

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY

MODERNÍ KONSTRUKCE ŠTĚRBINOVÉ LAMPY

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Simona Krbečková

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2016/2017

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

Obsah

1 Úvod.....	5
2 Historický vývoj	6
2.1 Historický vývoj dokumentace vyšetření	10
3 Konstrukce štěrbinové lampy	11
3.1 Osvětlovací systém	11
3.1.1 Jas.....	12
3.1.2 Optická propustnost	13
3.1.3 Světelný zdroj	13
3.2 Zvětšovací soustava pro pozorování.....	13
3.2.1 Zvětšení.....	14
3.2.2 Rozlišení	15
3.2.3 Hloubka pole.....	16
3.2.4 Úhel konvergence	16
3.2.5 Ohnisková vzdálenost.....	16
3.3 Mechanický systém.....	17
3.4 Ostatní systémy.....	17
4 Typy štěrbinových lamp	20
5 Přídavná zařízení a jejich využití.....	22
5.1 Bezkontaktní (optická) pachymetrie.....	22
5.2 Gonioskopie	23
5.2.1 Gonioskopické čočky.....	23
5.3 Nepřímá oftalmoskopie.....	25
5.3.1 Hrubyho čočka	25
5.3.2 Volkova čočka	25
5.3.3 Vyšetření pomocí Hrubyho, či Volkovy čočky	25
5.4 Goldmanova aplanační tonometrie	26

5.5 Dokumentační systémy štěrbinové lampy	28
6 Vyšetření předního segmentu oka – techniky vyšetření	32
6.1 Difúzní osvětlení.....	33
6.2 Přímé osvětlení	33
6.3 Nepřímé osvětlení	35
6.4 Osvětlení s filtry.....	36
7 Využití v optometrické a oftalmologické praxi	38
7.1 Postup při vyšetření na štěrbinové lampě	38
7.1.1 Nastavení zaostření přístroje.....	38
7.1.2 Poloha pacienta	38
7.1.3 Vyšetření pacienta.....	39
7.2 Využití štěrbinové lampy při aplikaci kontaktních čoček	39
7.3 Využití štěrbinové lampy, při diagnostice očních chorob	44
8 Závěr	48
Seznam použité literatury	49
Seznam obrázků.....	53

1 Úvod

Štěrbinová lampa je řazena mezi jeden z nejdůležitějších a poměrně všestranných přístrojů pro objektivní pozorování a vyšetřování oka. Je tak nedílnou součástí každého oftalmologického i optometrického pracoviště.

Štěrbinová lampa je založena na možnostech vyšetření oka, především jeho předního segmentu, pomocí dostatečného zvětšení a speciální pozorovací a osvětlovací soustavy. Je tím myšlena hlavně rohovka, víčka, limbus, spojivka a přední komora. Pozorovat však lze i oční čočku a části sklivce. Při použití přídavných pomocných čoček též duhovko-rohovkový úhel a oční pozadí.

Pomocí přídavných zařízení je umožněno štěrbinovou lampou využívat například i pro měření nitroočního tlaku, či k měření tloušťky rohovky.

Vyšetření štěrbinovou lampou patří mezi základní vyšetřovací postupy každého oftalmologa, při diagnostice očních onemocnění a optometry, zejména při kontaktologických vyšetřovacích postupech. [1]

Cílem této práce je seznámit čtenáře s historií vývoje štěrbinové lampy a dokumentace nálezů provedených vyšetření. Dále pak s konstrukcí štěrbinové lampy a jejími základními typy. Také se věnuje přídavnými zařízeními, které umožňují další vyšetření oka. Následně pak využitím štěrbinové lampy při práci optometry tj. před, během a po aplikaci kontaktních čoček. Stručně popisuje také nejčastěji vyšetřované patologie oka, při práci oftalmologa.

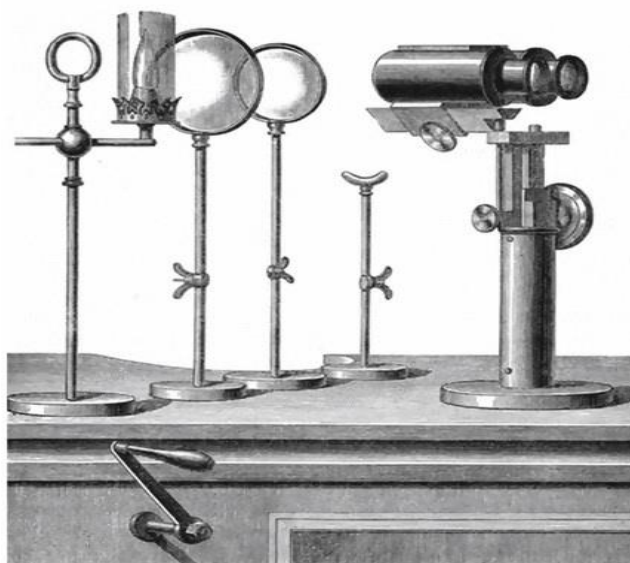
2 Historický vývoj

Hned na začátek je třeba vzít v úvahu, že historický vývoj štěrbinové lampy byl vždy doprovázen zavedením nových vyšetřovacích technik. Ty však nebyly ovlivněny ani tak dílem fyziků, ale spíše úsilím oftalmologů. Jinými slovy, nešlo ani tak o kvalitu a výkon štěrbinové lampy, ale spíše o praktičnost příslušných vyšetřovacích metod. V souladu s tím tedy vznikly dva trendy v rozvoji štěrbinové lampy. Jeden pocházel z klinického výzkumu a byl zaměřen na funkci a používání stále složitějších a pokročilejších technologií. Ten druhý pocházel z oftalmologické praxe a zabýval se spíše užitečnými a praktickými metodami při vyšetřování. [2]

Oční onemocnění byla a jsou nejlépe diagnostikována vizuálně než pohmatem. Dříve se pro vizuální kontrolu používaly zvětšovací pomůcky. Moderní štěrbinová lampa je tak kombinací dvou samostatných systémů – binokulárního mikroskopu a osvětlovací jednotky. Začátek vývoje těchto dvou systémů však probíhal samostatně.

Za první velice významný objev je považován vynález oftalmoskopu v roce 1850, za který vděčíme Hermannovi von Helmholtzovi. Ten odstartoval dlouhou cestu k dnešní moderní oftalmoskopii. Zvětšovací pomůcky byly známy již v 80. letech 19. století, jako např. Hartnackova kulová lupa. Přibližně ve stejnou dobu použil k vyšetření rohovky jednoduchý monokulární mikroskop německý oftalmolog Richard Liebreich.

Koncem 19. století přišel s významným objevem opět německý oftalmolog Carl Wilhelm von Zehender (viz obr. 1). Sestavil binokulární mikroskop, k pozorování rohovky, který umožňoval 10x zvětšení. Pozorovací soustavu pak v roce 1899 vylepšil o otáčející se hranolový systém vynalezený Francouzem Ignaziem Porrem, jenský fyzik Siegfried Czapski. Zvětšení tak bylo možné 13x – 35 x. Uplatnilo se to zejména v astronomii, při použití Keplerova dalekohledu, který umožňoval větší zvětšení. Dnešní rohovkové mikroskopy jsou většinou tvořeny kombinací Keplerova dalekohledu a Galileova měniče zvětšení. [2]



Obr. 1 - Carl Wilhelm von Zehenderův binokulární mikroskop [2]

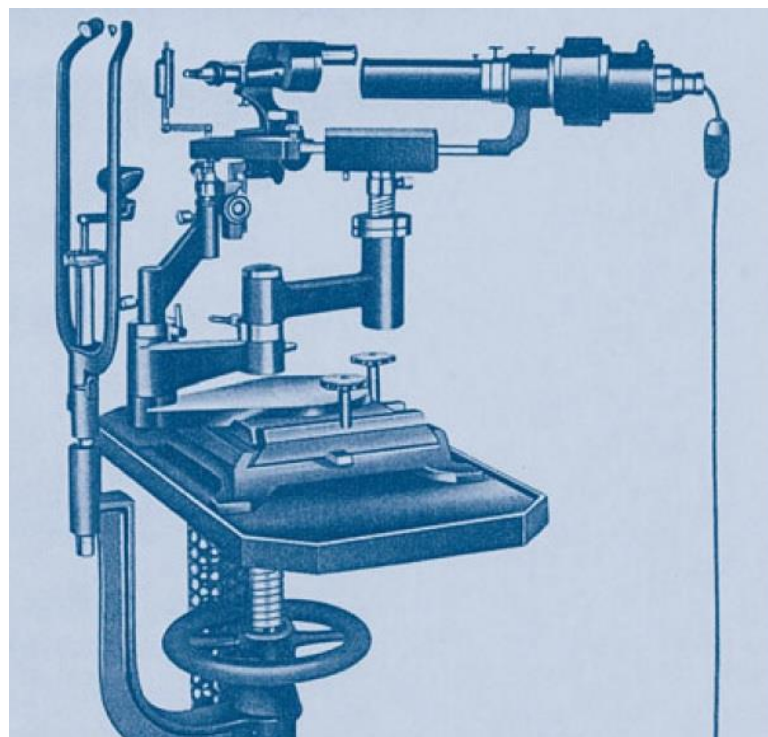
Pojem štěrbinová lampa se poprvé objevil v roce 1911, kdy oční lékař a držitel Nobelovy ceny Alvar Gullstrand vymyslel první nástroj, který byl poté vyroben firmou Zeiss. Nástroj se skládal ze speciálního osvětlovacího systému využívající Nernstův zářič, který zobrazoval štěrbinu pomocí jednoduchého optického systému. Tato štěrbinu pak byla do oka zobrazena pomocí asférických čoček. Nástroj byl s podstavcem spojený pomocí vertikálně nastavitelného sloupku. Podstavcem byla skleněná deska, se kterou bylo možné volně pohybovat. Pro pozorování byl použit binokulární teleskopický objektiv. Oba systémy byly zvláště, tudíž vyšetřující držel v jedné ruce oftalmoskopický a v druhé ruce teleskopický objektiv. Obraz vznikal rozdílem rozptylu světla v jednotlivých očních médiích. [2]

Gullstrandův nástroj byl stále vylepšován. Například, mechanickým spojením mezi lampou a objektivem. Tato osvětlovací jednotka pak byla na stolku připevněna sloupkem s dvojitým kloubovým ramenem. Binokulární mikroskop se časem mohl volně pohybovat po stole, pomocí stojánku.

Alfred Vogt, představitel Köhlerova osvětlení, nahradil načervenalé svítící Nernstův zářič jasnější a bílou zářivkou. O první mechanické propojení osvětlovacího systému a mikroskopu, které zajistilo koordinovaný pohyb, se zasloužil Otto Henker.

O další významný pokrok ve vývoji štěrbinové lampy se zasloužil v roce 1920 oftalmolog Leonhard Koeppe. Zabýval se vyšetřením zadního segmentu oka pomocí štěrbinové lampy a kontaktních čoček. Ve spolupráci s Henkerem doplnili Gullstrandův typ štěrbinové lampy o binokulární rohovkový mikroskop.

V roce 1926 byla fixační osa pacientova oka propojena s otočnou osou štěrbinové lampy a mikroskopu. Tento základní princip byl poté přijat, pro každou štěrbinovou lampu vyrobenou později. V tomtéž roce Bausch&Lomb sestavili štěrbinovou lampu založenou na Koeppeho principu vyšetřování s některými pokročilými funkcemi, avšak tento přístroj nebyl na trhu přijat.



Obr. 2 - Bausch&Lomb štěrbinová lampa podle Koeppeho [2]

V roce 1933 ovlivnil další vývoj štěrbinové lampy rakousko-švýcarský oftalmolog a vynálezce Hans Goldmann, jehož inovace uvedla do praxe firma Haag – Streit, a které byly založeny na principu připevnění společné otočné osy pro mikroskop a osvětlovací systém na křížově posuvný stolek. K nastavení horizontálního a vertikálního směru sloužily tři ovládací prvky křížově posuvného stolku, začalo tak být možné vyšetření jakékoliv části v předním segmentu oka. V roce 1938 začala stejná firma na svých výrobcích instalovat ovládací páku neboli joystick, který umožnil jemný pohyb v horizontálním a následně také ve vertikálním směru. [2]

Od roku 1933 bylo možno používat vertikálního umístění osvětlovací soustavy navržené německým oftalmologem Wilhemem Combergem, které využívalo lom paprsku na hranolu.

Rozšíření možností, jak pozorovat oční pozadí, bylo umožněno díky přídavným čočkám představených Russellem De Valoa a Richardem Lemoinem v r. 1933 a rakouským oftalmologem Karlem Hrubým v r. 1941. Další typ čočky se 3 odrazovými plochami představený v roce 1948 Hansem Goldmannem umožnil rozšíření vyšetření duhovko-rohovkového úhlu a očního pozadí na celou jeho oblast.

Německým fyzikem Hansem Littmannem, zaměstnancem jenské firmy Zeiss, došlo po 2. světové válce k další úpravě štěrbinové lampy (viz obr. 3) používající Goldmannův ovládací mechanismus a Combergovo osvětlení v kombinaci se stereoteleskopickým systémem založeným na principu společného objektivu a Galileova měniče zvětšení.



Obr. 3 - Štěrbínová lampa sestavena H. Littmannem [2]

V r. 1976 došlo k obměně osvětlovacího systému použitím halogenové lampy. Vývoj konstrukce štěrbinové lampy ji tak umožnil stát se univerzálně použitelným přístrojem pro vyšetření předního segmentu oka a díky široké škále možných nastavení a doplňků také vyšetření zadního segmentu oka. Vývoj štěrbinové lampy samozřejmě probíhá kontinuálně dál a je zaměřen zejména na použití kvalitní optiky, plynulého zvětšení a digitálního systému, který zdokonalil možnost dokumentace. [2]

2.1 Historický vývoj dokumentace vyšetření

Původní možností, jak dokumentovat nález, bylo pouze pomocí nákresu-kresbě oftalmologa, popř. speciálně vyškoleného vědeckého umělce.

