

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

**SÁRA
NETOLICKÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů**

**Změny zrakových funkcí v důsledku onemocnění Covid-19 a souvisejících
preventivních opatření**

**Changes in visual function due to Covid-19 disease and related preventive
measures**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Sára Netolická

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jana Urzová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: MUDr. Josef Štorm

Kladno 2022

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Netolická** Jméno: **Sára** Osobní číslo: **491795**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Optika a optometrie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Změny zrakových funkcí v důsledku onemocnění Covid-19 a souvisejících preventivních opatření

Název bakalářské práce anglicky:

Changes in visual function due to Covid-19 disease and related preventive measures

Pokyny pro vypracování:

Studentka zpracuje formou rešerše témata související se zaměřením práce: anatomii a fyziologii oka, zrakové funkce a jejich vyšetřování, onemocnění Covid-19 a jeho možné následky a vlivy na zrakové funkce, provedená epidemiologická opatření a změny chování klientů jako jejich důsledek. Cílem práce je zpracovat téma možného vlivu všech jevů souvisejících s onemocněním Covid-19 na zrakové ústrojí. V rámci praktické části bakalářské práce bude studentka provádět refrakční vyšetření pro skupinu vybraných osob, které onemocnění Covid-19 prodělaly. Výsledky měření bude následně porovnávat jednak se stavem před onemocněním, jednak po uzdravení. Pro tyto osoby sestaví dotazník týkající se studované problematiky a na jeho základě vyhodnotí dopad onemocnění Covid-19 i z pohledu změn chování klientů v důsledku platných opatření.

Seznam doporučené literatury:

- [1] AURATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ, Nauka o zraku, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, ISBN 80-7013-362-7
- [2] KUCHYŇKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8
- [3] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínium, 2006, ISBN 80-7262-404-0

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Jana Urzová, Ph.D.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

MUDr. Josef Štorm

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: **22.09.2023**

Název bakalářské práce: Změny zrakových funkcí v důsledku onemocnění Covid-19 a souvisejících preventivních opatření

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá otázkou, zda může dojít ke změnám zrakových funkcí vlivem onemocnění Covid-19 a následujících opatření spojených s tímto onemocněním. Nejprve se v teoretické části této práce dozvíte anatomický popis zrakového ústrojí, dále popis refrakčních vad a způsoby jejich měření, následně teoretický popis a souhrn informací o onemocnění Covid-19 a v poslední kapitole vliv tohoto onemocnění a pandemických opatření na zrakové ústrojí. Praktická část je zaměřena na změnu zrakové ostrosti vlivem onemocnění Covid-19 a vnímání očních příznaků z pohledu home-office a kontaktně pracujících lidí.

Klíčová slova:

Covid-19, eye influence, conjunktivitis, dry eye symptoms

Bachelor's Thesis title: Changes in visual function due to Covid-19 disease and related preventive measures

Abstract:

This bachelor thesis addresses the question of whether changes in visual function may occur due to Covid-19 and subsequent measures associated with this disease. First, the theoretical part of this thesis provides an anatomical description of the visual system, followed by a description of refractive errors and how they are measured, then a theoretical description and summary of information about Covid-19 disease, and in the last chapter the impact of this disease and pandemic measures on the visual system. The practical part focuses on the change in visual acuity due to Covid-19 disease and the perception of ocular symptoms from the perspective of home-office and contact workers.

Key words:

Covid-19, eye influence, conjunktivitis, dry eye symptoms

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Janě Urzové, Ph.D., pod jejíž vedením jsem bakalářskou práci psala.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Změny zrakových funkcí v důsledku onemocnění Covid-19 a souvisejících preventivních opatření*“ 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), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne

.....

