloušťky postlenticulárního filmu využijeme pachymetrii či obarvíme fluoresceinem [18].

5.2 Stabilita slzného filmu během nošení kontaktních čoček

V ideálním případě by měl být prelenticulární SF podobně stabilní, jako SF prekorneální, ve kterém se KČ nenachází. V reálné situaci tomu však tak není a v prelenticulárním SF dochází k praskání, odpařování a vzniku suchých míst. Tento stav je následkem velmi slabé či chybějící lipidové vrstvy SF. Stabilita SF je snížena během nošení KČ a přetrvává až 15 minut po vyjmutí čoček. Pokud je lipidová vrstva silnější, je zde větší pravděpodobnost, že lipidová vrstva kolem čočky bude spojitější, než u tenké vrstvy a nebude docházet k odpařování SF [18].

5.3 Složení slzného filmu během nošení kontaktních čoček

Složení SF je ovlivněno přítomností KČ v oku. Ovlivněna může každá z vrstev SF. [18]

5.3.1 Změny v lipidové vrstvě během nošení kontaktních čoček

Tvorba lipidové vrstvy u hydrogelových čoček je nízká, lze zde pozorovat pouze tenkou vrstvu a u čoček tvrdých k tvorbě lipidové vrstvy nedochází. U zdravého oka bez kontaktní čočky dochází k rozpadu SF mezi 15 - 30 sekundami, avšak u oka s nasazenou tvrdou KČ rozpad nastává po 4 - 6 sekundách a u oka s nasazenou měkkou kontaktní čočkou po 10 sekundách [18].

5.3.2 Změny ve vodné vrstvě během nošení kontaktních čoček

Ve vodné složce SF je dána jasná koncentrace elektrolytů, enzymů, proteinů a metabolitů. Koncentrace těchto látek je ovlivněna osmolaritou. Osmolarita je snížena po nasazení KČ z důvodu vzniku reflexního slzení. Osmolarita se znovu zvýší, pokud se SF nadměrně odpařuje. Hyperosmolarita je známkou suchého oka, ale byla také pozorována u nositelů KČ. Vyšetření osmolarity je velice obtížné bez speciálního vybavení. Mezi vyšetřovací metody SF patří tear ferning test, který přináší výsledky, které jsou obdobné u nositelů KČ a u pacientů majících SSO, ať mají symptomy SSO či je jim nošení KČ komfortní [18].

5.3.3 Změny v mucinové vrstvě během nošení kontaktních čoček

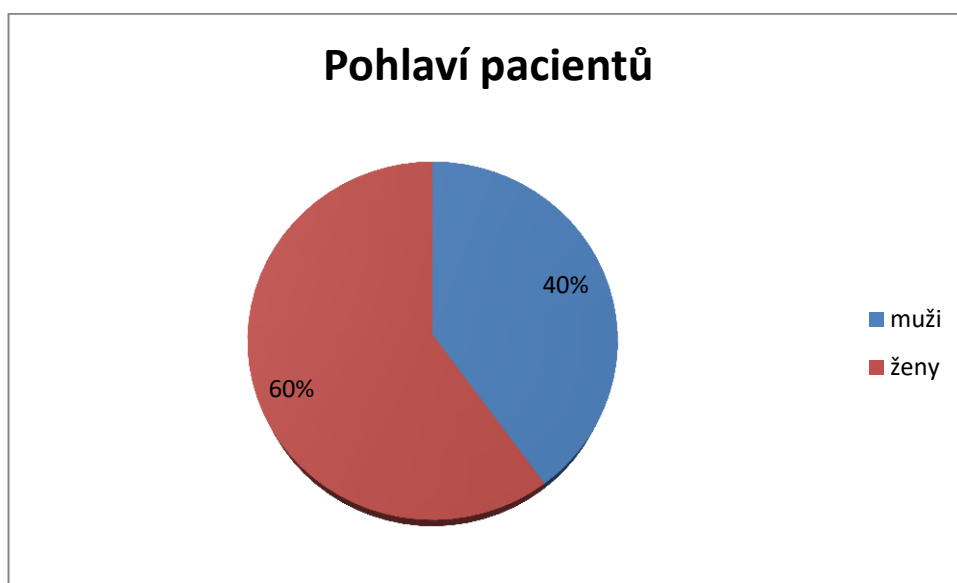
Byly také pozorovány změny v mucinové vrstvě SF a to snížení její koncentrace. Dále byl snížen počet nepohárkových buněk epitelu. Buňky pohárkové nacházíme ve stejném počtu, ale dochází ke změně produkovaného sekretu. V sekretu produkovaném pohárkovými buňkami nalézáme více glykosidických pozůstatků. Důsledkem je nestabilita SF a usazování depozit na KČ [18].

6 Experimentální část

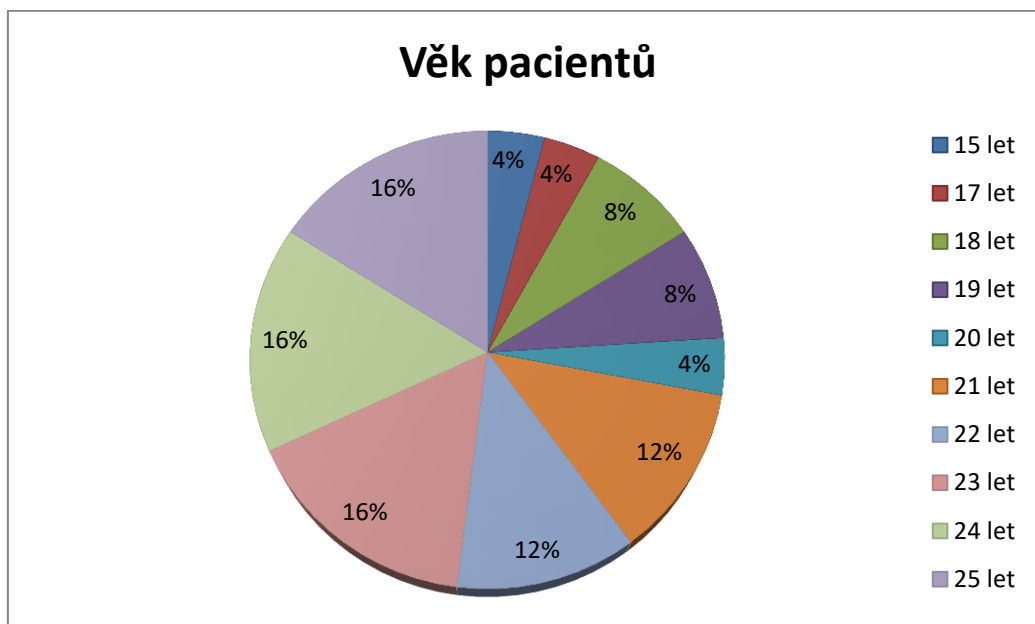
Experimentální část práce se zaměřuje na porovnání výsledků ze strukturovaných dotazníků OSDI a McMonnies s naměřenými výsledky diagnostických metod BUT, NiBUT a Schirmerova testu.