V období po roce 1912 byl vyvinut první sítnicový fotoaparát. První fotografie byla publikována Nordensonem v roce 1915. V roce 1925, pak byla firmou Zeiss vytvořena první sítnicová kamera obsahující obloukovou lampu s vysoce intenzivním zdrojem světla, která navazovala na princip Gullstrandova nástroje.

Společnost Zeiss umožnila další vývoj, když v r. 1927 představila odborné veřejnosti duhovko-stereoskopický fotoaparát navržený německým vynálezcem Hansem Hartingerem, což následně umožnilo v r. 1930 prezentaci prvních fotografií očních částí německým oftalmologem Rudolfem Thielem, který ač pozoroval obraz pouze se 4× zvětšením a nízkou hloubkou ostrosti, tak fotografie umožnily vidět jemnou strukturu čočky a její zákal, čehož chtěl Thiel využívat při léčbě katarakty. První ostré fotografie, které zobrazovaly současně rohovku a průzračnou čočku, byly představené v r. 1939 Hansem Goldmannem, jenž založil svůj přístroj na sekvenční metodě díky mechanickému propojení pohybu štěrbinu a postupu filmu.

První propojení fotoaparátu přímo s okulárem mikroskopu bylo uskutečněno španělským doktorem Nicolasem Belmontem – Gonzalezem v roce 1952, který použil Littmanovu štěrbinovou lampu společně s přídatným zdrojem světla, se 16× zvětšením obrazu, avšak expoziční časy byly dlouhé. Později byl Lee Allenem, americkým umělcem a fotografickým technologem vyvinut obdobný systém, který zkombinoval 2 fotoaparáty a optický systém. Další vývoj umožnila výměna žárovkového osvětlení s osvětlením pomocí elektronického blesku pro fotografování. První sériově vybavený přístroj kombinující štěrbinovou lampu, lampu pro blesk a fotografický přístroj se objevil na trhu v r. 1966, snímek na něm mohl být pořízen monoskopicky či pomocí jednoduchého přepínače i stereoskopicky.

S dalším rozvojem fotografických přístrojů byly zlepšovány i další možnosti dokumentace vyšetření na štěrbinové lampě. Dříve byl nejčastěji používán k zachycení statického obrazu klasický fotoaparát 35 mm kinofilm a pro dynamický obraz video kamera s analogovým výstupem. Nezbytnou součástí těchto systémů je záblesková jednotka, která zajišťuje optimální světelné poměry při snímání obrazu. Dnes převládá digitální zobrazovací technika, která umožňuje v současnosti zaznamenat statické nebo dynamické digitální snímky průběhu vyšetření a jejich následující správu. [2]

3 Konstrukce štěrbinové lampy

Štěrbínová lampa je tvořena třemi základními částmi. Jedná se o osvětlovací systém, zvětšovací soustavu pro pozorování a mechanický systém pro nastavení přístroje, při vyšetření pacienta do vhodných poloh. Pozorovací a osvětlovací systém jsou umístěny na jednom svisle orientovaném čepu, což umožňuje dle potřeby horizontálně vychylovat jednu nebo druhou část, při zachování vzájemného spojení obou optických soustav. [2, 5]

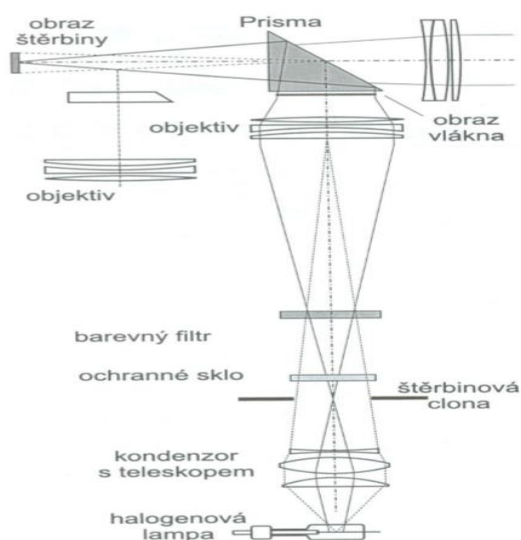
3.1 Osvětlovací systém

Kvalitního vyšetření předního segmentu oka dosáhneme pomocí vysoké intenzity osvětlení, kterou zajišťuje osvětlovací systém. Osvětlovací systém vytváří homogenní paprsek světla. Ten lze upravovat podle potřeb pro různé vyšetřovací techniky. Měnitelná je i jeho intenzita, poloha, orientace, výška a šířka.

Název štěrbinová lampa vychází právě ze štěrbinové clony. Šířka i výška ostrého obrazu štěrbinu by měla být lehce a variabilně měnitelná. Šíří štěrbinu je tedy možno plynule měnit v rozmezí 0–14 mm, její délku v rozsahu 1–6 mm. Orientaci štěrbinu je možné změnit na vertikální či horizontální v rozsahu $0^\circ - 90^\circ$. Nejlepší možnost je však orientace v jakémkoliv úhlu, což je hlavně užitečné při aplikaci torických kontaktních čoček.

Intenzitu osvětlení lze regulovat šíří štěrbinu nebo reostatem umístěným na přístroji. Do osvětlovacího systému jsou zařazeny i barevné filtry, např. zelený, žlutý, kobaltový a difúzní. [2, 4, 5, 6]

Schéma osvětlovacího systému štěrbinové lampy je názorně popsáno na obr. 4.

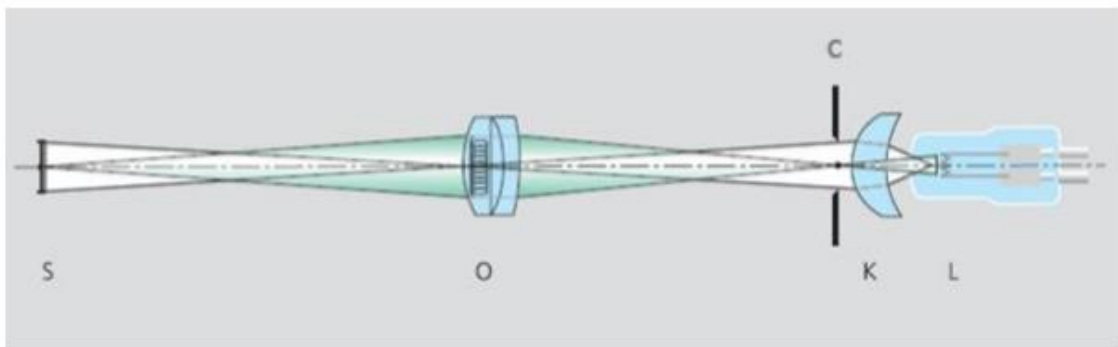


Obr. 4 – Schéma osvětlovacího systému štěrbinové lampy [1]

Štěrbínové lampy lze rozdělit dle umístění osvětlení do dvou základních skupin – lampy s osvětlovacím systémem umístěným nad pozorovacím systémem (typ Haag Streit) a lampy s osvětlením umístěným pod pozorovacím systémem (typ Zeiss).

Oba druhy osvětlení využívají tzv. **Köhlerův princip osvětlení** (viz. obr. 5), který je založen na principu, kdy paprsek ze světelného zdroje L je zobrazen kondenzorem osvětlovací soustavy K do roviny objektivu O. Obraz světelného zdroje v objektivu O se tak stává výstupní pupilou systému. Přímou vedle kondenzoru je umístěna štěrbinová clona C, kterou je obraz zobrazen ve vyšetřovaném oku, tedy do bodu S.

Köhlerův princip osvětlení tak poskytuje dostatečné homogenní zobrazení v požadované vzdálenosti, které není závislé na struktuře světelného zdroje. [2, 34]



Obr. 5 - Köhlerův princip zobrazení [2]

3.1.1 Jas

Jas obrazu závisí na svítivosti světelného zdroje, kvalitě přenosu zobrazujících optických struktur, velikosti výstupní pupily a vzdáleností mezi štěrbinou a výstupní pupilou. Jas zdroje je pro vyšetření rozhodujícím požadavkem. Tato veličina se označuje písmenem L a udává se v cd/m^2 . [2]

Jas je definován následujícím vztahem:

$$E = \frac{F}{d^2} \cdot D_s \cdot L \quad [3]$$

E - svítivost světelného zdroje [cd/m^2]

F - plocha výstupní pupily [m^2]

d - vzdálenost mezi výstupní pupilou a štěrbinou [m]

D_s - optická propustnost [-]

L - jas světelného zdroje [cd/m^2]

3.1.2 Optická propustnost

Optická propustnost je zvýšena o antireflexní vrstvy na povrchu všech optických ploch šterbinové lampy. Světlo se v důsledku odrazů ztrácí. Díky antireflexním vrstvám se však odraz sníží na 1,5 %. V případě vysoce kvalitní antireflexní vrstvy se nežádoucí účinky odrazu světla sníží až na 0,5 %. Ve srovnání s přístroji bez antireflexní úpravy je celkový nárůst jasu až 20 %. [2]

3.1.3 Světelný zdroj

Pro osvětlení jsou použity hlavně zdroje halogenové nebo xenonové, převážně kvůli jejich dlouhé životnosti, barvě, stálosti, vyšší intenzitě jasu a malé tvorbě tepla. Potřebná intenzita osvětlení je alespoň 600 000 lx. Intenzitu osvětlení je možné rychle a pružně regulovat pomocí reostatu. Výhodou reostatu, oproti neutrálním filtrům, které také umožňuje snížit intenzitu osvětlení je i okamžitá regulace intenzity osvětlení při vyšetřování fotofobického pacienta. [2, 5, 34]

3.2 Zvětšovací soustava pro pozorování

Pozorovací soustavu tvoří binokulární mikroskop. Ten poskytuje ostrý a dostatečně zvětšený obraz, pro pozorování jednotlivých očních struktur, tedy optimální stereoskopické pozorování. Mikroskop dosahuje zvětšení většinou 5–40 x. Na tomto zvětšení pak závisí velikost pracovního a zobrazeného vyšetřovacího pole.

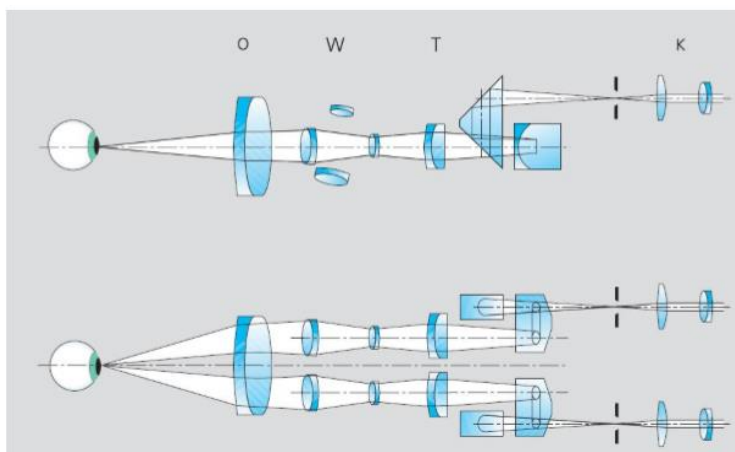
Hloubka ostrosti a velikost zorného pole je tak velká, jak jen to je možné, ale před mikroskopem by měl zůstat dostatečný prostor. Rovina objektu, čili oka vyšetřovaného, by měla být od první čočky mikroskopu vzdálena asi 110 mm. Získá se tím prostor pro manipulaci s okem např. k pozvednutí a přidržení víčka nebo předržení přídavného zařízení.

Binokulární mikroskop má dva okuláry. Do každého okuláru vstupuje samostatně jeden paprsek, a proto je možné dívat se pohodlně oběma očima. Binokulární vidění poskytuje přesnější posouzení hloubky. [2, 5, 6]

3.2.1 Zvětšení

Zvětšovací soustava (viz. obr. 6) využívá systému teleskopických čoček, pomocí kterých je dosaženo většího pracovního pole, při srovnání s jednoduchými zvětšovacími systémy. Tento systém se skládá z dalekohledu a boční zvětšovací čočky. Předmět se nachází v ohniskovém bodu boční zvětšovací čočky. Zvětšený obraz předmětu je promítán prakticky do nekonečna, poté je zobrazen s příslušným zvětšením teleskopickým systémem. [2]

Soustava se skládá z objektivu O, čoček tubusu T, teleskopického systému W, který může být vybaven faktorem zvětšení g pro změnu celkového zvětšení a okuláru K. Ohnisková vzdálenost f_1 je ohnisková vzdálenost hlavního objektivu O a leží mezi ohniskem O a tubusem čoček T. Ohnisková vzdálenost f_2 je ohnisková vzdálenost čoček tubusu a je oddělená, paralelní pro každé oko. Ohnisková vzdálenost okuláru je f_3 . [2]



Obr. 6 - Nákres zvětšovací soustavy [2]

V praxi je vyžadováno zvětšení v rozmezí 5 – 50x. Změna zvětšení mikroskopu je umožněna záměnou okuláru nebo pomocí Galileova systému, či Zoom systému.

1. Záměna okuláru je nejstarší způsob změny zvětšení mikroskopu. Nabízí však jen dvě hodnoty zvětšení.
2. Mnohem jednodušší a modernější způsob změny zvětšení je pomocí proměnlivých optických prvků. Poloha předmětové roviny se však při změně zvětšení nesmí změnit. Toho využívá Galileův rotační systém. Světlo prochází objektivem a poté dvěma paralelními kanály až k okuláru. Pomocí proměnlivých optických prvků (prizmatického efektu) objektivu je docíleno rozdělení paprsků

do těchto dvou paralelních kanálů. Vstupující a vystupující paprsky jsou rovnoběžné. V otočném bubnu, jehož osa je kolmá k optické ose, jsou dva malé Galileovy dalekohledy (měniče zvětšení), které mohou být otáčeny o 180° v dráze paprsků. Jeden k druhému je nakloněný tak, aby bylo možné, dívat se v obou směrech. Zmenšení či zvětšení se tak stává efektivnější. Zvětšený obraz, vycházející z Galileova rotačního systému je pozorován okulárem. Tento Galileův systém umožňuje čtyři různá zvětšení a to 5x, 10x, 16x a 25x. Páté zvětšení je možné, jestliže zůstane apertura volná bez dalekohledu.