podpis

Obsah

Obsah

1	Úvod	9
2	Anatomie zrakového ústrojí	10
2.1	Stěna oční koule	11
2.1.1	Vazivová vrstva (tunica fibrosa bulbi)	11
2.1.2	Střední vrstva (tunica vasculosa)	12
2.1.3	Vnitřní vrstva oka (tunica interna bulbi)	14
2.2	Obsah oční koule	15
2.2.1	Čočka (lens cristalina)	15
2.2.2	Sklivec (corpus vitreum)	15
2.2.3	Oční komory (camerae bulbi)	15
2.2.4	Komorový mok (humor aquosus)	16
2.3	Přídavné oční orgány	16
2.3.1	Očnicové svaly	16
2.3.2	Vazivový aparát očnice (fascie orbitales)	17
2.3.3	Víčka (palpebrae)	17
2.3.4	Spojivka (tunica conjunctiva)	18
2.3.5	Slzné ústrojí	18
3	Vyšetření zrakové ostrosti	19
3.1	Úvod do vyšetření zrakové ostrosti a refrakčních vad	19
3.1.1	Myopie	20
3.1.2	Hypermetropie	21
3.1.3	Astigmatismus	21
3.1.4	Akomodace	23
3.1.5	Presbyopie	24
3.2	Anamnéza	24
3.3	Vyšetření zrakové ostrosti	25
3.3.1	Objektivní refrakce	25
3.3.2	Subjektivní refrakce	26
3.3.3	Vyšetření zrakové ostrosti do dálky	26
3.3.4	Stanovení cylindru	28

3.3.5	Posouzení binokulárního vidění	29
3.3.6	Stanovení sférické mohutnosti do blízka.....	31
4	Onemocnění Covid-19.....	33
4.1	Charakteristika koronaviru.....	33
4.2	Průběh onemocnění.....	36
4.2.1	Přenos	36
4.2.2	Symptomy.....	40
4.3	Prevence.....	40
5	Možný vliv Covidu 19 na zrakové ústrojí	43
5.1	Způsob nákazy virem SARS-CoV-2.....	43
5.2	Oftalmické projevy covidu-19	45
5.2.1	Konjunktivitida.....	45
5.2.2	Keratokonjunktivitida.....	46
5.2.3	Symptomatické projevy na retině.....	47
5.2.4	Dakryoadenitida.....	48
5.2.5	Orbitální celulitida.....	49
6	Praktická část bakalářské práce	53
6.1	Cíl práce, motivace a hypotézy	53
6.1.1	Motivace a hypotézy.....	53
6.2	Použitá metodika.....	54
6.2.1	Použité pomůcky	54
6.2.2	Průběh měření.....	54
6.3	Výsledky	56
7	Diskuze	59
7.1	Analýza hypotéz	60
8	Závěr.....	66
	Seznam použité literatury	67
	Seznam obrázků.....	70

1 Úvod

Oči jsou jedny z nejdůležitějších smyslových orgánů. Proto je nutné je chránit ať už před vnějšími nebo vnitřními vlivy. Vnitřní vliv na jedince může mít například onemocnění, které může zhoršit zrakovou ostrost nebo zapříčinit vznik patofyziologických defektů na oční tkáni.

Na podzim roku 2019 se v čínské provincii Chu-pej v nejlidnatějším městě střední Číny Wu-chanu objevilo zatím neidentifikované onemocnění způsobující pneumonii a respirační potíže. Světová zdravotnická organizace, WHO, toto onemocnění označila jako „Corona Virus Disease 2019“, dále známo pod názvem covid-19. Onemocnění covid-19 se dále rozšířilo po ostatních provinciích Číny, následně do Asie, Austrálie, Evropy, Afriky a Ameriky. Dne 30. ledna 2020 WHO vyhlásila globální zdravotní nouzový stav a následně dne 11. března 2020 prohlásila šíření onemocnění covid-19 za pandemii.

Díky vědeckým výzkumům onemocnění covid-19 je známo velké množství informací o šíření onemocnění, jeho mutacích, symptomatických projevech a preventivních opatřeních. Vzhledem k rychlosti šíření onemocnění se mezi nakaženými objevila i většina mých příbuzných, u nichž byl jedním ze symptomů pocitové zhoršení zraku, bolest očí při pohledu do strany nebo syndrom suchého oka.

Na základě těchto informací jsem se rozhodla v bakalářské práci probádat vliv onemocnění covid-19 a navazujících pandemických opatření na zrakové ústrojí.