6.1 Charakteristika souboru pacientů

Soubor pacientů je složen z náhodně vybraných 25 osob, které jsou ve věkovém rozmezí 15 – 25 let. 40 % souboru pacientů je tvořeno muži a 60 % souboru pacientů je tvořeno ženami (Obrázek 6). Věk pacientů a jeho procentuální zastoupení znázorňuje Obrázek 7. Průměrný věk pacientů je $21,72 \pm 2,72$. Pacienti byli dotázáni kolik hodin denně používají digitální zařízení, průměrná hodnota byla $8,08 \pm 3,6$ hodin.



Obrázek 6: Procentuální rozložení pohlaví pacientů.



Obrázek 7: Graf znázorňující procentuální rozložení věku pacientů.

6.2 Metodika

Naměřená data byla získána od 25 pacientů, konkrétně 15 žen a 10 mužů, ve věkovém rozmezí 15 – 25 let. Analýza slzného filmu byla provedena v Optice Anděl, která se nachází na Praze 5, v průběhu jara 2018. Získaná data jsou zaznamenána v příloze C.

Nejdříve byla pacientům odebrána oční a osobní anamnéza a poté byli požádáni o vyplnění dotazníků, které slouží k detekci suchého oka. Konkrétně byly vybrány OSDI a McMonnies. Dotazníky byly vyplněny v elektronické podobě v českém jazyce.

Anamnestický dotazník se skládal ze základních otázek, zaměřujících se na korekci, nošení kontaktních čoček, užívání roztoků ke kontaktním čočkám, užívání medikací, symptomy a diagnostikovaná onemocnění. Dále zjišťoval, kolik hodin pacienti tráví u digitálních zařízení, zda používají více digitálních zařízení najednou a jaké je jejich pracovní prostředí.

Pacienti byli seznámeni s vyšetřovacími metodami a průběhem testování a dotázáni zda netrpí alergií na fluorescein. Štěrbínová lampa byla nastavena tak, aby byl pacient pohodlně usazen a vyšetření mohla být správně provedena. Nejdříve byl přední segment oka zkontrolován na štěrbinové lampě a všechny patologie byly zaznamenány. Poté byl proveden NiBUT za použití štěrbinové lampy a přístroje EasyTear. Neinvazivní vyšetření kvality

slzného filmu bylo provedeno dle popsaného postupu v kapitole 4.4.2. V dalším kroku byla vyšetřena kvantita slzného filmu za užití Schirmerova testu I. Postup vyšetření, dle kterého bylo postupováno je popsán v kapitole 4.3.3. K určení kvantity SF byl užit sterilní filtrační proužek I-DEW Tearstrips, Schirmer Tear Test Strips. Poslední vyšetřovací metodou byl BUT, který určuje kvalitu slzného filmu. Vyšetření bylo provedeno na štěrbinové lampě s předsazeným kobaltovým a žlutým filtrem. Postup měření je uveden v kapitole 4.4.1. K této vyšetřovací metodě byly využity sterilní impregnované proužky s vysokomolekulárním fluoresceinem typu I-DEW FLO, Fluorescein Sodium Ophthalmic Strip U.S.P. Roztok Biotrue od firmy Bausch&Lomb byl aplikován na sterilní impregnovaný proužek s vysokomolekulárním fluoresceinem k jeho zvlhčení. Získané hodnoty byly zpracovány statistickou metodou a porovnány s výsledky jiných studií.

7 Analýza dat

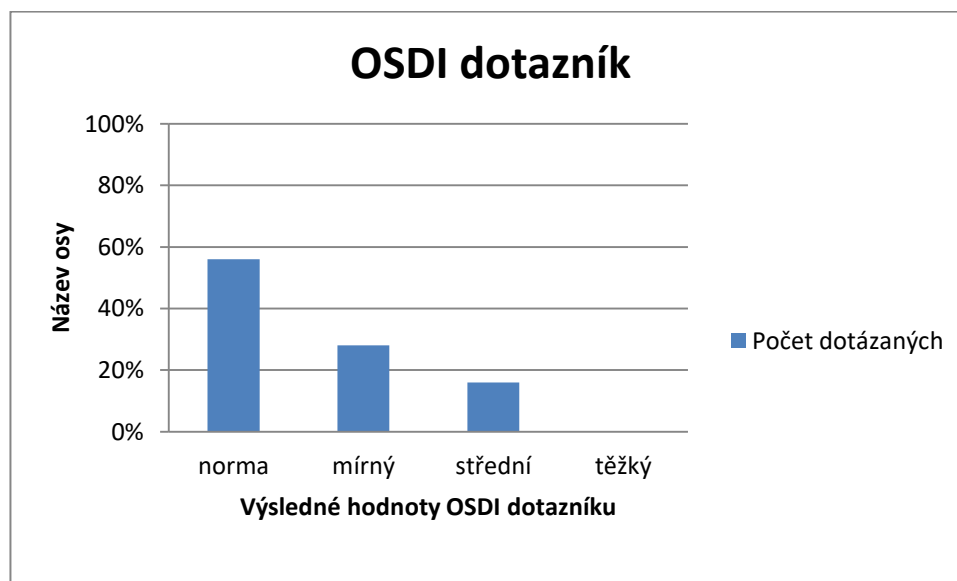
7.1 Stanovení 1. Hypotézy

H1: Korelace dotazníků na screening syndromu suchého oka OSDI a McMonnies a objektivních testů na vyšetření slzného filmu.

7.1.1 Analýza dat 1. Hypotézy

Vyhodnocení dotazníku OSDI

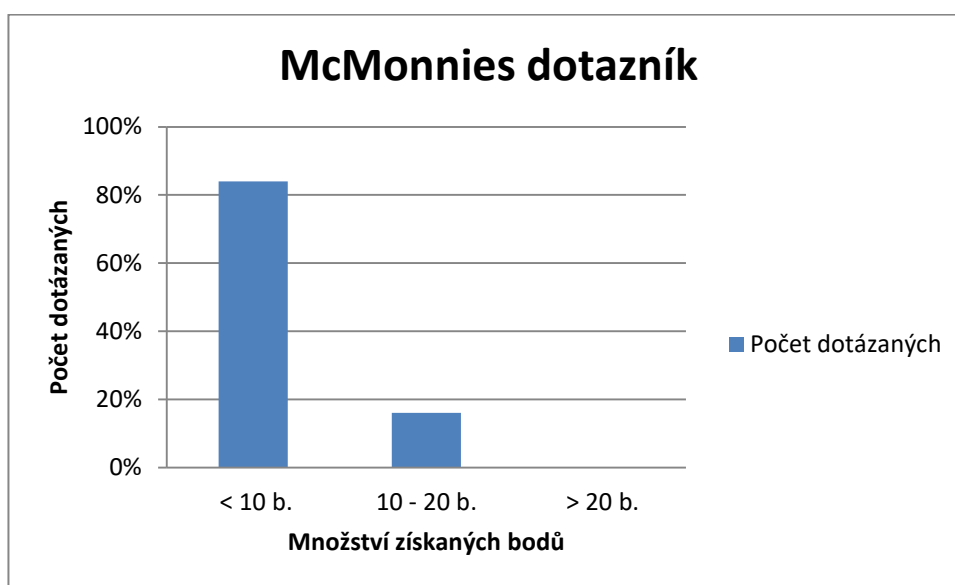
Obrázek 8 nám ukazuje rozdělení výsledků dotazníků, které můžeme hodnotit jako normální, mírné, střední a těžké. Pacientů s normálními hodnotami OSDI bylo 56 %, pacientů s mírnými hodnotami OSDI 28 % a pacientů se střední hodnotou OSDI 16 %. Těžké nálezy SSO nebyly v tomto souboru pacientů vyhodnoceny.