3. Nejnovější a nejdokonalejší změnu zvětšení poskytuje systém Zoom, kde se o zvětšení stará zoomovací soustava čoček. Umožňuje plynulé nastavení zvětšení a zároveň umožňuje, aby měl vyšetřující v každém okamžiku pozorovaný objekt na dohled ve středu vyšetřovaného pole. Zvětšení je možné až 40x i 50x. [2, 34]

Celkové úhlové zvětšení celého systému je definováno následujícím vzorcem:

$$\Gamma = \frac{f_2}{f_1} \cdot g \cdot \frac{250}{f_3}$$

[29]

f₁: ohnisková vzdálenost hlavního objektivu O [mm]

f₂: ohnisková vzdálenost čoček tubusu T [mm]

f₃: ohnisková vzdálenost okuláru K [mm]

g: zvětšovací faktor

250: konvenční zřaková vzdálenost [mm]

3.2.2 Rozlišení

Rozlišení mikroskopu definuje nejmenší vzdálenost mezi dvěma body, které mohou být od sebe ještě rozlišeny. Určuje ho jeho numerická apertura (clona). Zvětšení mikroskopu lze s touto clonou zvyšovat až po určitou mez. Tato mez se nazývá: užitečné zvětšení. Nad touto hranicí zvětšení bude obraz sice větší, ale bude bez vyššího rozlišení. V každém případě, není vhodné zvyšovat clonu nad mez určenou k danému zvětšení i kvůli tomu, že by bylo rozlišení omezeno velikostí pupily vyšetřovatele, a tudíž by výkonnost optiky nebyla plně využita. V závislosti na zvětšení má výstupní pupila mikroskopu u lepších štěrbinových lamp rozsah 0,8 – 2,7 mm. [2]

3.2.3 Hloubka pole

Hloubka pole má velký význam při použití štěrbinové lampy. Udává rozmezí vzdáleností od středu zobrazení v předmětovém prostoru, v němž se body zobrazují s dostačující ostrostí. Skládá se ze tří komponentů: hloubky ostrosti, hloubky akomodace a hloubky rozlišení. Uvnitř oka existuje minimální úhlová separace, při které je obraz bodu a jeho okruh vidět ještě stejně ostře. Toto pásmo je hloubka ostrosti. Hloubka akomodace je výsledkem největší možné změny refrakčního výkonu okuláru/optického systému oka, přičemž bod s nejlepší zrakovou ostrostí je posunut vzhledem k rovině okuláru. Hloubka rozlišení je důsledkem ohybu světla na cloně mikroskopu. Stejně jako u osvětlení, je požadavek maximální jasu u osvětlovacího systému v rozporu s maximální hloubkou pole. Štěrbínové lampy s vyšším jasnem tak mohou mít nevýhodu v nižší hloubce pole, jestliže její jas není založen na samotném jasu lampy. [2]

3.2.4 Úhel konvergence

Při vyšetření štěrbinovou lampou je základem stereoskopické vidění. Pro stereoskopické pozorování je důležitý definitivní úhel konvergence, který je mezi dvěma optickými osami. Tento úhel se získá pomocí optických hranolů v objektivu, přenesením obou paprsků mimo osu. Mezilehlé obrazy vytvořené čočkami tubusu jsou prostřednictvím otočných hranolů viděny okulárem. Úhel konvergence musí být dostatečně velký, aby bylo možné pozorovat omezené otvory v rozsahu zornice až kontaktní čočky. Z tohoto důvodu mají štěrbinové lampy úhel konvergence v rozmezí 10° - 15° . [2]

3.2.5 Ohnisková vzdálenost

Ohnisková vzdálenost je vzdálenost mezi předmětem umístěným v ohnisku mikroskopu a zadní stranou první čočky objektivu mikroskopu. Musí mít určitou minimální délku, aby měl vyšetřující dostatečný prostor pro manipulaci na oku vyšetřovaného. Jestliže je vzdálenost příliš dlouhá, je manipulace obtížná, hlavně díky nepohodlné poloze ramen vyšetřujícího. Kromě toho je oddálením objektivu sníženo i osvětlení a tím i jas. Ohnisková vzdálenost štěrbinové lampy by se tedy měla pohybovat mezi 90–120 mm. [2]

3.3 Mechanický systém

Mechanický systém umožňuje přesné nastavení štěrbinové lampy a správné, ale také pohodlné nastavení pacienta. Je složen ze tří částí, které v součinnosti toto správné usazení pacienta a současně možnost co nejkvalitnějšího vyšetření zajišťují. Jedná se o vyšetřovací křeslo, stolek se štěrbinovou lampou opatřen hrubým posuvem a opěrku hlavy s jemným posuvem.

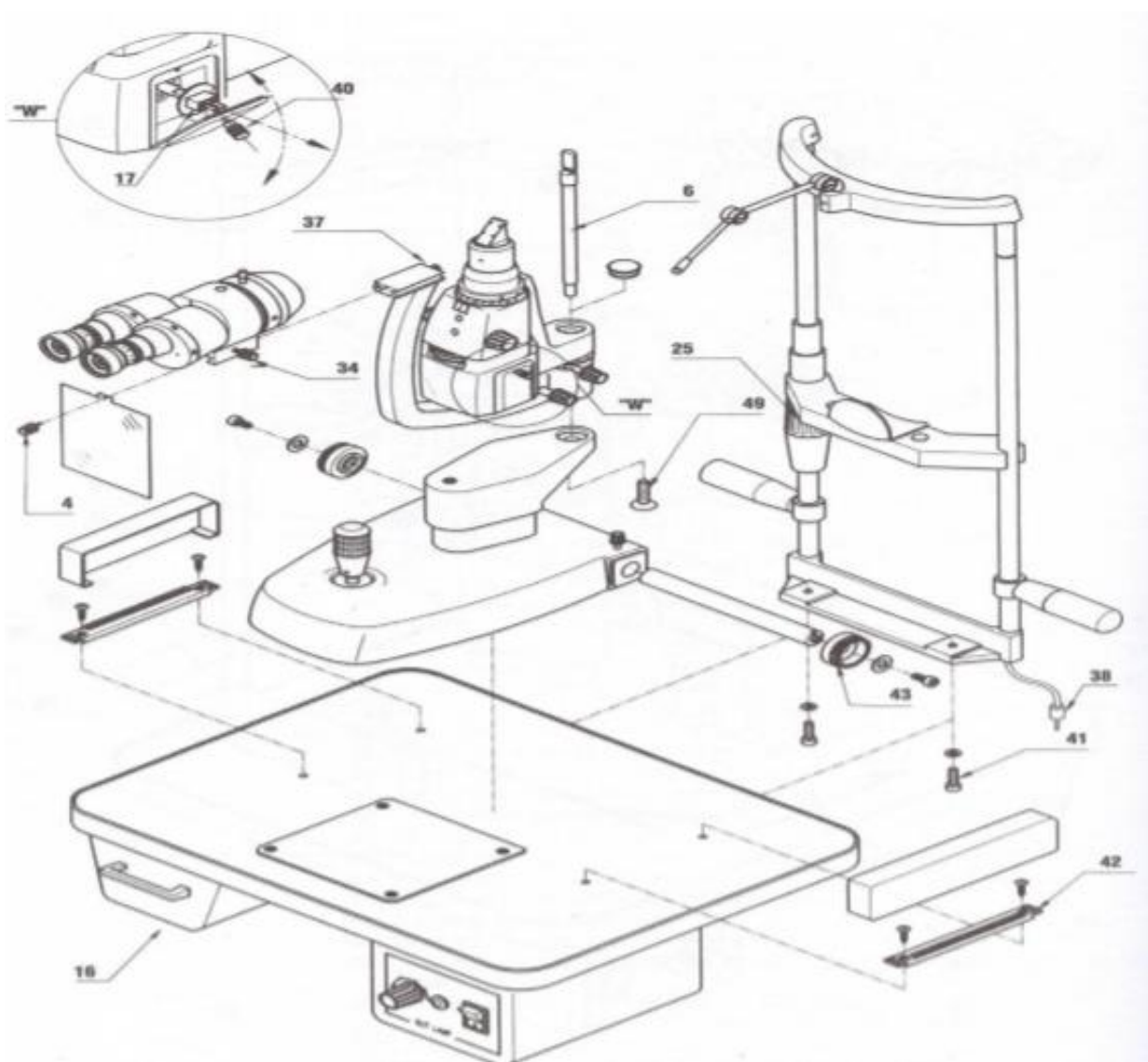
Přesného nastavení se dosáhne pomocí tří základních posuvů. Prvním, nejhrubším posuvem je opatřeno vyšetřovací křeslo, či stolek, pomocí kterého nastavujeme vertikální polohu přístroje vzhledem k pacientovi. Druhým, jemnějším posuvem je opatřena opěrka hlavy, sloužící k opření brady a čela pacienta. Správné položení brady a čela pacienta, pak umožňuje centrické postavení hlavy a tím i správný posun osvětlovacího a zvětšovacího systému na obě strany, podle druhu vyšetření. Na boční straně tyčky opěrky je pomocná značka, se kterou má vnější koutek korespondovat. Nejjemnějším posuvem je pak opatřen vlastní přístroj, který vyšetřující ovládá joystickem. Joystick umožňuje ovládat posun přístroje jednou rukou, tudíž druhá ruka je volná a vyšetřující tak může manipulovat s okem během vyšetření. Posuvem joysticku dopředu či dozadu zaostřujeme, pohybem doleva a doprava nastavujeme štěrbinovou lampu do potřebné polohy.

Štěrbínová lampa by měla být vybavena aretačním zařízením, které ji v případě potřeby upevní v nastavené poloze. [2, 5, 6, 34]

3.4 Ostatní systémy

Následující obr. 7 nám detailně popisuje jednotlivé komponenty štěrbinové lampy CLO SL 980. Pokud si detailně prohlédneme jednotlivé komponenty štěrbinové lampy, vidíme, že můžeme mluvit také o elektrickém systému, do kterého bychom mohli zařadit např.:

- transformátor včetně hlavního vypínače a varovného světla
- přepínač napětí
- zásuvka pro napájení fixačního světla
- zásuvka pro připojení k síti s měničem napětí a pojistkami.
- kabel pro připojení k síťovému napětí. [2, 7]



Obr. 7 - Detailní popis komponentů štěrbinové lampy CLO SL 980 [7]

Legenda k obr. 7:

- | | |
|---|--|
| 1 – Fixační světlo | 25 – Prsteneček pro ovládání výšky opěrky brady |
| 2 – Měníč zvětšení | 26 – Količky pro připevnění papírků pro opěrku brady |
| 3 – Odmontovatelné okuláry | 27 – Opěrka brady a čela |
| 4 – Šroubek pro přimontování chrániče proti dechu | 28 – Ovládací kolečko pro změnu šířky štěrbin |
| 5 – Chráníč proti dechu | 29 – Ukazatel správné pozice očí na opěrce brady a čela |
| 6 – Kontrolní tyčka | 30 – Opěrka čela |
| 7 – Ovládací kolečko pro výšku štěrbin a nastavení filtrů | 31 – Mikroskop |
| 8 – Projektor světelné štěrbin | 32 – Mikroskop se 2x zvětšením |
| 9 – Joystick pro pohyb v ose x, y, z | 33 – Aretační šroub pro pojezd základny |
| 10 – Základna s kolovým pohybem | 34 – Aretační šroub pro mikroskop |
| 11 – Tvarovaná pracovní deska | 35 – Zásuvka pro připojení k síti |
| 12 – Varovné světlo, které upozorňuje že transformátor je zapnutý | 36 – Měníč napětí a pojistky |
| 13 – Hlavní vypínač | 37 – Zarážka mikroskopu |
| 14 – Ovládací kolečko pro změnu intenzity osvětlení | 38 – Zásuvka napájení fixačního světla |
| 15 – Transformátor | 39 – Držáky na ruce |
| 16 – Odkládací šuplík s vodicími lištami | 40 – Šroub pro otevření slotu žárovky |
| 17 – Žárovka 6V 20W | 41 – Utahovací šroub opěrky brady a čela |
| 18 – Plastové ochranné lišty | 42 – Ozubený pojezd štěrbin |
| 19 – Teflonová pojezdová deska | 43 – Ozubené kolečko pojezdu štěrbin |
| 20 – Aretační šroub pro rameno osvětlovací jednotky | 44 – Aretační šroub okulárů |
| 21 – Stupnice natočení osvětlovací jednotky | 45 – Dělič světla |
| 22 – Aretační šroub pro rameno mikroskopu | 46 – Ochranný kryt |
| 23 – Hlava projekční jednotky štěrbin u mikroskopu s 2x zvětšením | 47 – Papírky pro opěrku brady 100 kusů |
| 24 – Šrouby pro uvolnění krytu žárovky | 48 – Imbusový montážní klíč |
| | 49 – Utahovací šroub osvětlovací jednotky ⁽²⁾ |

Do příslušenství štěrbinové lampy je zahrnuto:

Zkušební tyčka, pomocí které si vyšetřující nastavuje zaostření okuláru, krycí obal na štěrbinovou lampu, náhradní žárovky, dvě pojistky, plastový chráníč proti dechu, který je mezi vyšetřujícím a pacientem, papírky na opěrku brady, ochranné plastové lišty pro vodicí členy, imbusový klíč, Hrubyho čočka, dělič paprsku, montážní člen pro tonometr, okulár s mikrometrickým měřítkem, tonometr T900, příkuk – sekundární monokulár, který umožňuje jednomu asistentovi sledovat průběh vyšetření a fluoresceinový filtr zabudovaný v mikroskopu. [7]

4 Typy štěrbinových lamp

Existují dva základní typy štěrbinových lamp systém Haag Streit a Carl Zeiss, které se liší zejména ve zvoleném typu osvětlení.