Obrázek 8: Graf udávající vyhodnocené výsledky OSDI dotazníku.

Vyhodnocení dotazníku McMonnies

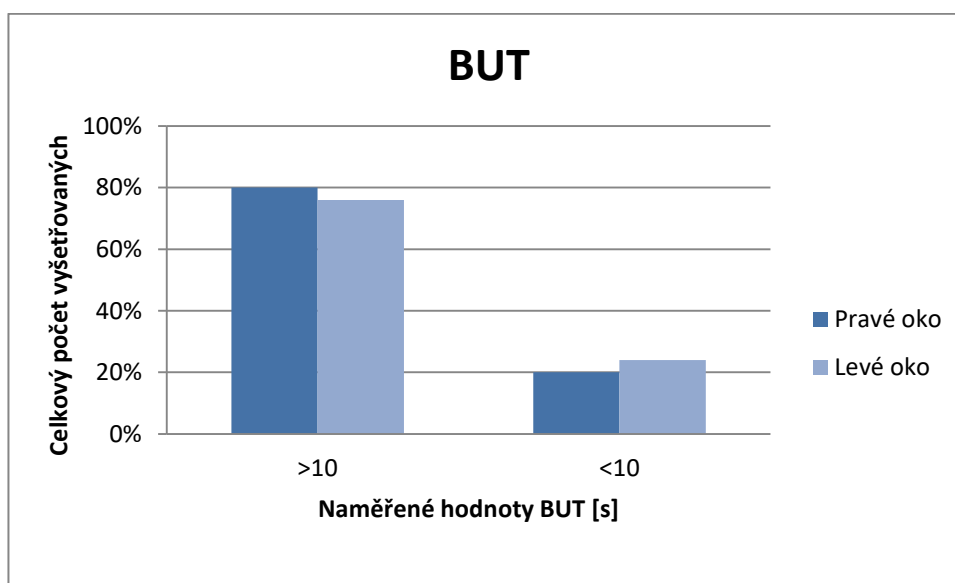
Na Obrázek 9 je zobrazen celkový přehled bodů získaných z dotazníků a rozdělení výsledků na následující možnosti: výsledky normální, které jsou nižší než 10 bodů a byly vyhodnoceny u 84 % pacientů, dále na výsledky hraniční, které jsou v rozmezí 10 - 20 bodů a byly vyhodnoceny u 16 % pacientů a výsledky potvrzující SSO, které nám udává hodnota vyšší než 20 bodů a žádného z pacientů nebyly tyto hodnoty získány.



Obrázek 9: Graf udávající vyhodnocené výsledky McMonnies dotazníku.

Vyhodnocení dat vyšetřovací metody BUT

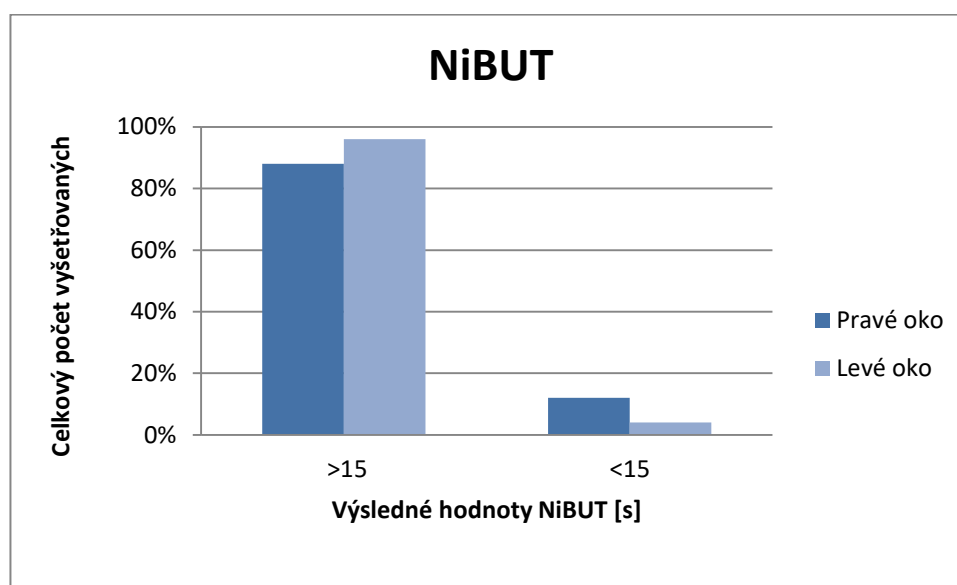
Naměřené výsledky hodnotíme pro každé oko zvlášť (Obrázek 10) a to na hodnoty vyšší než 10 sekund a hodnoty nižší než 10 sekund, kdy hodnoty pod 10 sekund považujeme za ukazatel nižší kvality SF. U 80 % pravých očí pacientů byla naměřena hodnota vyšší než 10 sekund a u 20 % pravých očí pacientů hodnota nižší než 10 sekund. U 76 % levých očí byla naměřena hodnota vyšší než 10 sekund a u 24 % levých očí pacientů byla naměřena hodnota nižší než 10 sekund.



Obrázek 10: Graf udávající naměřené a vyhodnocené hodnoty u vyšetřovací metody BUT.

Vyhodnocení dat vyšetřovací metody NiBUT

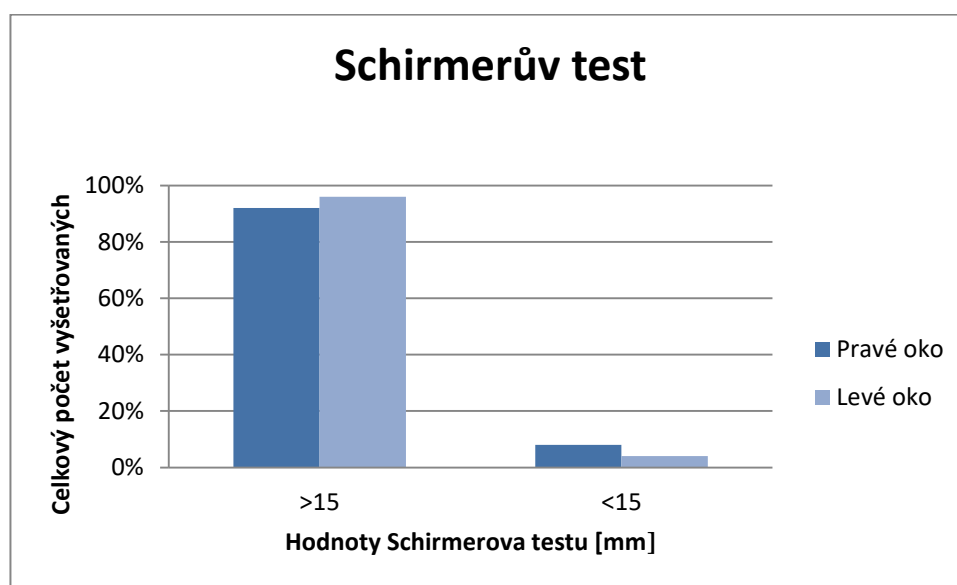
Naměřené hodnoty byly rozdělené na vyšší než 15 sekund a nižší než 15 sekund (Obrázek 11), hodnoty pod 15 sekund nám poukazují na nestabilitu slzného filmu. U pravého oka pacientů bylo naměřeno 88 % hodnot vyšších než 15 sekund a 12 % hodnot nižších než 15 sekund. U levého oka bylo naměřeno 96% hodnot vyšších než 15 sekund a 4 % hodnot nižších než 15 sekund.



Obrázek 11: Graf udávající naměřené a vyhodnocené hodnoty u vyšetřovací metody NiBUT.

Vyhodnocení Schirmerova testu

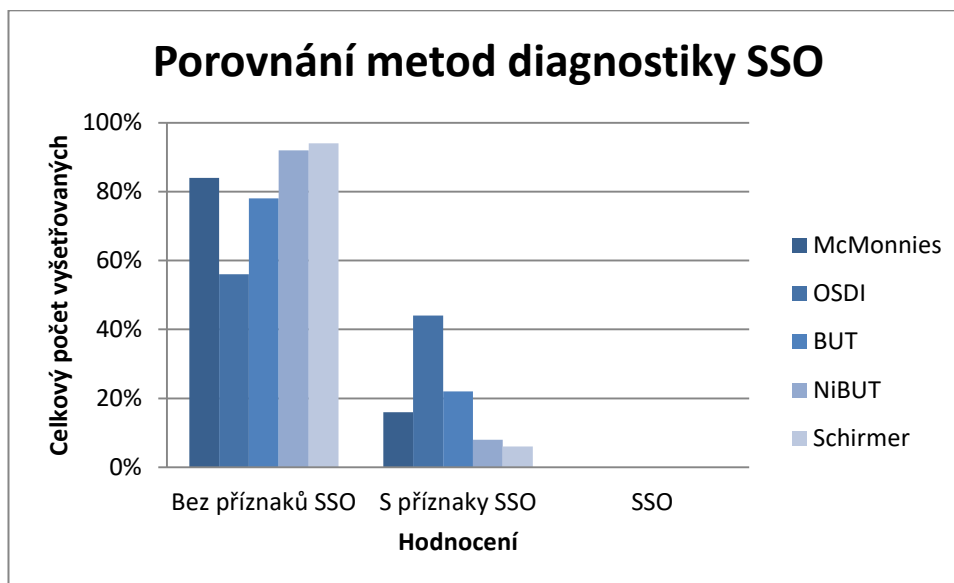
Hraniční hodnotou Schirmerova testu pro diagnostiku SSO je 15 mm. Hodnoty zobrazené na následujícím grafu (Obrázek 12) jsou rozděleny na hodnoty vyšší než 15 mm a hodnoty nižší než 15 mm. U pravého oka byly naměřeny hodnoty vyšší než 15 mm u 92 % pacientů a nižší než 15 mm u 8 % pacientů. U levého oka byly naměřeny hodnoty vyšší než 15 mm u 96 % pacientů a hodnota nižší než 15 mm u 4 % pacientů.



Obrázek 12: Graf udávající naměřené a vyhodnocené hodnoty u Schirmerova testu.

Srovnání výsledných hodnot subjektivních a objektivních metod pro diagnostiku SSO

Výsledné porovnání naměřených hodnot subjektivních a objektivních metod pro diagnostiku syndromu suchého oka (Obrázek 13).



Obrázek 13: Výsledný graf porovnávající výsledky všech užitých metod.

7.1.2 Diskuze

V dnešní době se čím dál častěji setkáváme s pacienty, kteří pociťují diskomfort očí během dne a nemusí tomu tak být pouze u nositelů kontaktních čoček. Cílem této práce bylo zjištění korelace mezi dotazníky OSDI a McMonnies a vyšetřovacími metodami určujícími kvalitu a kvantitu slzného filmu u věkové kategorie 15 – 25 let, zda se i v této věkové kategorii můžeme setkat s výskytem syndromu suchého oka. Obecně známým faktem je, že syndrom suchého oka je onemocnění postihující spíše osoby vyššího věku, avšak v dnešní době začínají symptomy suchého oka pociťovat i mladší generace. Příčinou syndromu suchého oka mohou být onemocnění systémová, zánětlivá, hormonální, dále také farmaka, která užíváme a prostředí ve kterém se pohybujeme, již je často zaznamenáno jako prostředí klimatizované, přetopené a prašné.

Soubor dat byl sbírán a měřen na 25 pacientech a každé oko bylo vyhodnocováno samostatně. Tento soubor 50 očí není obsáhlý, ale sledávám jeho hodnotu dostatečnou pro zhodnocení korelace mezi subjektivními a objektivními metodami.

Potvrzení Hypotézy 1 nám udává Obrázek 13, kde můžeme pozorovat procentuální porovnání vyhodnocení jednotlivých metod, které byly užity v experimentální části. Dotazník McMonnies společně s diagnostickou metodou NiBUT a Schirmerovým testem dosáhly hodnot vyšších než 80 %, které poukazují, že pacienti z námi vybraného náhodného vzorku netrpí syndromem suchého oka. Vyšetřovací metoda BUT dosáhla hodnoty 78 % a korelace se zbylými metodami je slabší, ale stále dostačující. Pouze dotazník OSDI je svými výsledky velmi odlišný od zbytku diagnostických metod. Normální výsledky nám vyšly pouze u 56 % pacientů, mírné obtíže u 28 % pacientů a střední obtíže u 16 % pacientů. Nízké procentuální zastoupení normálních výsledků u dotazníku OSDI, by mohl být následek malého rozsahu pro normální výsledky v hodnocení tohoto dotazníku. Obdobné výsledky jsou uvedeny ve studii “Rasch analysis of three dry eye questionnaires and correlates with objective clinical tests.“ z dubna roku 2017, kdy byla zjištěna slabá korelace mezi dotazníkem OSDI a BUT, Schirmerovým testem a barvením rohovky fluoresceinem. Slabá korelace mezi McMonnies dotazníkem a BUT, Schirmerovým testem a barvením rohovky fluoresceinem byla také zjištěna. Dále můžeme naše výsledky porovnat s výsledky bakalářské práce Bc. Anety Liškové, která ve své práci taktéž potvrdila korelaci mezi dotazníkem OSDI a McMonnies a diagnostickou metodou BUT. [32, 33]