Štěrbínová lampa Haag Streit (viz obr. 8) má světelný zdroj umístěný na horní straně přístroje. Osvětlovací systém využívá Köhlerova principu osvětlení. Pro odraz paprsku je v soustavě použito zrcadlo. Pouze štěrbinové lampy typu Haag – Streit umožňují vertikální náklon osvětlovacího systému, který se využívá při nepřímé oftalmoskopii a gonioskopii ke zvětšení periferního zorného pole. U tohoto typu štěrbinové lampy lze použít přídatné zařízení pro měření tloušťky rohovky – pachymetr. [1, 5, 34]



Obr. 8 - Štěrbínová lampa NIDEK SL-250 (systém Haag Streit) [8]

Štěrbínová lampa typu Zeiss má světelný zdroj umístěný na spodní straně přístroje. Osvětlovací systém také využívá Köhlerova principu osvětlení, ale v soustavě se používá pro odraz paprsku na rozdíl od typu Haag-Streit hranol. Tento typ štěrbinové lampy vertikální náklon osvětlovacího systému neumožňuje. [1, 5, 34]



Obr. 9 - Štěrbínová lampa NIDEK SL-1800 (systém Zeiss) [8]

Častěji jsou štěrbinové lampy zařízeny jako stolní, ty však neumožňují vyšetřit např. ležícího pacienta. Proto existují **ruční přenosné štěrbinové lampy**, jejichž hlavní součástí tvoří biomikroskop a osvětlovací systém, které jsou navzájem propojeny ergonomickou rukojetí. Ta slouží pro jednoduchou manipulaci před okem pacienta a k vyšetření pacienta v jakékoliv poloze. Ruční štěrbinová lampa je dobíjena buď bateriemi, nebo přímo z elektrické sítě. [2]



Obr. 10 - Ruční štěrbinová lampa HSL 150 [9]

Ruční štěrbinová lampa HSL 150

- ideální k vyšetřování předního segmentu dětí, imobilních pacientů a ve veterinární medicíně
- velikost světelného paprsku 10 mm x 0.2 mm
- zvětšení 16x pomocí 20 D čočky
- modrý kobaltový filtr
- halogenové osvětlení
- odolná proti prachu
- ergonomický design zaručující snadnou manipulaci
- různé možnosti ruček (bateriové, akumulátorové) a napájení (plně automatické nabíjení s ochranou proti přebití, přímé napájení ze sítě) [9]

5 Přídavná zařízení a jejich využití

Přídavná zařízení umožňují štěrbinovou lampou vyšetřit i další oční tkáň. Pachymetrem lze změřit tloušťku rohovky, kterou je důležité znát zejména u progresivního keratokonu, dále pak hloubku přední komory, kterou je dobré vědět při nošení kontaktních čoček. Čím hlubší je přední komora, tím lépe by měly být kontaktní čočky snášeny. Při použití gonioskopické čočky lze vyšetřit duhovko – rohovkový úhel a periferní části sítnice. Při předřazení Hrubyho nebo Volkovy čočky zase oční pozadí. Aplanační tonometr umožňuje změřit nitrooční tlak a videokamera či fotografický aparát, který lze též ke štěrbinové lampě připojit slouží k dokumentaci neobvyklých nálezů nebo k demonstraci při výuce. [5]

5.1 Bezkontaktní (optická) pachymetrie

Pachymetrie umožňuje měření tloušťky rohovky. Ke štěrbinové lampě lze nainstalovat speciální bezkontaktní pachymetr jako doplněk. Bezkontaktní pachymetrii, zastupuje optická pachymetrie, která využívá koherentního polarizovaného světla. Využívá se odrazu od vnitřní plochy rohovky. Optický odraz je pak zpracováván na principu zrcadla a uvádění značek do koincidence obdobně jako u keratometru. Při tomto měření nedochází fyzicky ke kontaktu s rohovkou.

Optický pachymetr nahradí jeden z okulárů štěrbinové lampy. Okulár pachymetru obsahuje dvě rozdělené skleněné desky umístěné nad sebou. Při pohybu desek proti sobě dojde k rozdělení řezu rohovky uprostřed a stabilizaci, pokud se linie horního řezu dotkne linie řezu dolního. Pozorovací mikroskop je postaven v úhlu asi 40°. Optický pachymetr vytváří dva obrazy šikmého řezu. Při rotaci a přiřazení horního obrazu (znázorňuje přední plochu rohovky) k dolnímu obrazu (znázorňuje zadní plochu) se posunuje optická značka zepředu rohovky dozadu.

Šikmý optický řez je základnou trojúhelníku, ve kterém přepona trojúhelníku odpovídá tloušťce rohovky. Tloušťku rohovky lze vypočítat podílem délky šikmého optického řezu a sinem pozorovacího úhlu. [10, 18]

5.2 Gonioskopie

Gonioskopie je kontaktní metoda vyšetřující duhovku – rohovkový úhel, jeho šířku a abnormality, ale také umožňuje odhadnout hloubku přední komory. Vyšetřuje se při lokální anestézii rohovky. Gonioskopická čočka je přikládána na znecitlivěnou rohovku. Při vyšetření je důležité stanovit šířku komorového úhlu, která je velmi důležitá při určení typu glaukomu, tedy zda je úhel otevřený nebo uzavřený. Avšak gonioskopie je využívána například také jako doplňkové vyšetření po tupém úrazu oka, při vzniku nových cév na povrchu duhovky, při otoku duhovky, při přední a zadní uveitidě, dislokaci a subluxaci čočky a nitroočních operacích. [10, 34]

Bez speciálních optických pomůcek není možné šterbinovou lampou komorový úhel pozorovat, z důvodu totálního odrazu světelných paprsků vycházejících z komorového úhlu (z komorového úhlu paprsky podléhají totální reflexi na povrchu precorneálního slzného filmu a odráží se zpět do oka). Proto se při gonioskopii využívá kontaktních čoček, které tento kritický úhel odrazu světla z komorového úhlu pomocí zrcadel nebo prizmatu změni a umožní tak rohovko-duhovkový úhel sledovat. [2, 10]

První metoda gonioskopie využívá kontaktní Koeppeho čočku, která umožňuje, aby byly paprsky světla z komorového úhlu přední komory přeneseny přímo do oka vyšetřujícího. Tento postup se nazývá přímá gonioskopie. Pacient při ní leží na zádech a vyšetřující mimo čočku využívá i přenosného binokulárního mikroskopu a fokálního osvětlení. [2]

Metoda vyvinutá později panem Goldmannem využívá kontaktní čočku s jedním nebo několika zrcadly určených pro odraz světla z úhlu přední komory do oka vyšetřujícího. Tento postup se tedy nazývá nepřímá gonioskopie. Při této metodě pacient sedí za šterbinovou lampou a vyšetřující využívá jejího osvětlovacího a pozorovacího systému. Nepřímá gonioskopie má tedy výhodu použití jasného úzkého paprsku k zobrazení optického řezu komorového úhlu. [1, 10, 33]

5.2.1 Gonioskopické čočky

Ačkoliv je na trhu více čoček, nejznámější je Goldmannova gonioskopická čočka s optickou mohutností -64 D a se třemi odraznými plochami vybroušenými pod různými úhly (67°, 59°, 73°). Tyto zrcátka umožňují pozorovat oční pozadí k 30°, dále periferii sítnice až k ora serrata a slouží také k vyšetření řasnatého tělíska a struktury komorového úhlu. [1]

Vyšetření probíhá při lokální anestezii rohovky a dilataci pupily pro snadné pozorování očního pozadí a komorového úhlu. Pacient sedí za šterbinovou lampou a má opřenou bradu i čelo. Před tím než vyšetřující položí čočku na oko, kápne na ni dvě kapky 1,6 % roztoku hydroxyethyl celulózy, přičemž dbá, aby do roztoku nevnikly vzduchové bubliny. Poté stáhne podle potřeby pacientovi víčko a požádá ho o přímý pohled (pravé víčko pacienta stahuje pravým palcem). Ve druhé ruce drží mezi palcem a ukazováčkem goniočočku, kterou lehce odspodu směrem nahoru přiloží k rohovce pacienta. Po uvolnění víčka vyšetřující stále drží čočku přiloženou na oku mezi palcem a ukazováčkem. Prostředníčkem goniočočku podpírá. Poslední dva prsty slouží k opření o čelo pacienta, aby se zabránilo nadměrnému tlaku na rohovku.

Pro pozorování je použit paprsek o šířce 2 mm a více. Šterbinová lampa a mikroskop jsou položeny v úhlu 0° a použito je zvětšení 10x. Paprsek směřuje do středu goniočočky. Šterbinovou lampou je poté přes zrcadla gonioskopické čočky zaostřeno oční pozadí. Vzniklý obraz je výškově i stranově převrácený. Goniočočka se pak otáčí palcem a ukazováčkem, aby byly zobrazeny všechny kvadranty úhlu přední komory. Zrcátko vybroušené pod úhlem 73° slouží k pozorování očního pozadí od 30° až po ekvátor. Pomocí zrcátka vybroušeného pod úhlem 67° je pozorována periferie sítnice od ekvátoru po ora serrata. Komorový úhel je pozorovatelný zrcátkem vybroušeným pod úhlem 59° . [1, 10]

Chceme-li goniočočku oddělat, jemně ji sklopíme dolů a dozadu. Pokud se čočka neuvolní, může se utěsnění přerušit působením malého tlaku na bělimu a zvlažením oka chloridem sodným. Jakmile je čočka odstraněna, oko by mělo být vypláchnuto fyziologickým roztokem a rohovka zkontrolována na šterbinové lampě. [10]

Optometrista tyto čočky nemůže používat, protože jsou vnímány jako obtížně použitelné a jsou kontaktní. Důležitý faktor je také to, že při nesprávné sterilizaci může mezi pacienty dojít k přenosu infekce. [18]

K vyšetření slouží i Zeissova gonioskopická čočka, která se od Goldmannovy odlišuje tím, že obsahuje čtyři zrcadla, která jsou vybroušená pod stejným úhlem – přibližně 62° (může se mírně lišit dle typu čočky). Při vyšetřování lze tudíž pozorovat všechny čtyři kvadranty komorového úhlu současně bez nutnosti natáčení čočky. Nelze však zobrazovat oční pozadí, vyšetření je omezeno pouze na komorový úhel. [1, 5, 11]

5.3 Nepřímá oftalmoskopie

Je metodou využívanou k vyšetření očního pozadí a jeho specifických struktur. Jedná se o kombinaci štěrbinové lampy s vhodnou sférickou konvexní nebo konkávní čočkou o různé optické mohutnosti dle aktuálních požadavků. Rozsah dioptrických hodnot těchto optických členů se pohybuje v řádech asi od 15 D – 90 D. Jejich výběr je také závislý na druhu a poloze struktur v bulbu, které chceme pozorovat. Konstrukce těchto čoček musí dbát také na co možná nejmenší omezení z hlediska úhlu zobrazení.

5.3.1 Hrubyho čočka

Kvůli lámavosti optických systémů oka nelze pouze pomocí štěrbinové lampy přímo pozorovat oční pozadí. K tomuto vyšetření je tak zapotřebí použít rozptylnou konkávní Hrubyho čočku s optickou mohutností – 58,6 D. Tato optická mohutnost neutralizuje vliv optické soustavy oka. Čočku při vyšetření předkládáme zhruba 15 mm před rohovku nebo může být upevněna na stojanu na štěrbinové lampě. Čočka vytváří virtuální, vzpřímený a vysoce zvětšený obraz očního pozadí, přičemž se ale zužuje stereoskopicky vnímané zorné pole. [1, 10, 18]

5.3.2 Volkova čočka

Oční pozadí můžeme také pozorovat pomocí konvexní Volkovy asférické čočky o hodnotách + 60, 78 a 90 D. Oproti Hrubyho čočce vytváří obraz kvalitnější, skutečný, ovšem převrácený s různě velkým stereoskopicky zobrazovaným zorným polem. Proto je při vyšetření zapotřebí zvětšit vzdálenost štěrbinové lampy od oka, nejlépe štěrbinovou lampu úplně přisunout k sobě. [1, 10, 18]

5.3.3 Vyšetření pomocí Hrubyho, či Volkovy čočky

Při této metodě vyšetření je nezbytná mydriáza, které se docílí speciálními kapkami. Umožní se tak dobrý pohled na sítnici. Pacient sedí za štěrbinovou lampou a má opřenou bradu a čelo. Je poučen o maximální spolupráci a fixaci fixačního bodu, který musí po celou dobu sledovat, protože jakýkoliv pohyb oka či čočky způsobí zhoršení obrazu. Mikroskop štěrbinové lampy je nastaven v přímém směru s koaxiálním osvětlením štěrbinové lampy. Což umožňuje binokulární pozorování. Zvětšení štěrbinové lampy je pak nastaveno na nejmenší, šířka štěrbin na 3-4 mm a výška na 5 mm. Štěrbinu je zaměřena na zornici vyšetřovaného. Čočka je umístěna zhruba 15-20 mm před okem, tak aby nedošlo ke kontaktu s vyšetřovaným. Čočka je držena mezi palcem a ukazovákem, prostředníkem ji vyšetřující podpírá a poslední dva prsty slouží vyšetřujícímu k opření o čelo pacienta, lépe o opěrku na čelo, aby nedocházelo

k zbytečnému pohybu čočky a čočka se pohodlně držela. Oční pozadí je zaostřeno přes čočku, štěrbinovou lampou pohybem směrem k pacientovi, dokud se nezobrazí sítnice. Oční pozadí je zkoumáno v různých pozicích pohledu. Pokud vyšetřující vyžaduje, aby se obraz pohyboval, čočka se posouvá stejným směrem jako požadovaný pohyb. Obraz lze optimalizovat zvětšením šířky/výšky štěrbiny. Jakékoliv odrazy od štěrbinové lampy lze minimalizovat nakloněním čočky. [18]