7.2 Stanovení 2. Hypotézy

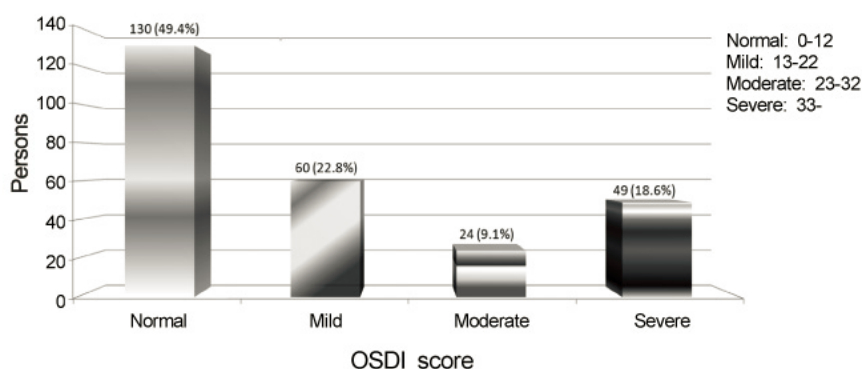
H2: Vliv věku na kvalitu a kvantitu slzného filmu.

7.2.1 Diskuze

Hypotéza 2, vliv věku na kvalitu a kvantitu slzného filmu nebyla potvrzena, jelikož z námi naměřených hodnot lze pozorovat, že pacienti ve věkové kategorii 15 – 25 let, netrpí syndromem suchého oka, pouze u některých pacientů byly zjištěny mírné příznaky syndromu suchého oka, které jsou zřejmě způsobeny vlivem použití digitálních zařízení ve větší míře u vyšetřované skupiny studentů. U dotazníku McMonnies byly tyto mírné příznaky zjištěny u 16 % pacientů. U dotazníku OSDI byly mírné příznaky zjištěny u 28 % pacientů a střední

příznaky u 16 % pacientů. U kvantity slzného filmu byly tyto příznaky v rozmezí 4 – 12 % a u kvality slzného filmu byly tyto hodnoty zjištěny u 20 - 24 % pacientů, získané a porovnané hodnoty můžeme vidět na Obrázek 13 v kapitole 7.2. Avšak musíme brát v úvahu, že námi naměřené hodnoty nevylučují, že by pacienti v této věkové kategorii nemohli trpět obtížemi, které však syndrom suchého oka nepotvrzují.

Námi získané hodnoty dotazníků OSDI ve věkové kategorii 15 – 25 let můžeme porovnat se studií z dubna roku 2012 “Prevalence of Dry Eye Disease among University students“, kde byl dotazník aplikován na vysoko školské studenty v Jižní Koreji. Normální výsledky byly zjištěny u 49,4 % studentů, výsledky mírné u 22,8 % studentů, střední výsledky u 9,1 % studentů a výsledky těžké u 18,6 % studentů (Obrázek 14). V námi prováděné studii se objevuje více studentů s mírnými a středními obtížemi, avšak žádný student s těžkými obtížemi. [34]



Obrázek 14: Výsledky dotazníku OSDI mezi Korejskými studenty [34].

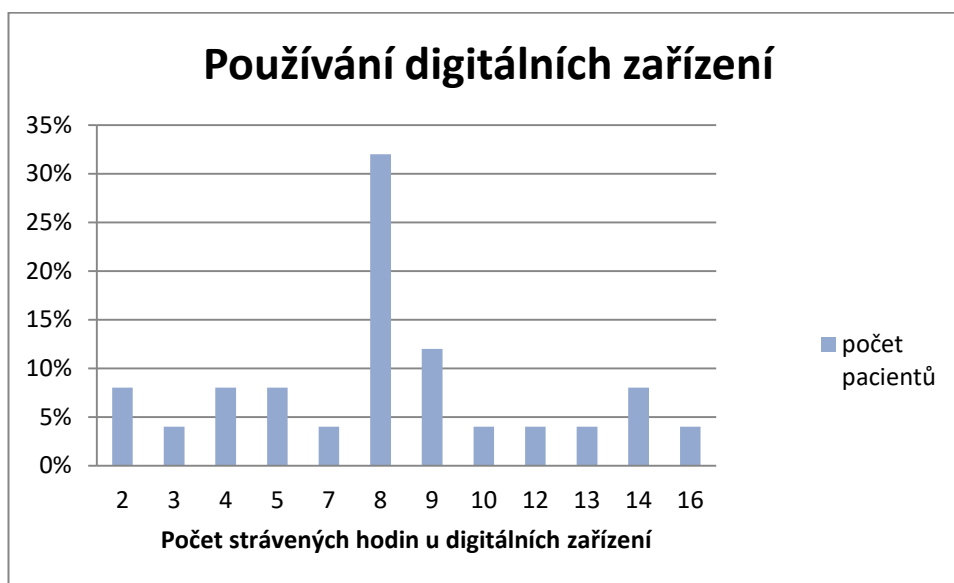
Nesmíme však opomenout, že naměřené hodnoty byly zatíženy chybou měření, možností, že některé dotazníkové otázky nebyly přesně pochopeny a pro pacienty bylo těžké jejich ohodnocení či zodpovězení, dále musíme zvážit obtížnost některých vyšetření, například vydržet nemrkat u metody NiBUT bylo pro většinu pacientů velmi obtížné a měření bylo prováděno na více pokusů. Schirmerův test byl pro pacienty velmi nepříjemný a většinou vyvolal silné reflexní slzení. Přes všechny tyto aspekty bych považovala naměřené hodnoty za velmi dobré a přínosné.

7.3 Stanovení 3. Hypotézy

H3: Korelace mezi digitální únavou a získanými hodnotami

7.3.1 Analýza dat k 3. Hypotéze

V anamnestickém dotazníku, byli pacienti tázáni kolik hodin denně tráví u digitálních zařízení. Na Obrázek 15 můžeme vidět, 32 % pacientů tráví denně u digitálních zařízení 8 hodin, 12 % pacientů 9 hodin, 8 % pacientů 14 hodin a 4 % pacientů až 16 hodin denně 2 - 7 hodin denně tráví u digitálních zařízení 32 % pacientů.



Obrázek 15: Procentuální rozdělení pacientů dle hodin strávených u digitálních zařízení.

7.4 Diskuze

V dnešní době jsou digitální zařízení běžnou součástí našeho osobního i pracovního života. Věková kategorie 15 – 25 let se skládá především ze studentů či nedávno dostudovaných jedinců. Tato generace je pod vlivem digitálních zařízení, které ovlivňují její každodenní život, proto všechny tyto aspekty mohou mít vliv na kvalitu či kvantitu slzného filmu, aniž by byl diagnostikován syndrom suchého oka. V dotazníku McMonnies uvedlo 92 % pacientů, že trpí alespoň jedním z těchto očních symptomů: bolestivost, pálení, škrábání, suchost očí nebo pocitem písku v očích. V dotazníku OSDI odpovědělo 20 % pacientů, že těmito symptomy při užívání počítače trpí občas a 8 % pacientů uvedlo, že je tyto symptomy během používání počítače trápí více než polovinu času.

Námi zjištěné hodnoty můžeme porovnat se studií “ Computer vision syndrome: a study of knowledge and practices in university students.“, která byla v roce 2013 v Malajsii prováděna mezi studenty věkové kategorie 18 – 25 let. Tato studie se zaměřovala na syndrom počítačového vidění a symptomy s ním spojené. 90 % studentů pociťovalo některý ze symptomů syndromu počítačového vidění a z toho 16,4 % studentů uvádělo namáhání očí jako nejhorší symptom tohoto syndromu. Zvýšený výskyt symptomů byl u studentů, kteří používali počítač více než 2 hodiny denně [35].

8 Závěr

Tato bakalářská práce shrnuje poznatky o slzném filmu, metodách jeho vyhodnocení - pomocí přístrojů a testů, taktéž o syndromu suchého oka. Odbornou povinností každého optometristy je tuto problematiku znát, jelikož se dotýká čím dál tím větší skupiny klientů. Syndrom suchého oka ovlivňuje kvalitu vyšetření refrakční vady i spokojenost klienta s nošením kontaktních čoček.

Prekorneální slzný film má důležitou optickou funkci. Nestabilita slzného filmu a nepravidelnosti povrchu rohovky způsobují desikaci epitelu a ve výsledku změny v optické kvalitě. Většina klientů se syndromem suchého oka má zrakovou ostrost v normálních hodnotách, přesto si mohou stěžovat na sníženou kvalitu vidění díky nestabilitě slzného filmu způsobenou aberacemi vyšších řádů.

Prevalence syndromu suchého oka založená na klinických testech (stabilitě slzného filmu, produkci slz, barvicích se defektech oka) nekorresponduje se subjektivně diagnostikovaným syndromem suchého oka na základě symptomů klienta [zdroj: TFOS DEWS II Epidemiology Report, dostupné z http://www.tfosdewsreport.org/report-epidemiology_report/71_36/en/]. To ostatně dokazují v praktické části mé bakalářské práce (viz. kapitola 7.1). Nesoulad mezi nálezem a symptomy se dá vysvětlit různorodostí syndromu suchého oka a jeho nejednotnou standardizací, stejně tak i nedostatečně definovanými hodnotami klinických testů.

Většina studií popisuje výskyt suchého oka se zvyšujícím se věkem klientů. Diagnóza suchého oka se zvyšuje v kategorii klientů nad 50 let. V mnou vyšetřovaném souboru studentů ve věku 15-25 let se závažnější syndrom suchého oka taktéž neobjevil (viz. kapitola 7.2).

Výskyt suchého oka je vyšší u žen než mužů.

U nositelů kontaktních čoček (časté nošení) byla nalezena větší dispozice k suchosti oka oproti nenositelům kontaktních čoček a výskyt suchosti oka se snižoval s nošením jednorázových kontaktních čoček a po úplném vysazení kontaktních čoček.

Asijská etnicita je taktéž četným faktorem pro vznik suchého oka.

Četné studie zaznamenávají vyšší výskyt symptomů suchého oka u klientů pracujících s digitálními zařízeními, převážně u mladých dospělých. Vědci se domnívají, že během používání displejů digitálních zařízení, se snižuje frekvence mrkání a nekompletní mrkání ovlivňuje zvýšenou evaporaci slzného filmu. V souboru studentů (viz. kapitola 7.3.1) jsem zjistila, že student ve věkové kategorii 15- 25 let tráví u digitálních zařízení průměrně 8,08 hodin. To vše může vést k nestabilitě slzného filmu, poškození epitelu a symptomům suchého oka. Použití displejů se všeobecně rozšířilo napříč celou populací, zvláště mezi dětmi (počítače, tablety, mobily). V této kategorii populace vznikají nové výzkumy podchycující vliv těchto zařízení na slzný film dětí.

Vliv suchého oka na vidění, na kvalitu života, na sníženou produktivitu práce, na psychickou a fyzickou bolest je značný [36].

Seznam použité literatury

- [1] KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [2] ČIHÁK, Radomír. Anatomie. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [3] HORNOVÁ, Jara. Oční propedeutika. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-802-4740-874.
- [4] ROZSÍVAL, Pavel. Oční lékařství. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-726-2404-0.
- [5] KOLÍN, Jan. Oftalmologie praktického lékaře. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-706-6861-X.
- [6] JAVADI, Mohammad-Ali a Feizi SEPEHR. Dry eye syndrom. Journal of Ophthalmic & Vision Research [online]. 2011, 6(3), 192-198 [cit. 2017-12-09]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- [7] KONRÁDOVÁ, Václava a Jiří UHLÍK. Funkční histologie. 2. vyd. Jinočany: H&H, 2000. ISBN 80-860-2280-3.
- [8] KVAPILÍKOVÁ, Květa. Anatomie a embryologie oka. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-701-3313-9.
- [9] Dostupné z: [https://www.clspectrum.com/supplements/2010/april-2010/special-edition-2010/font-color-000000-special-edition-2010-font-\(14\)](https://www.clspectrum.com/supplements/2010/april-2010/special-edition-2010/font-color-000000-special-edition-2010-font-(14))
- [10] THE VISION CARE INSTITUTE: Vyšetření slzného filmu. [online], 2012, [cit. 2017-12-17] Dostupné z: http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/Vysetreni_slzneho_filmu.pdf
- [11] CRAIG, J. P., BAUSCH & LOMB. Dry Eye Part 1: Contemporary Clinical Evaluation. Bausch & Lomb Academy of vision care, 2009. Dostupné z: <http://www.academyofvisioncare.com/files/documents/Dry%20Eye%20Article%20-%20New%20Academy%20Layout.pdf>
- [12] CENDELÍN, J. aj. Nadstavbový kurz školení kontaktologů, Slzný film, Česká kontaktologická společnost, Praha 2004, s. 2 – 8.
- [13] NOVÁKOVÁ, M. Suché oko, Česká oční optika, 2012, roč. 53, č. 3, s. 14 – 15, č. 4, s. 12 - 13.