5.4 Goldmanova aplanační tonometrie

Tonometr je přístroj, který umožňuje měření nitroočního tlaku bez použití invazivních nástrojů, tedy bez použití jehel a kanyl. Využívá fyzikálních vlastností oka. Ideální tonometr musí provést přesné a několikrát opakované měření, bez ovlivnění tlaku nebo poškození oka. Tonometr může být kontaktní, tedy dotýkající se oka, či bezkontaktní. [11]

Ke štěrbinové lampě lze většinou připevnit rameno s koaxiálně umístěným konusem tvaru komolého kužele (viz. obr. 10), sloužící k měření nitroočního tlaku tzv. Goldmanův aplanační tonometr (GAT), který působí určitým tlakem na přední plochu rohovky a tím způsobí její oploštění. [12]



Obr. 11 - Rameno s kuželem k aplanační tonometrii připevněné na štěrbinové lampě [12]

Než začne samotné měření nitroočního tlaku, je nutné upravit nastavení osvětlovacího systému štěrbinové lampy na maximální osvětlení pole a použít modrý kobaltový filtr. Dále pak široký svazek paprsků natočený pod úhlem asi 50° a zvětšení mikroskopu o velikosti 8x – 12x. Do obou očí musí být podány anestetika, aby se zabránilo mrkání. Poté se do spojivkového vaku obou očí naaplikuje jedna kapka fluoresceinu sodného, ten obarví rohovku. Pacient by měl fixovat bod asi v 6° vpravo. Během měření musí mít pacient oči co nejvíce otevřené, proto by vyšetřující pomocí ukazováčku a palce měl jemně přidržovat horní a dolní víčko. Pacienta také požádáme, aby se snažil nemrkat. Tělo tonometru obsahuje zobrazovací zdvojený hranol a má tvar válce. Při doteku válcovitého čidla s rohovkou dojde k otlacení barviva k okrajům válce. Díky tomu a také za pomoci zdvojujícího hranolu vznikají dva fluoresceinové půlkruhy, které pozoruje vyšetřující v okuláru mikroskopu. Oba půlkruhy musí mít stejnou velikost. Šířka prstence by měla mít asi 0,2 – 0,3 mm a měla by kolísat s rytmem pulzu tonometru. Při měření je měřící buňka stále ve styku s rohovkou. Tlak na rohovku se zvyšuje či snižuje pomocí měřícího bubnu. Při změně tlaku na rohovku se půlkruhy horizontálně posunují. Cílem je, aby tlak působící na přední plochu rohovky byl stejný jako opačně působící tlak nitrooční tekutiny na zadní plochu rohovky. Stupnicí tedy pohybujeme, dokud budou vnitřní okraje prstenců vzájemně v kontaktu. Odpovídající hodnotu nitroočního tlaku pak vyčteme ze stupnice na měřícím bubnu tonometru.

Měření se opakuje na každém oku minimálně třikrát. Výsledek je poté průměr ze všech měření. V případě že trvá vyšetření příliš dlouho, může dojít k osychání epitelu rohovky. Z toho důvodu by mělo být vyšetření rychlé. Tato metoda je kontaktní, jednoduchá a velmi spolehlivá ve srovnání s jinými metodami měření nitroočního tlaku. [2, 13, 14]

5.5 Dokumentační systémy štěrbinové lampy

Záznamy o vyšetření štěrbinovou lampou mohou být značně omezeny osobní pamětí vyšetřujícího. Použití fotografie poskytuje alternativní a přesný prostředek pro uchování záznamu pozorovaných očních struktur. [6]

Obrazový záznam

Nejčastější metodou pro zachycení obrazu předního segmentu oka bylo dříve použití fotografické štěrbinové lampy fotoaparátu s objektivem 35 mm. Tato metoda je však nevýhodná v tom, že vyžaduje dostatečné znalosti techniky fotografování pro zajištění správné expozice a neumožňuje zobrazení výsledků v reálném čase. Kvalitu získaného obrazového záznamu ovlivňuje mnoho faktorů. Hlavním z nich je expozice. Přesvícené fotografie mohou zastínit některé abnormality na oku a také zesvětlit případné zarudnutí spojivky. Zatímco málo osvětlené fotografie některé abnormality ještě zvýrazní. [6, 10]

Druhá a modernější metoda využívá digitálního obrazového záznamu. Největší výhodou těchto systémů je možnost okamžitého vytvoření obrazového záznamu na monitoru počítače, a to ihned po vyfocení. Nekvalitní záznamy tak lze ihned vymazat a pořídit další, dokud nejsou dostatečně kvalitní. Použitím samostatného zdroje pro nasvícení pozadí lze kvalitu záznamu ještě vylepšit. Další výhodou vytvoření okamžitého obrazu záznamu je možnost názorného objasnění dané problematiky klientovi.

Systém pro vytvoření digitálního obrazu musí obsahovat:

- videokameru nebo digitální fotoaparát, tedy systém pro zaznamenání obrazu
- systém pro přenášení obrazových dat do digitálního souboru, např. snímací desku pro obrazový záznam
- systém pro ukládání a nahrávání fotografií, např. hard disk, CD ROM
- systém pro prohlížení fotografií (monitor SVGA, kvalitní barevnou tiskárnu)

[6]

Videokamera nebo fotoaparát může být ke šterbinové lampě připojen třemi způsoby. Za prvé může být připojen na dělič paprsků tzv. příkuk, který pomocí polopropustného zrcadla odráží část světla do fotoaparátu a část světla propouští do okuláru mikroskopu (viz obr. 12). Světla odraženého směrem do fotoaparátu je asi 70 % a světla propuštěného do okuláru asi 30 %. Tato metoda připojení fotoaparátu umožňuje pozorovat struktury oka v okuláru při fotografování binokulárně. [6, 15]



Obr. 12 - Připojení fotoaparátu na dělič paprsků [16]

Druhá metoda připojení umožňuje připevnit fotoaparát přímo na okulár mikroskopu (viz. obr. 13). U tohoto typu zapojení míří veškeré světlo do fotoaparátu a nedochází tak k jeho ztrátám, avšak vyšetřování je možné pouze monokulárně. [6, 15]



Obr. 13 - Připojení fotoaparátu k okuláru [17]

Třetím způsobem je začlenění fotoaparátu přímo do štěrbinové lampy. V tomto případě jsou kamera i paprskový dělič začleněny do jedné jednotky (viz obr. 14). Tato metoda zapojení umožňuje snímání kvalitního videa i jednotlivých snímků. [6, 29]



Obr. 14 – Začleněná videokamera [18]

Zobrazovací software

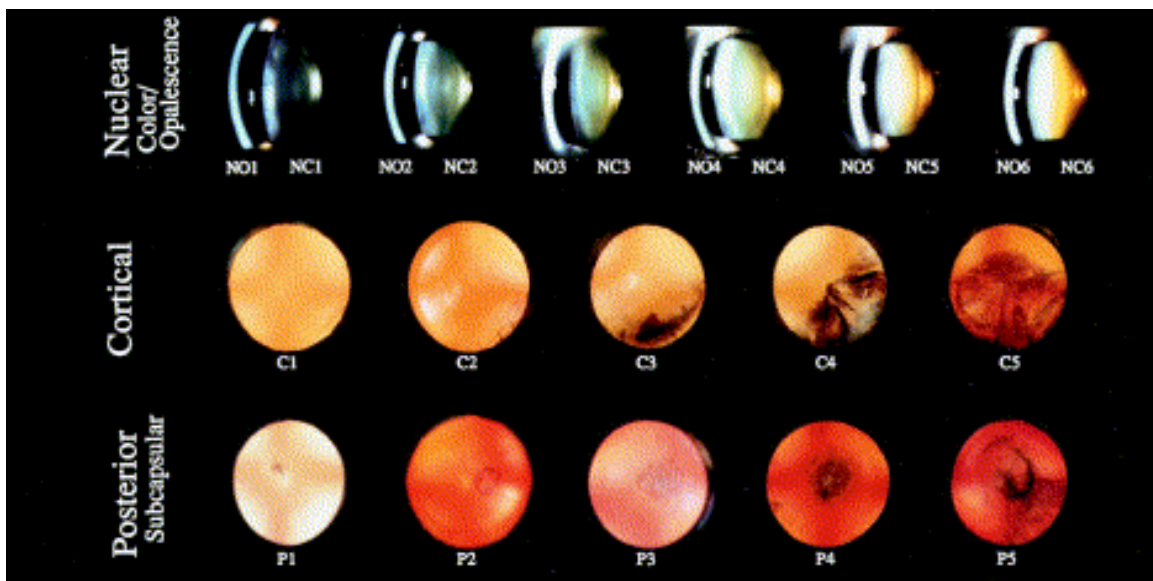
Zobrazovací software poskytuje snímání a úložiště snímků vysoké kvality, pořízené ze štěrbinové lampy, využívajících moderních technologií digitální zobrazovací techniky. [19]

Digitální Foto SL – Poskytuje nejvyšší kvalitu snímků při nejnižších pořizovacích nákladech ze všech systémů na trhu. Ovšem vyžaduje složitou obsluhu systému, uživatel tedy musí mít dostatečné znalosti o nastavení jednotlivých funkcí digitálního fotoaparátu. Jedna z nevýhod fotoaparátu je však větší časová prodleva od stisku spouště k samotné expozici snímku. Mnoho firem představuje na trhu nové digitální Foto SL s integrovaným foto čipem. Tento systém poskytuje bezkonkurenční kvalitu snímků a snižuje uživatelskou náročnost. [19]



Obr. 15 - Keratokonus zachycený digitálním Foto SL [19]

Digitální Video SL – Poskytuje dva režimy snímání, statické obrázky nebo video záznamy v digitální kvalitě. Tyto systémy jsou charakterizovány jednoduchou obsluhou, díky které i při nízkém rozlišení umožňují snímat velice kvalitní snímky. Video SL systémy jsou obvykle prodávány se speciálním softwarem pro úpravu obrázku, jejich archivaci, exportu a importu a také k tvorbě databáze pacientů. např. skórovací systém LOCS III slouží pro klasifikaci šedého zákalu. Jedná se o fotografii oční čočky zobrazené ve 3 stádiích h s různým stupněm zakalení. Využívá se při klasifikaci šedého zákalu pomocí štěrbinové lampy. (viz obr. 17) [19]



Obr. 16 - Standardní zobrazení pomocí LOCS III [19]

6 Vyšetření předního segmentu oka – techniky vyšetření

Oko (viz. obr 16) se dělí na přední a zadní segment.

1. Přední segment oka

Přední segment zahrnuje 1/3 viditelných částí oka a další vnější části oka. Viditelné části jsou vystavena vnějším vlivům, které působí na tkáně přímo (vzduch - rohovka), nebo nepřímo (záření - čočka). Přední segment je vyšetřován štěrbinovou lampou.

Do předního segmentu je zahrnována:

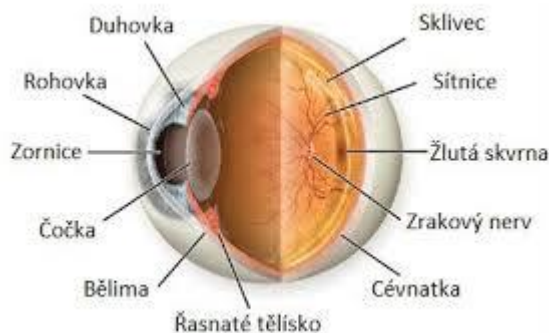
- rohovka a bělima
- duhovka a řasnaté těleso
- přední oční komora
- zadní oční komora
- čočka
- víčka
- spojivka

2. Zadní segment oka

Zadní segment oka je na štěrbinové lampě vyšetřován pomocí Hrubyho a Volkovy čočky.

Do zadního segmentu oka patří:

- cévnatka
- sítnice
- sklivec. [11]



Obr. 17 - Části oka [20]

Správné vyšetření jednotlivých struktur očních tkání souvisí na znalostech všech vyšetřovacích metod a na správném nastavení osvětlovacího systému štěrbinové lampy. Osvětlení dělíme na čtyři druhy: difúzní, přímé, nepřímé a osvětlení s filtry. Všechny tyto způsoby obsahují několik technik, které umožňují dostatečně vyšetřit všechny vrstvy předního segmentu oka, při vzájemném nastavení s mikroskopem.