- [14] VASHISHT, S. a S. SINGH. Evaluation of Phenol Red Thread test versus Schirmer test in dry eyes: A comparative study. *International Journal of Applied and Basic Medical Research* [online]. 2011, vol. 1, Issue 1, s. 40- [cit. 2017-12-14]. DOI: 10.4103/2229-516X.81979. Dostupné z: <http://www.ijabmr.org/text.asp?2011/1/1/40/81979>
- [15] SCHEUER, C. Hyaluronan in Human Tears Before and After Exposure to Contact Lens Solutions. *Australian Optometry*, 2013
- [16] BOUDOVÁ, K. Suchost očí – nekonečný problém, *Kontaktologické listy*, 2012, č. 2, s. 10 – 11.
- [17] BLÜMLE, S.: Blepharitis – Nummer eins der Augenerkrankungen, Teil-1, *DOZ* 3/2011, s. 66-70. Teil-2, *DOZ* 4/2011, s. 63-66.
- [18] NATHAN, E.: *Contact lens practice*, ed. 2, Butterworth-Heinemann, 2010, ISBN 9780750688697
- [19] WILIAM J. B.: *Borish's Clinical Refraction*, ed. 2, Elsevier, 2006, ISBN 978-0750675246
- [20] ANDERSON, J.S., DAVIES, A.P., KRUSE, A., LOFTSTROM, T., RINGMANN, L.R., *A Handbook of contact lens management*, ed. 2, Johnson & Johnson Vision Care & Synoptik, 2006, Jorgen SA, Ian PD, Allan K, Tom L, Lene R.A s.
- [21] PURSLOW, Christine. The interaction between contact lenses and the tear film. *Optometry today*. 2010, 4(50), 36-41. ISSN 0268-5485.
- [22] BENEŠ, P. a ŠIDLOVÁ, J. *Stručný průvodce dysfunkcí Meibomských žlázek, Česká oční optika*, 2010, roč. 51, č. 4, s. 28 – 29.
- [23] SYNEK, S. *Kontaktní čočky: Učební texty pro studium optometrie*. Brno: Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, 2009, s. 23 – 28.
- [24] LIRA, M., OLIVEIRA, M. E. C. R. and FRANCO, S., Comparison of the tear film clinical parameters at two different times of the day. *Clinical and Experimental Optometry*, 2011, s. 557–562. doi:10.1111/j.1444-0938.2011.00647.x
- [25] THE VISION CARE INSTITUTE: Educational moment - LIPCOF [online]. [cit.2017-12-14], Dostupné z: http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/pdf/TVCI_Educational_moment_LIPCOF_CZ_0.pdf
- [26] EASYTEARview: Easytearview – new tearschope [online]. [cit. 2017-12-14] Dostupné z: http://www.easytearviewplus.com/en/easytearview_new_tearschope/

- [27] SCHIFFMAN, RM., CHRISTIANSON, MD., JACOBSEN, G., HIRSCH, JD. a REIS, BL. Reliability and validity of the Ocular Surface Disease Index. *Arch Ophthalmol.* 2000, 118:615-621.
- [28] GOTHWAL, V. K., PSEUDOVS, K., WRIGHT, T. A., MCMONNIES Ch. W.; McMonnies Questionnaire: Enhancing Screening for Dry Eye Syndromes with Rasch Analysis. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2010,51(3):1401-1407. doi: 10.1167/iovs.09-4180.
- [29] KORB, D. a kol.: The tear film, structure, function and clinical examination. Oxford: Butterworth_Heinemann, 2000. ISBN 07-506-4196-7.
- [30] VRBA, J., BOUDOVÁ, K.: Interakce kontaktní čočka oko - výukový materiál ke vzdělávacímu kurzu, The Vision Care Institut of Johnson & Johnson s.r.o., Praha 2013.
- [31] TFOS: The Definition & Classification of Dry Eye Disease [online], [cit. 2018-1-5] Dostupné z: <http://www.tearfilm.org/pdfs/OM%20%20Definition%20%26%20Classification.pdf>
- [32] MCALINDEN, C., GAO, R., WANG, Q., ZHU, S., YANG, J., YU, A., BRON, AJ., HUANG, J.: Rasch analysis of three dry eye questionnaires and correlates with objective clinical tests [online]. [cit. 2018-5-8]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28179131>
- [33] LIŠKOVÁ, A.: Dotazníky pro detekci suchého oka a jejich korelace s hodnotami BUT, 2014
- [34] Yun CM, Kang SY, Kim HM, Song JS. Prevalence of Dry Eye Disease among University Students. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2012 Apr;53(4):505-509. <https://doi.org/10.3341/jkos.2012.53.4.505>
- [35] REDDY, S., Chandrasekhara a kol.: Computer vision syndrome: a study of knowledge and practices in university students. *Nepalese Journal of Ophthalmology*, 161-168, 2013. ISSN 2091-0320. [cit. 2018-1-5] Dostupné z: <https://www.nepjol.info/index.php/NEPJOPH/article/view/8707>.
- [36] STAPLETON, f., a kol.: TFOS DEWS II Epidemiology Report, The Ocular Surface Journal [online], 2017, [cit. 2018-15-5] Dostupné z: http://www.tfosdewsreport.org/report-epidemiology_report/71_36/en/

Seznam použitých zkratk

SF – Slzný film

SSO – syndrom suchého oka

KČ – Kontaktní čočky

BUT – break up time

NiBUT – non invazive break up time

MGD – Dysfunkce meibomských žlázek

LIPCOF – Lid Parallel Conjunctival Folds

OSDI – Ocular Surface Disease Index

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schématický nákres vrstev rohovky	3
Obrázek 2: Schématický nákres slzného ústrojí	7
Obrázek 3: Užití Schirmerova testu.	21
Obrázek 4: Použití fenolového vlákna.	22
Obrázek 5: Easytear připevněný ke štěrbinové lampě	24
Obrázek 6: Procentuální rozložení pohlaví pacientů.	27
Obrázek 7: Graf znázorňující procentuální rozložení věku pacientů.	28
Obrázek 8: Graf udávající vyhodnocené výsledky OSDI dotazníku.	30
Obrázek 9: Graf udávající vyhodnocené výsledky McMonnies dotazníku.	31
Obrázek 10: Graf udávající naměřené a vyhodnocené hodnoty u metody BUT.	32
Obrázek 11: Graf udávající naměřené a vyhodnocené hodnoty u metody NiBUT.	33
Obrázek 12: Graf udávající naměřené a vyhodnocené hodnoty u Schirmerova testu. ...	34
Obrázek 13: Výsledný graf porovnávací výsledky všech užitých metod.	35
Obrázek 14: Výsledky dotazníku OSDI mezi Korejskými studenty	37
Obrázek 15: Procent. rozdělení pacientů dle hodin strávených u digitálních zařízení. ...	38

Příloha A: OSDI dotazník

Prosím zakroužkujte odpovědi, které nejvíce vystihují Váš stav. Pokud nelze aplikovat na Váš stav, zaškrtněte N/A (např. neřídíte automobil).