6.1 Difúzní osvětlení

Difúzní osvětlení se používá při malém zvětšení mikroskopu s předřazeným matným filtrem před fokusovaný svazek přístroje, k přehlednému zobrazení celého předního segmentu oka. Difúzním osvětlením začíná každé vyšetření na štěrbinové lampě. Světelný paprsek svírá s mikroskopem úhel 10° - 70° . Reostatem nebo šíří štěrbinou lze měnit intenzitu osvětlení. Difúzní osvětlení se nejčastěji využívá při kontrole správného usazení kontaktní čočky, či při aplikaci konjunktivální injekce. Umožňuje přehledné prohlédnutí všech struktur předního očního segmentu, především potom oční víčka, spojivku a slzné cesty, okraje duhovky a kontrolní usazení kontaktní čočky na oku. [5]

Při difúzním osvětlení lze zhodnotit i výška slzného menisku vytvořeného u okraje spodního víčka. Změřením jeho výšky se dostane informace o objemu slz. Vyšetřující by se měl vyvarovat nadměrnému osvětlení, aby slzný film nezačal uměle vysychat. Pro určení výšky se využívá porovnání výšky slzného menisku se šířkou paprsku. Štěrbinu je tedy nastavena do horizontální polohy podél okraje spodního víčka a její šířku vyšetřující mění, dokud nebude shodná s výškou menisku. Výška slzného menisku má být 0,2 mm a více. [30]

6.2 Přímé osvětlení

Při přímém osvětlení je svazek paprsků i mikroskop zaostřen na sledovaný objekt. Je tak možno využívat optického, paralelního řezu, širokého, či kuželovitého paprsku a zrcadlového reflexu. Využívá se tedy řezů očních médií, pomocí kterých jsou dobře patrná jednotlivá rozhraní. Je to nejčastěji využívaná technika osvětlení na štěrbinové lampě pro detailní pozorování očních tkání. Přímé osvětlení je použito následně po difúzním osvětlení. [2, 5]

Optický řez

Používá se 0,01 – 0,1 mm tenký paprsek světla, který musí mít maximální intenzitu osvětlení. Svírá s osou pozorovací úhel 30° – 60°. Velikost úhlu ovlivňuje velikost řezu. Čím větší je úhel, tím větší a méně kvalitní je řez. Technika optického řezu slouží k vyšetření vrstev rohovky, změnám epitelu i endotelu, cizím tělískům ve stromatu, či zákalu rohovky, pozorován je i řez oční čočkou, kdy lze pozorovat její jednotlivé struktury. [5]

Paralelní řez

Využívá se o něco širší paprsek než u optického řezu, který je podobný tloušťce rohovky, tedy 0,1 – 0,7 mm a slouží k trojrozměrnému pozorování rohovky. Pozorovací úhel je 30° - 60°. Využívá se zejména při pozorování endotelu, barvení a erozí epitelu, vaskularizace, také ke sledování infiltrátů a nařasení rohovky a vrstev čočky. Podle druhu vyšetření je nutno měnit velikost zvětšení a intenzitu osvětlení. [5]

Široký paprsek

Široký svazek paprsků vychází z optického a paralelního řezu. Paprsek je pouze rozšířen a jeho tloušťka je 1-5 mm. Intenzita osvětlení je však nižší. Zvětšení je střední. Úhel není přesně určen, měl by však zajistit optimální pohled na vyšetřovaný objekt. Široký svazek paprsků se nejčastěji používá při sledování usazenin pod kontaktní čočkou, spojivky, zákalů rohovky, jizev, či nervových vláken rohovky. [5]

Kuželový paprsek

Využívá se kulatý paprsek o průměru 1–2 mm. Nastavíme ho snížením šířky a výšky optického řezu. Intenzita osvětlení je na maximum. Tato technika se používá ke sledování přední komory, při středním zvětšení mikroskopu. Pomocí této metody je vyšetřena přední komora a může odhalit přítomnost depozit a zkalení v komorové vodě. Kvalitnějšího vyšetření dosáhneme v zatemněné místnosti. [5, 10]

Zrcadlový reflex

Speciální technika, při které mikroskop a světelný paprsek svírají s osou oka stejný úhel. Využívá paralelního řezu a nejmenšího zvětšení mikroskopu. Efektu docílíme posunem ramene mikroskopu od ramene šterbinové lampy ke 20° a poté pohybem ramene se šterbinovou lampou směrem od mikroskopu, přičemž pozorujeme

povrch rohovky. Zrcadlového reflexu je dosaženo, když je v jednom okuláru viditelný světelný reflex a v druhém, při největším zvětšení pozorujeme endotel rohovky a slzný film. Reflex je patrný na všech zrcadlových plochách na oku, například na rozhraní slzného filmu – kontaktní čočky, slzného filmu – rohovky či rohovky a komorové vody a čočky. Technika zrcadlového reflexu se využívá při hodnocení kvality slzného filmu (je využito interference na přední lipidové vrstvě), vnitřní a vnější strany kontaktní čočky, přední části oční čočky a hlavně jako jediná k pozorování endoteliální mozaiky in vivo. [2, 5]

Šikmé osvětlení

Metoda, při které pozorujeme objekty a situace opět při použití paralelního řezu, při otočeném světelném rameni o 90° vůči mikroskopu, tzv. při tangenciálním osvětlení. Touto metodou lze objevit jemné nerovnosti a změny ve struktuře rohovky, spojivky či duhovky. Dále pak cysty na spojivce. U kontaktních čoček pozorujeme okraje a pohyb, u bifokální kontaktní čočky správné umístění optických zón. [5]

Oscilační osvětlení

Oscilační osvětlení je získané při posunu osvětlovacího ramene nebo při otáčení hranolu nebo zrcadla, kdy se světelný paprsek houpe. Při střídavém osvětlování lépe vyniknou malé defekty. [5]

6.3 Nepřímé osvětlení

Při tomto osvětlení je světelný paprsek otočen jinam, než kam směřuje mikroskop. Mikroskop i štěrbinová lampa jsou tedy nastaveny na dvě odlišná místa rohovky. Této metody je dosaženo pootočením prismatu štěrbinové lampy mimo osu ramene. Rozptýleným zářením tak lze lépe zdůraznit místní zákalky, bublinky a další eroze. [5]

Osvětlení blízkého okolí

Metoda opět využívá paralelních řezů, kromě toho že po nastavení osvětlení pootočíme prizma a paprsek zaměříme na stranu pozorovaného objektu. Obraz poté sledujeme ve zpětném osvětlení. Tímto způsobem lze pozorovat charakter rohovky v místě nejbližší přilehlém rohovkových afekcí, například hlavičku spojivkové tkáně. [5]

Sklerální rozptyl

Metoda, při níž je opět použit paralelní řez a světlo je nastaveno v úhlu 45–60° směřující na rohovkový limbus. Světelný paprsek se šíří rohovkou a tím umožňuje pozorovat afekce rohovky, které postihují značnou část plochy rohovky, ale ne celou rohovku, čímž můžeme sledovat postiženou a nepostiženou část. Správné nastavení signalizuje tzv. haló efekt, který je způsoben odrazy paprsků mezi endotelem a epitelem rohovky, až vznikne osvit, který rozzáří protilehlá část limbu. Pozorovat tak lze edém rohovky, cizí tělíška v oku, rohovkové zákalky, jizvy či těsná aplikace kontaktní čočky. [5]

Zpětné přímé osvětlení

Při tomto osvětlení pozorujeme oko ve světle odraženém proti osvětlenému pozadí, například proti červenému reflexu. Objekty jsou tmavší proti světlému pozadí. Využíváme tak osvětlení pozorovaných objektů odraženým světlem od duhovky nebo přední plochy čočky. [5]

Zpětné nepřímé osvětlení

Pozorujeme objekty proti černému pozadí. Odražený paprsek jde tedy mimo pozorovaný objekt. [5]

6.4 Osvětlení s filtry

Pro zvýraznění některých struktur oka se používají barevné filtry. Moderní štěrbinové lampy jsou vybaveny modrým kobaltovým, zeleným a žlutým filtrem.

Modrý kobaltový filtr

Používá se ve spojení s fluoresceinem, který se aplikuje do spojivkového vaku a zbarví tak slzný film. Při použití modrého kobaltového filtru pak můžeme na rohovce pozorovat malé zeleně zbarvené skvrny značící defekty rohovky, či kvalitu a tloušťku slzného filmu. [4, 5]

Zelený filtr

Blokují vlnové délky z červené oblasti spektra. Přes zelený filtr jsou tedy dobře viditelné cévy a krvácení, projevující se jako černé objekty proti zelenému okolí. Nejvíce se uplatňuje při barvení oka bengálskou červení. Ta barví mrtvé nebo degenerované epitelální buňky. Velmi dobře tak znázorňuje vlákna na rohovkovém epitelu při zánětu rohovky. [4, 5]

Žlutý filtr

Nejvíce se používá spolu s modrým kobaltovým filtrem a fluoresceinem. Žlutý filtr propouští zelené světlo, ale nepropustí odražené modré světlo, tudíž se tak zvýší kontrast obrazu. [4, 5]

Použití jednotlivých druhů osvětlení v kombinaci s velikostí zvětšení, šířkou štěrbinou a požitím filtru v závislosti na druhu vyšetřované struktury a vyhodnocovaných stavech názorně dokumentuje následující obr. 17.

OSVĚTLENÍ	ZVĚTŠENÍ	FILTRY	ŠÍŘKA ŠTĚRBINY	VYŠETŘOVANÉ STRUKTURY	VYHODNOCENÉ STAVY
Přímé	Malé	Ne	Široká	Rasy Bulbární spojivka Palpebrální spojivka	Zánět očního víčka (blepharitis) Hyperemie Pterygium Pinguecula Folikuly Papily Hyperemie
		Ne	Široká	Okraje víčka Kontaktní čočky	Melbomovy žlázy Průchodnost slzných kanálků Posazení
	Střední/velké	Ne	Střední	Rohovka Duhovka Kontaktní čočky Limbus	Opacity Nevus Kvalita povrchu Laserové značky Smačlivost Vaskularizace
		Modrý	Střední	Rohovka Spojivka	Barvení Barvení
	Velké	Ne	Úzká	Rohovka Slzný film	Ztenčování rohovky (dellen) Striae Rasy Hloubka lézí Morfologie endotelu Debris
Nepřímé	Malé	Ne	Střední	Rohovka	Opacity Zakalení středu rohovky
	Velké	Ne	Úzká	Rohovkový epitel Limbus	Mikrocysty Vakuoly Vaskularizace

Obr. 18 - Použití jednotlivých druhů osvětlení [6]

7 Využití v optometrické a oftalmologické praxi

Štěrbínová lampa je jedním z nejdůležitějších objektivních přístrojů uplatňujících se v oftalmologické a optometrické praxi. Umožňuje detailní vyšetření předního segmentu oka a je nezbytnou součástí předaplikačního vyšetření prvositele kontaktních čoček a jejich další péče. [6]

7.1 Postup při vyšetření na štěrbinové lampě

Vyšetření na štěrbinové lampě by mělo být důkladné a systematické. Osvětlovací a pozorovací soustava musí být propojena a musí zajistit dostatečně ostrý obraz. Vyšetřeny by měly být všechny tkáňové struktury oka, protože pacienti mnohdy udávají nepřesné údaje. Postup při vyšetření je tedy následující:

7.1.1 Nastavení zaostření přístroje

Jako první si vyšetřující nastaví okulár. K tomu slouží zaostřovací tyčinka dodávaná se štěrbinovou lampou, pomocí které vyšetřující zaostřuje úzký proužek štěrbinového světla nejdříve jedním okulárem (druhé oko zavře), a poté druhým okulárem. Jelikož vyšetření probíhá binokulárně, je nutné nastavit i vzdálenost mezi zorničkami, aby byl obraz jednotný. Správným nastavením okuláru se vyhneme akomodačnímu spazmu či únavě očí. Jestliže přístroj používá pouze jedna osoba, můžeme tento postup opakovat pouze občas. [5, 6]

7.1.2 Poloha pacienta

Druhým krokem je pohodlné a správné posazení a poučení vyšetřovaného. Po nastavení vyhovující výšky židličky, či stolku se štěrbinovou lampou požádáme pacienta, aby si opřel bradu a čelo. Oči by měly být na úrovni středu vertikálního pojezdu přístroje. Opěrku pro bradu tedy nastavíme tak, aby byl vnější koutek oka stejně vysoko jako pomocná značka na boční straně opěrky pro hlavu. Dále upozorníme pacienta na fixační bod, který udává směr pohledu, a který by měl pacient sledovat, nikoliv však zaostřovat z důvodu konvergence a únavy oka. Poté požádáme vyšetřovaného, aby zavřel oči. Osvětlovací rameno nastavíme do úhlu asi 45° a provedeme mírnou výškovou úpravu a fokusaci mikroskopu. Pokud je vše v pořádku, může začít samotné vyšetření. [5, 6]

7.1.3 Vyšetření pacienta

Samotné vyšetření začínáme vždy s difúzním osvětlením a při malém zvětšení. Dostaneme tak přehled o celém předním segmentu oka a víček. Při zavřených očích vyšetřovaného pozorujeme postavení řas a okraje víček.

Po otevření očí pozorujeme velikost a tvar oční štěrbinu, velikost zornice, barvu duhovky, okraje víček, průchodnost slzných kanálků a vývody žlázek. Dále pokračujeme již se středním zvětšením a bez matného filtru směrem od vnějšího koutku podél dolního víčka, kde sledujeme opět jeho okraj, postavení řas a při lehkém stáhnutí spodního víčka i spojivku a spodní část limbu, až k vnitřnímu koutku. Od nazálního koutku pokračujeme zpět k temporálnímu koutku přes horní víčko, kde vyšetřujeme horní část limbu, při everzi horního víčka i spojivku. Poté požádáme pacienta, aby se podíval do stran, přičemž sledujeme bulbární spojivku. Při pohledu přímo pak použijeme další techniky potřebné k vyšetření např. slzného filmu, rohovky a čočky. Z jedné techniky na druhou přecházíme plynule. Nalezené defekty přehledně zaznamenáme do karty pacienta pro porovnání s budoucím vyšetřením. [5, 6]

7.2 Využití štěrbinové lampy při aplikaci kontaktních čoček

Před první aplikací kontaktních čoček je za potřeby důkladné oční anamnézy, refrakce, správné volby optické mohutnosti kontaktní čočky a vyšetření předního segmentu oka pomocí štěrbinové lampy. Pro úspěšnou aplikaci a nošení kontaktních čoček je ovšem velmi důležitá i motivace klienta. Vyšetření pomocí štěrbinové lampy, pro posouzení možností potencionálního nositele kontaktních čoček a sledování stavu klienta, který čočky pravidelně nosí je zřejmě jedním z nejdůležitějších aspektů optometrické praxe. Vyšetření musí být úplné a důkladně zaznamenané do karty klienta. Vyšetření by mělo být pravidelné, aby vyšetřující včas zaznamenal případné změny, k nimž může v důsledku nošení kontaktních čoček docházet. [5, 6]

7.2.1 Vyšetření předního segmentu oka před aplikací KČ

Vyšetření předního segmentu oka před první aplikací kontaktních čoček zahrnuje everzi horního víčka tedy vyšetření spojivky a limbu, určení tuhosti víček, barvy duhovky, kontrolu zornicových reflexů, test slzivosti, zjištění kvality slzného filmu za pomoci fluoresceinu, frekvence mrkání a v neposlední řadě vyšetření celého předního segmentu oka, okrajů víček a postavení řas štěrbinovou lampou.

Vyšetření na šterbinové lampě začíná při malém zvětšení a difúzním osvětlení. Vyšetřující by měl širokým pruhem několikrát prohlédnout přední segment a připojené orgány, zda nejeví známky odlišnosti. U očních víček se zaměřuje zejména na možný výskyt zánětu či ječného zrna. Dále by měly být vyšetřeny okraje víček, z hlediska průchodnosti slzných kanálků a Meibomových žláz. Sleduje se také bulbární a palpebrální spojivka z důvodu možného překrvení. [5, 6]

Při středním zvětšení jsou vyšetřeny krevní cévy a při vodorovně otočeném paprsku je provedena everze horního víčka pro vyšetření spojivky. Sledována je pak celá rohovka, z důvodu nálezů různých infiltrátů v periferii rohovky nebo ztenčování rohovky. Za pomoci fluoresceinu a kobaltového filtru je pak zjištěna kvalita slzného filmu. [5, 6]

7.2.2 Vyšetření předního segmentu oka s naaplikovanou KČ

U měkkých kontaktních čoček je při malém zvětšení a se širokým paprskem difúzního osvětlení vyhodnocováno usazení čočky na rohovce, její pohyb, centrace a těsnost na oku. U torických čoček se hodnotí i správné umístění osy cylindru. Dále by mělo být vyšetřeno, zda pod čočkou nejsou žádné vzduchové bubliny či depozity. Zkontrolováno musí být také mrkání, jeho rychlost a úplnost. U pevných kontaktních čoček je při každé kontrole zaznamenána a kontrolována poloha horního víčka, protože je prokázáno, že dlouhé nošení pevných kontaktních čoček může způsobovat ptózu. [6, 21]

Usazení kontaktní čočky na rohovce

Kontaktní čočka by měla být s okem v primární poloze. Při mrkání by měla plně pokrývat rohovku, po které by se měla hladce a plynule pohybovat. Měkká kontaktní čočka by měla přesahovat limbus asi o 1 mm. [23]

Centrace kontaktní čočky

Čočka musí být při primárním pohledu centrována na střed rohovky. Při všech směrech pohledu musí plně krýt povrch rohovky. [23]

Pohyblivost kontaktní čočky

Pohyblivost kontaktní čočky je posuzována při pohledech nahoru, dolů, do boků a hlavně při mrkání. Při mrkání se sleduje spodní část čočky. V případě že spodní víčko tuto část zakrývá, sleduje vyšetřující čočku ve 4 a 8 hodině. V některých případech je však nutné spodní víčko lehce stáhnout. Ideální naměřený pohyb čočky by měl být mezi 0,2 – 0,4 mm. U modernějších, tenčích modelů čoček s vysokým obsahem vody a nízkým modulem pružnosti je pohyb méně viditelný než u starších typů, které jsou naopak pohyblivé více. V případě, že je pohyb čočky obtížné posoudit, je možno použít test push-up. [22, 23]

Push-up test

Jedná se o nejučinnější způsob, jak posoudit dynamické posazení čočky na oku. Vyšetřovatel posune čočku na oku svisle nahoru, a to prostřednictvím tlaku na okraj dolního víčka pomocí prstu. Čočka by se měla pomalu pohnout směrem vzhůru a poté samovolně sklouznout do původní polohy, přičemž je vyšetřujícím pozorována. Pozorovatel posuzuje relativní snadnost, se kterou je čočka posunuta a rychlost jejího navrácení do původní polohy. [22, 23]

Objektivní vyšetření správnosti výběru poloměru křivosti KČ

Kontrola se provádí pomocí fluoresceinu. Pomocí fluoresceinu se definitivně rozhodne o tvaru a výsledné geometrii korneální či sklerální pevné kontaktní čočky. U vyšetření usazení měkkých kontaktních čoček musíme použít vysokomolekulární fluoresceinovou sůl, která se nevstřebává do materiálu kontaktní čočky. Fluorescein se nanese pomocí speciálních papírků na rohovku a pozoruje se na štěrbinové lampě, při modrém kobaltovém osvětlení. Při strmě položené kontaktní čočce se hodně fluoresceinu shromažďuje uprostřed pod čočkou, což upozorňuje na příliš těsný kontakt mezi okraji čočky a rohovkovým epitelem. Čočka má menší průměr než oko pacienta a na oku se tedy téměř nepohybuje. Naopak při ploše položené kontaktní čočce se fluorescein shromažďuje na okraji čočky, což znamená, že jsou okraje čočky položeny dále od povrchu rohovky. Čočka má tedy větší průměr, než by měla mít a na oku se nepřiměřeně více pohybuje. [4, 5, 23]

Kontrola osy cylindru u torických kontaktních čoček

Po vložení torické kontaktní čočky do oka by se čočka měla nejpozději do tří minut sama správně nacentrovat. Vyšetřující poté zkontroluje její rotaci, aby byla objednána správná konečná kontaktní čočka. Všechny měkké torické čočky vyžadují nějakou formu značení právě proto, aby vyšetřující mohl určit správnou polohu osy cylindru. Každý výrobce používá různé označení, např. malou čárku v 6 hodině nebo 3 a 9 hodině. Na šterbinové lampě při mrkání klienta, a také při pohledech do stran vyšetřující sleduje, zda se příslušná značka příliš nevychyluje od své určené polohy. Jestliže se vychyluje o více jak 30° je rotace nestabilní a čočka nevyhovující. Klient mnohdy i subjektivně vnímá, že se mu obraz po mrknutí na chvíli rozmaže. Základním pravidlem je, že pokud se značka otáčí ve směru hodinových ručiček, hodnota osy cylindru se zvyšuje a naopak, pokud se otáčí proti směru hodinových ručiček, hodnota osy cylindru se snižuje. [5, 23, 24]

7.2.3 Vyšetření předního segmentu oka po vyjmutí KČ

Po vyjmutí kontaktní čočky z oka, zhruba po hodině, je zapotřebí prohlédnutí očních tkání na šterbinové lampě. Zkoumají se všechny oční struktury, nejvíce však ty, které jsou v přímém kontaktu s kontaktní čočkou. Pro kvalitní posouzení stavu oka je využito nejprve malého zvětšení a difúzního osvětlení pro celkové pozorování a následně se zvyšujícím se zvětšením specifitějších osvětlovacích technik pro podrobnější prohlédnutí struktur. Všechna pozorování by pak měla být zaznamenána do karty klienta. Jako první je prohlédnuta rohovka, zda nejeví známky otoku. Příznaky otoku rohovky totiž po vyjmutí čočky rychle mizí. [6, 22]

7.2.4 Kontrolní vyšetření

Kontrolní vyšetření probíhá obvykle po 14 dnech nošení kontaktní čočky. Klient na kontrolní vyšetření přichází s nasazenými čočkami. Proto se vyšetření provádí zejména v odpoledních hodinách, aby měl klient čočky nasazené co nejdelší možnou dobu, před vyšetřením. Vlastní kontrolní vyšetření by mělo obsahovat pohovor o průběhu nošení, kontrolní měření vízu s naaplikovanými kontaktními čočkami, kontrolu nasazování a sundávání čoček a v neposlední řadě vyšetření předního segmentu oka na šterbinové lampě nejdříve s naaplikovanou kontaktní čočkou a ihned poté i s vyjmutou kontaktní čočkou. Na šterbinové lampě je kontrolováno usazení čočky na oku, její

pohyb a vzhled povrchu kontaktní čočky. Sleduje se, zda pod čočkou nejsou usazené různé nečistoty a jestli i povrch čočky nevykazuje nějaké depozity. Vzhled čočky hodně napoví o dodržování správné či nesprávné doporučené péče. Déle je při velkém zvětšení a přímém osvětlení vyšetřeno, zda nejsou přítomny strie, řasy a mikrocyty na rohovce. [5]

7.2.5 Vyšetření slzného filmu s naaplikovanou KČ

Pro stanovení vzájemné interakce se rozlišuje slzný film před aplikací kontaktní čočky a slzný film v průběhu nošení čočky. Za normálních okolností je však funkce slzného filmu s kontaktní čočkou stejná jako bez ní, avšak někdy může mucinózní a tuková složka vytvořit usazeniny na povrchu KČ. Při aplikaci tvrdé kontaktní čočky se oddalují okraje víček od oka, v průběhu mrkání tedy nemusí být část epitelu na limbu mucinem smáčena. Tyto problémy se ještě stupňují u očí se zánětem rohovky či spojivky nebo při dysfunkci slzného filmu. Nejčastěji nacházíme v meridiánu 3 a 9 hodiny jamky v limbu rohovky nebo ztenčení. [4]

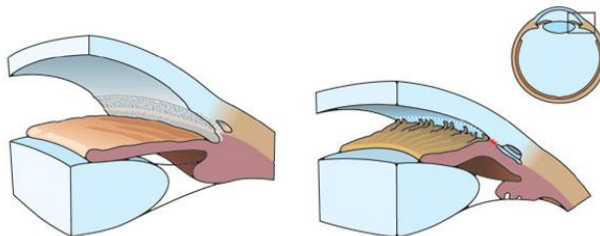
Při vyšetření si všímáme výšky slzného menisku, při okraji dolního víčka, přítomnosti hlenu a buněčných depozit, které bývají přítomny u syndromu suchého oka. Pozorujeme postavení víček, jestli se plně zavírají, dále vzhled víček, zda nejsou na okrajích ztlustělá, s rozšířenými vývody Meibomových žlázek. Všímáme si také výskytu horizontálních spojivkových řas, které jsou v 65 % přítomny u suchého zánětu rohovky a spojivky. Při poruchách slzného filmu nacházíme lokalizované prosáknutí bulbární spojivky, výrazné zmenšení až chybění slzných menisků, překrvení a vlákna na povrchu spojivky a rohovky. [4]

7.3 Využití šterbinové lampy, při diagnostice očních chorob

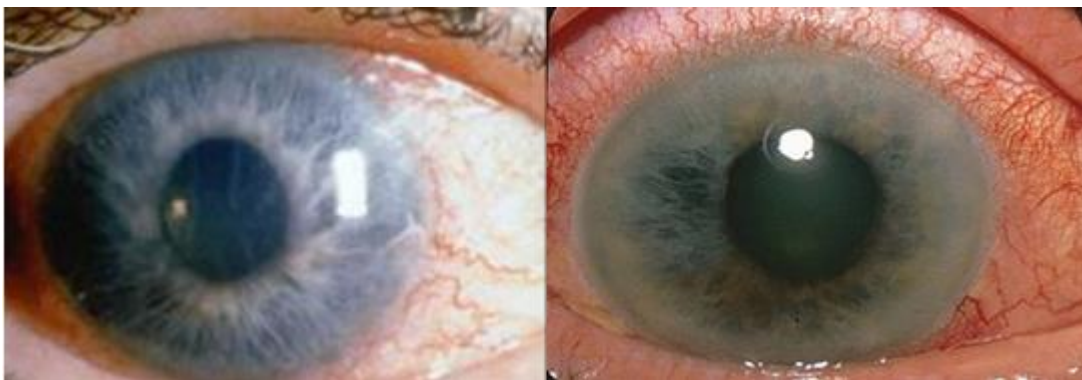
Nemoci očních tkání bývají způsobeny bakteriemi, viry, plísněmi a ve většině případů jsou také vlivem jiné nemoci, například cukrovky. Některé jsou podmíněné věkem, například katarakta, která je nejčastější příčinou slepoty v rozvojových zemích. Jiné oční choroby mohou být i vrozené, nebo bývají následkem různých úrazů oka. Nejčastějším onemocněním oka způsobující slepotu ve světě je šedý a zelený zákal a makulární degenerace. [25, 35]

7.3.1 Zelený zákal

Zelený zákal neboli glaukom je závažné oční onemocnění, u kterého se v podstatě jedná o vysoký tlak tekutiny uvnitř oka (tzn. nitrooční). Toto onemocnění může vést k poškození zrakového nervu, oko je hůře prokrováno, což v případě neléčení má často za následek úplné oslepnutí. Vyskytují se dva typy onemocnění. Glaukom s otevřeným úhlem (viz obr. 18 a 19) projevující se občasným rozmazaným viděním, mlhavým viděním s mírnými chronickými bolestmi hlavy a pocitem tlaku za očima. U glaukomu s uzavřeným úhlem (viz obr. 18 a 19) jsou příznaky náhlé silné bolesti, zarudnutí očí, zhoršené vidění spojené s nevolností a zvracením. [26]



Obr. 19 - Otevřený (vlevo) a uzavřený (vpravo) komorový úhel [26]

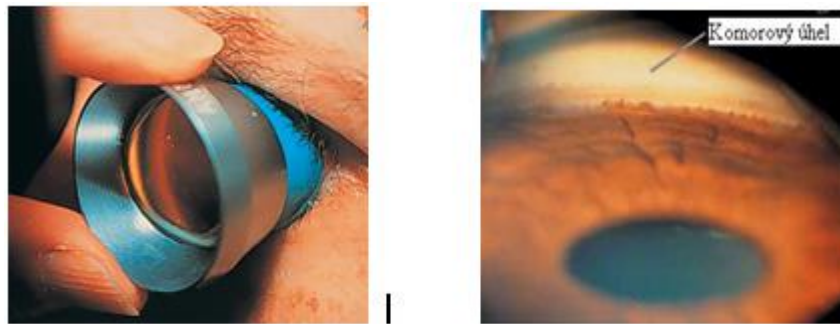


Obr. 20 - Glaukom s otevřeným úhlem (vlevo) a uzavřeným úhlem (vpravo) [27]

Vyšetření štěrbinovou lampou

V první řadě je zapotřebí změřit nitrooční tlak. Ten lze měřit i na štěrbinové lampě pomocí přídatných zařízení. Ke štěrbinové lampě lze většinou připevnit Goldmanův aplanační tonometr, jak je již zmíněno v kapitole Přídatná zařízení.