Zažily jste během posledního týdne některou z následujících obtíží?	Po celou dobu	Většinu času	Polovinu času	občas	nikdy	
1. Vaše oči jsou citlivé na světlo?	4	3	2	1	0	
2. Pocit písku v očích?	4	3	2	1	0	
3. Bolest očí?	4	3	2	1	0	
4. Neostré vidění?	4	3	2	1	0	
5. Špatné vidění?	4	3	2	1	0	
Mezisoučet odpovědí 1 - 5						(A)

Zaznamenali jste potíže v těchto činnostech, během minulého týdne?	Po celou dobu	Většinu času	Polovinu času	občas	nikdy	Nelze aplikovat N/A
6. Čtení?	4	3	2	1	0	N/A
7. Řízení automobilu v noci?	4	3	2	1	0	N/A
9. Práce s počítačem?	4	3	2	1	0	N/A
10. Sledování televize?	4	3	2	1	0	N/A
Mezisoučet odpovědí 6 - 9						(B)

Cítily se Vaše oči nepohodlně v některé z následujících situací během minulého týdne?	Po celou dobu	Většinu času	Polovinu času	občas	nikdy	Nelze aplikovat N/A
10. Větrné podmínky?	4	3	2	1	0	N/A
11. Místa nebo oblasti s nízkou vlhkostí (velmi suché)?	4	3	2	1	0	N/A
12. Prostory s klimatizací?	4	3	2	1	0	N/A
Mezisoučet odpovědí 10 - 12						(C)

Sečtěte mezisoučty A, B, C (D = součet bodů všech zodpovězených otázek)	(D)
Sečtěte počet zodpovězených otázek (Nezahrnujte otázky s odpovědí N/A)	(E)

Prosím otočte dotazník a spočítejte pacientovo OSDI skóre [27].

Příloha B: McMonnies dotazník

Prosím odpovězte na následující otázky potržením odpovědi, které jsou vám nejbližší [28].

Žena / Muž

Méně než 25 let ^(Ž0,M0) / 25 – 45 let ^(Ž2,M0) / Více než 45 let ^(Ž6,M3)

Nyní používám:

Žádné kontaktní čočky / tvrdé kontaktní čočky / měkké kontaktní čočky

1. Měl/a jste někdy předepsané kapky nebo jinou léčbu suchého oka?

Ano ² / Ne ⁰ / Nevím ⁰

2. Zažíváte některý z následujících očních symptomů? (*prosím podtrhněte, ten který platí pro vás*)

- a. Bolestivost
- b. Pocit cizího tělíska v oku
- c. Pocit suchosti očí
- d. Pocit řezání v oku
- e. Pálení očí

3. Jak často mají vaše oči tyto symptomy? (*Podtrhněte*)

Nikdy ⁰ / Někdy ¹ / Často ³ / Pořád ⁶

4. Jsou vaše oči neobvykle citlivé na cigaretový kouř, smog, klimatizaci nebo centrální vytápění?

Ano ² / Ne ⁰ / Někdy ¹

5. Zčervenají vaše oči při plavání hodně a jsou podrážděné?

Nepříslušné ⁰ / Ano ² / Ne ⁰ / Občas ¹

6. Jsou Vaše oči suché a podrážděné druhý den po požití alkoholu?

Nepříslušné ⁰ / Ano ² / Ne ⁰ / Občas ¹

7. Užíváte (prosím podtrhněte) antihistaminika tablety nebo kapky, diuretika (fluidní tablety), prášky na spaní trankvilizéry, orální antikoncepci, léčbu na vřed dvanáctníku, léčbu zažívacích problémů, léčbu vysokého krevního tlaku, antidepresiva
8. Trpíte artritidou?
Ano² / Ne⁰ / Nevím¹
9. Pociťujete suchost nosu, úst, hrdla, hrudi nebo vagíny?
Nikdy⁰ / Někdy¹ / Často² / Stále⁴
10. Trpíte onemocněním štítné žlázy?
Ano² / Ne⁰ / Nevím¹
11. Jste si vědomi zda spíte s očima částečně otevřenými
Ano² / Ne⁰ / Někdy¹
12. Máte podrážděné oči, když vstanete?
Ano² / Ne⁰ / Někdy¹

Příloha C: Naměřené výsledky

vyšetřovaný	věk	McMonnies			OSDI	
		body	vyhodnocení	KČ	body	vyhodnocení
1	23	9	norma	ano	8,33	norma
2	22	4	norma	ne	14,58	mírné
3	18	5	norma	ne	16,66	mírné
4	24	6	norma	ne	10,42	norma
5	25	10	hraniční	ne	27,10	střední
6	18	5	norma	ne	14,58	norma
7	24	5	norma	ne	31,25	střední
8	25	9	norma	ne	3,66	norma
9	24	7	norma	ne	9,90	norma
10	25	4	norma	ne	10,42	norma
11	21	7	norma	ne	22,72	mírné
12	15	5	norma	ano	16,66	mírné
13	17	2	norma	ne	6,25	norma
14	22	6	norma	ne	20,83	mírné
15	22	7	norma	ne	20,83	mírné
16	19	2	norma	ne	6,25	norma
17	23	13	hraniční	ano	27,10	střední
18	23	4	norma	ano	2,10	norma
19	21	6	norma	ne	12,50	norma
20	21	5	norma	ne	8,33	norma
21	25	2	norma	ne	0,00	norma
22	20	10	Hraniční	ne	13,64	mírné
23	19	11	hraniční	ano	25,00	střední
24	24	7	norma	ne	6,25	norma
25	23	8	norma	ano	8,33	norma

BUT			NiBUT		
výs OP	výs OL	vyhodnocení	výs OP	výs OL	vyhodnocení
10,50	13,40	norma	27,30	28,30	norma
13,40	15,20	norma	28,00	31,10	norma
11,80	11,60	norma	27,10	24,60	norma
9,40	8,90	hraniční	18,00	16,40	norma
12,10	13,00	norma	29,00	29,40	norma
12,90	12,70	norma	27,30	26,80	norma
14,60	16,90	norma	30,40	29,70	norma
13,90	12,90	norma	17,90	18,40	norma
16,00	17,70	norma	31,20	30,50	norma
12,70	13,40	norma	32,00	31,00	norma
13,30	15,30	norma	24,80	26,20	norma
11,80	11,60	norma	25,40	24,40	norma
13,60	12,10	norma	34,40	32,00	norma
13,50	18,40	norma	21,10	33,20	norma
14,20	13,80	norma	28,20	25,30	norma
15,00	9,40	norma/hraniční	27,40	22,00	norma
13,30	13,70	norma	29,30	27,30	norma
6,70	9,20	hraniční	11,20	14,30	norma
11,80	13,10	norma	15,80	17,60	norma
10,70	13,30	norma	22,50	26,40	norma
8,10	9,40	hraniční	15,00	19,20	hraniční/norma
8,00	8,20	hraniční	14,80	17,00	hraniční/norma
8,10	8,60	hraniční	15,40	19,50	norma
16,10	17,20	norma	23,40	32,30	norma
11,10	10,30	norma	20,60	19,30	norma

Schirmer			Počet hodin strávených u digitálních zařízení
výs OP	výs OL	vyhodnocení	
26	21	norma	4
35	35	norma	7
35	35	norma	3
25	23	norma	16
35	35	norma	9
35	35	norma	8
35	34	norma	12
35	35	norma	8
35	35	norma	14
23	26	norma	14
35	30	norma	5
35	35	norma	2
35	35	norma	8
35	35	norma	8
35	35	norma	8
35	23	norma	2
35	35	norma	8
13	15	hraniční	5
35	35	norma	4
30	27	norma	8
7	20	hraniční/norma	13
28	26	norma	9
35	35	norma	8
35	35	norma	10
35	35	norma	9