Komorový úhel lze na štěrbinové lampě vyšetřit pomocí Goldmannovy vyšetřovací kontaktní čočky (viz. kapitola Přídatná zařízení). Po znecitlivění rohovky se čočka, na které je kapka speciálního gelu nebo fyziologického roztoku přiloží na oko, osvětlovací soustava je nastavena přímo s pohledovým směrem zvětšovací soustavy. Komorový úhel je pozorovatelný zrcátkem vybroušeným pod úhlem 59°. Vyšetřující pak hodnotí, zda je úhel otevřený či uzavřený. Dalšími dvěma zrcátky lze pozorovat periferii sítnice. [26]



Obr. 21 - Vyšetření komorového úhlu pomocí goniočocky. Vpravo viditelné struktury komorového úhlu [26]

7.3.2 Šedý zákal

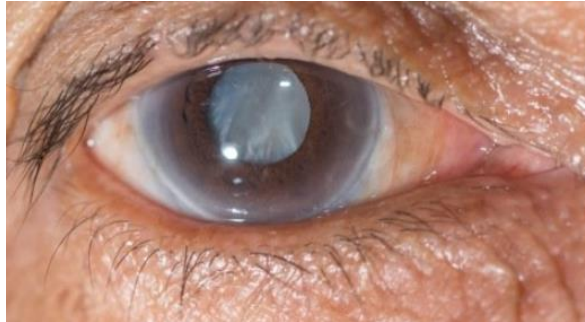
Katarakta neboli šedý zákal je časté onemocnění oka vyskytující se zejména u starších lidí. U katarakty se snižuje průhlednost oční čočky jako důsledek vnitřních metabolických změn a lze odstranit pouze chirurgickým zákrokem. Tato nemoc může mít více příčin. Je ovlivněna věkem, pohlavím (více jsou ohroženy ženy), lidskou rasou (více jsou ohroženi černoši), kouřením, cukrovkou, výživou, mírou znečištění ovzduší nebo trvalým užíváním některých léků. Projevuje se např. snížením zrakové ostrosti, zamlženým viděním nebo světloplachostí. [25]

Vyšetření štěrbinovou lampou

Vyšetření štěrbinovou lampou je pro diagnózu katarakty zásadní. Vyšetřen je celý oční segment. Zjišťuje se přítomnost jizev na spojivce. Hodnotí se tloušťka rohovky a stav endotelu. Dále je vyšetřena přední komora, abnormality komorového úhlu, zjišťuje se mělkost přední komory, která může být mělká u silné katarakty. Pro

implantaci nitrooční čočky je nutné provést gonioskopii. U duhovky je nutné zhodnotit velikost zornice a její reakce, přítomnost předních synechií a vaskularizaci.

Čočku je třeba pečlivě vyšetřit před mydriázou a potom v ní. Za fyziologických podmínek je čočka čirá. Pro vyšetření oční čočky je nejčastěji používána technika paralelních řezů. Šířka paprsku 4 mm a výška by měla být přizpůsobena tak, aby zabránila případným odrazům z duhovky. Důležité je zhodnotit průhlednost a polohu čočky a stav závěsného aparátu. [10, 11, 18]



Obr. 22 – Šedý zákal – katarakta [28]

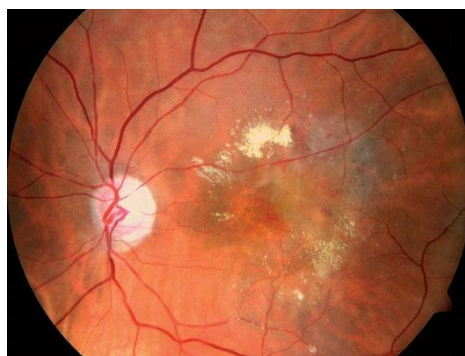
7.3.3 Makulární degenerace

Makulární degenerace značí degeneraci nejostřejšího místa vidění - žluté skvrny. Tato nemoc je ovlivněná převážně věkem a postihuje centrální část sítnice a zorné pole, v jehož středu pacient vidí šedý stín až černou skvrnu. Tento druh nemoci znemožňuje čtení, řízení automobilu, rozpoznávání lidských tváří, sledování televize a může vést k celkové slepotě. Makulární degenerace má dvě formy – suchou a vlhkou. V makule postižené suchou formou nacházíme drúzy (viz obr. 23). U vlhké formy (viz obr. 24) dochází k prorůstání novotvořených cév pod sítnicí, můžeme najít šedavou lézi lokalizovanou pod sítnicí, bývá přítomno krvácení, fibróza, edém nebo tvrdé exsudáty.

Standardní součástí vyšetření oftalmologem je vyšetření předního segmentu oka na šterbinové lampě a vyšetření sítnice s důrazem na oblast makuly. Vyšetření se provádí v mydriáze pomocí kontaktních či nekontaktních vyšetřovacích čoček na šterbinové lampě, hlavní výhodou je binokulární pohled na vyšetřovanou oblast a trojrozměrný vjem vyšetřujícího oftalmologa. [31]



Obr. 23 - Suchá forma - tvrdé drúzy [32]



Obr. 24 - Vlhká forma s edémem [32]

8 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá štěrbinovou lampou – přístrojem sloužícím k vyšetření oka, zejména jeho předního segmentu. Cílem práce bylo stručně popsat a shrnout historický vývoj, konstrukci moderní štěrbinové lampy a zařízení, které lze ke štěrbinové lampě přidat. V neposlední řadě také popsat techniky vyšetření a jejich využití v optometrické a oftalmologické praxi.

Jelikož je štěrbinová lampa využívána běžně oftalmologem, ale i optometristou, za hlavní přínos práce lze tedy považovat ucelení tématu a seznámení čtenáře s tímto přístrojem a jeho využitím v praxi. Dále pak práce poukazuje na to, že se moderní konstrukce tohoto přístroje v základě příliš neliší od historicky starších modelů, ale největší změny jsou viditelné v možnostech dalších vyšetření pomocí přídatných zařízení a v možnostech digitálního záznamu provedených vyšetření.

Tato práce mi pomohla pochopit konstrukci a funkci štěrbinové lampy a může tak posloužit i dalším studentům k ucelení jejich vědomostí o tomto přístroji, zejména pak zorientování se ve velkém množství technik vyšetření.

Seznam použité literatury

- [1] RUTRLE, M. *Přístrojová optika*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000. ISBN 80-7013-301-5.
- [2] CARL ZEISS MEDITEC AG. *Eye Examination with the Slit Lamp*. [online]. © 2012. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z:
[https://www.zeiss.com/88256DE3007B916B/0/506FBA0E8FCB598E882571D8007D4B40/\\$file/spaltlampen_eye_exam_en.pdf](https://www.zeiss.com/88256DE3007B916B/0/506FBA0E8FCB598E882571D8007D4B40/$file/spaltlampen_eye_exam_en.pdf)
- [3] GONZÁLEZ-CAVADA BENAVIDES, Javier. *Atlas of slit lamp: Ocular Biomicroscopy*. Madrid: Lettergraf, S.L., 2004. ISBN 933569-0-5
- [4] SYNEK S., SKORKOVSKÁ Š. *Kontaktní čočky*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2003. ISBN 80-7013-387-2.
- [5] PETROVÁ, S *Základy aplikace kontaktních čoček*. Brno: Národní centrum Ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2004. ISBN 80-7013-399-6.
- [6] THE VISION CARE INSTITUTE. *Základy kontaktologické praxe*. © 2012. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z:
http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/Zakladykontaktologickepraxe_Vysetrenisterbinovoulampou.pdf
- [7] COSTRUZIONE STRUMENTI OFTALMICI. *Návod-štěrbinová lampa CSO SL 980*. Itálie. Základní součásti přístroje,
- [8] OCULUS. *Štěrbinové lampy*. [online]. © 2013. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z:
http://www.oculus.cz/sterbinove_lampy
- [9] CMI. *Ruční štěrbinová lampa HSL150*. [online]. © 2005-2017. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z:
<http://www.cmi.sk/oftalmologie/diagnostika-1/sterbinove-lampy/rucni-sterbinova-lampa-hsl150>
- [10] GROSVENOR T. *Primary care optometry*. Missouri: Elsevier, 2007. ISBN 10: 0-7506-7575-6

- [11] KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [12] HLOŽÁNEK, M. *Přístrojová technika v oftalmologii*. [online]. © 2006. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/2785549-Pristrojova-technika-v-oftalmologii.html>
- [13] DUANE'S OPHTHALMOLOGY. *Principles of Ophthalmology*. [online]. © 2006. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/index.html>
- [14] ROZSÍVAL P.: *Trendy soudobé oftalmologie*, svazek 4., Praha: Galén 2007. ISBN 978-80-7262-470-6
- [15] GUZDEK, D. *Zvětšovací systémy v oftalmologii: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2014.
- [16] INNOVA. *Haag SL*. [online]. © 2005-2017. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.innovamed.com/sites/default/files/184_Haag-SLs.pdf
- [17] DIYTRADE. *Slit lamp*. [online]. © 1999-2017. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: http://www.diytrade.com/china/pd/10605571/slit_lamp_microscope_eyepiece_adaptor_for_digital_camera.html
- [18] DOSHI, S., HARVEY, W. *Eye Essentials: Assessment and Investigative Techniques*. Butterworth: Heinemann, 2005. ISBN 978-0-7506-8853-6.
- [19] KIRIČENKOVÁ, L. *Diagnostické zobrazovací metody v oftalmologii: Bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2008.
- [20] OČNÍ OPTIK. *Oko*. © 2011. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: http://www.ocnioptik.eu/content/images/design/2011/oko_foto_%201.jpg
- [21] THE VISION CARE INSTITUTE. [online]. © 2012. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://www.thevisioncareinstitute.co.uk/sites/default/files/private/uk/pdf/ECLP%20Chapter%202010.pdf>

[22] THE VISION CARE INSTITUTE. [online]. © 2012. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z:

[http://www.thevisioncareinstitute.co.uk/sites/default/files/private/uk/pdf/ECLP%20Chapter% 205.PDF](http://www.thevisioncareinstitute.co.uk/sites/default/files/private/uk/pdf/ECLP%20Chapter%205.PDF)

[23] THE VISION CARE INSTITUTE. [online]. © 2012. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z:

<http://www.thevisioncareinstitute.co.uk/sites/default/files/private/uk/pdf/ECLP%20Chapter%207.PDF>

[24] PETROVÁ, S., SYNEK S. *Úvod do speciální kontaktologie* [online]. ©2010 [cit. 2017-04-04]. ISBN 1802-128X. Dostupné z:

<https://is.muni.cz/auth/do/1499/el/estud/lf/js10/kontakt/web/index.html>

[25] KVAPILÍKOVÁ K. *Přehled chorob zrakového ústrojí*. Brno: NCO NZO, 2003, ISBN-10:80-7013-380-5

[26] GLAUKOM.DE. *Glaukom*. [online]. ©2010 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z:

<http://www.glaukom.de/>

[27] WIKISKRIPTA. *Glaukom* [online]. ©2015 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z:

<http://www.wikiskripta.eu/index.php/Glaukom>

[28] MEDLICKER. *Šedý zákal*. [online]. ©2017 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z:

<https://cs.medlicker.com/382-sedy-zakal-priciny-priznaky-diagnostika-a-lecba>

[29] FOJTŮ, A. *Štěrbinová lampa-typy, optické principy přístrojů, využití v optometrické a oftalmologické praxi: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2013.

[30] Vyšetření slzného filmu. *THE VISION CARE INSTITUTE* [online]. © 2012 [cit. 2017-04-10]

http://www.thevisioncareinstitute.cz/sites/default/files/content/cz/Vysetreni_slzneho_filmu.pdf

[31] KOLÁŘ, P., a kol. *Věkem podmíněná makulární degenerace*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2605-2

- [32] POSTGRADUÁLNÍ MEDICÍNA. *Věkem podmíněná okulární degenerace*. [online]. ©2016 [cit. 2017-04-07]. Dostupné z:
<http://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/vekem-podminena-makularni-degenerace-principy-a-lecba-450134>
- [33] BAČINSKÁ, K. *Význam vyšetřovacích metod nitroočního tlaku: absolventská práce*. Praha: Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední zdravotnická škola, 2013.
- [34] URBANOVÁ, M. *Afokální fotografie na štěrbinové lampě: diplomová práce*. Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, 2014.
- [35] KOLÍN, Jan. *Oftalmologie praktického lékaře*. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-861-X

Seznam obrázků

Obr. 1 - Carl Wilhelm von Zehenderův binokulární mikroskop [2].....	7
Obr. 2 - Bausch&Lomb šterbinová lampa podle Koeppeho[2]	8
Obr. 3 - Šterbinová lampa sestavena H. Littmannem [2]	9
Obr. 4 - Optické schéma šterbinové lampy [1]	11
Obr. 5 - Köhlerův princip zobrazení [2]	12
Obr. 6 - Nákres zvětšovací soustavy [2]	14
Obr. 7 - Detailní popis komponentů šterbinové lampy CLO SL 980 [7]	18
Obr. 8 - Šterbinová lampa NIDEK SL-250 (systém Haag Streit) [8].....	20
Obr. 9 - Šterbinová lampa NIDEK SL-1800 (systém Zeiss) [8]	20
Obr. 10 - Ruční šterbinová lampa HSL 150 [9].....	21
Obr. 11 - Rameno s kuzelem k aplanační tonometrii připevněné na š.l.[12].....	26
Obr. 12 - Připojení fotoaparátu na dělič paprsků[16]	29
Obr. 13 - Připojení fotoaparátu k okuláru[17]	29
Obr. 14 – Začleněná videokamera [18]	30
Obr. 15 - Keratokonus zachycený digitálním Foto Sl [19]	30
Obr. 16 Standardní zobrazení pomocí LOCS III [19]	31
Obr. 17 - Části oka [20]	32
Obr. 18 - Použití jednotlivých druhů osvětlení [6]	37
Obr. 19 - Otevřený (vlevo) a uzavřený (vpravo) komorový úhel [26]	44
Obr. 20 - Glaukom s otevřeným úhlem (vlevo) a uzavřeným úhlem (vpravo) [27].....	44
Obr. 21 - Vyšetření komorového úhlu pomocí goniočocky. Vpravo viditelné struktury komorového úhlu [26]	45
Obr. 22 – Šedý zákal – katarakta [28]	46
Obr. 23 - Suchá forma - tvrdé drúzy [32]	47
Obr. 24 - Vlhká forma s edémem[32].....	47