V teoretické části se budu zabývat teoretickým anatomickým rozborem zrakového ústrojí, dále refrakčními vadami a jejich korekcí, rozborem onemocnění covid-19 a vlivem samotného onemocnění a pandemických opatření na zrakové ústrojí.

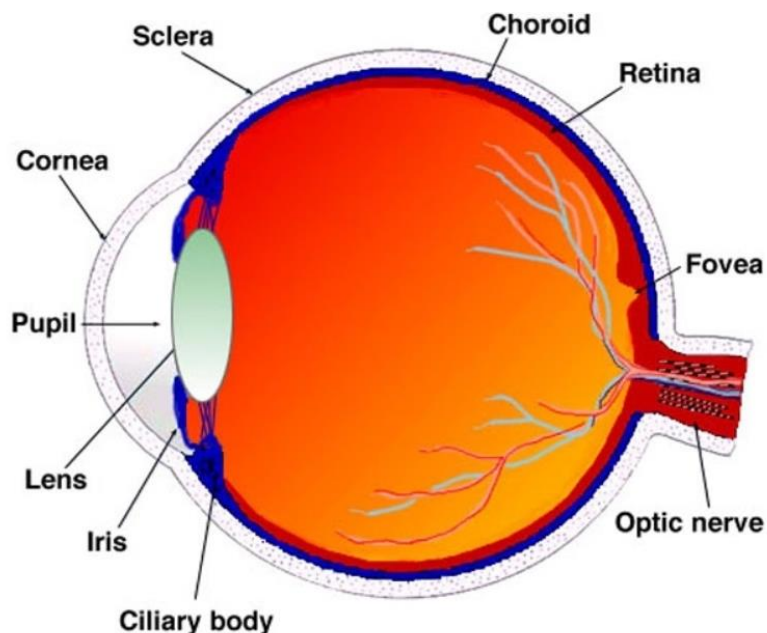
Dále budu v praktické části této práce zkoumat vliv onemocnění a pandemických opatření přímo na zrakovou ostrost zkoumaných probandů. Následně budu zjišťovat četnost vedlejších příznaků demonstrujících vliv pandemie na přední segment oka a případně na zrakové funkce.

2 Anatomie zrakového ústrojí

Zrakové ústrojí je tvořeno oční koulí a přídatnými zrakovými orgány. Oční koule je tvořena stěnou oční koule a jejím obsahem. Má průměr zhruba 23 mm a je kulovitého tvaru. Na přední část oka se upínají šlachy přímých okoohybných svalů, ze zadní části oční koule vystupuje silný zrakový nerv (nervus opticus). [2, 3]

Oční koule je z vrchu chráněna očníci, kterou rozdělujeme na kostěnou a měkkou očníci. Kostěná očníci má tvar čtyřboké pyramidy. Podstava pyramidy tvoří vchod do očníci a vrchol pyramidy, jdoucí do vnitra lebky, obsahuje otvor pro vývod zrakového nervu a okoohybných svalů. Měkká očníci je tvořena orbitálními septy a víčky, a dále Tenonovou fascií, která umožňuje pohyb bulbu všemi směry. Pevně se upíná k obalům optika a mezi úpony přímých svalů a s limbem. [4, 5]

Oční koule obsahuje struktury propouštějící světelné paprsky. Patří sem čočka (lens cristalina), sklivec (corpus vitreum), obsah přední a zadní komory (camera bulbi anterior et posterior) a komorový mok (humor aquosus). [2]



Obrázek 1: Anatomie oka [30]

2.1 Stěna oční koule

Stěna je tvořena třemi vrstvami: vnější vazivovou vrstvou, střední cévnatou vrstvou a vnitřní vrstvou, která je bohatá na nervová zakončení.

2.1.1 Vazivová vrstva (*tunica fibrosa bulbi*)

Tuto vrstvu tvoří tuhý a pevný vazivový obal oční koule, který je složen ze svalů a šlach. Je součástí optického prostředí oka a dělíme ji na bělimu (*sclera*) a rohovku (*cornea*). [2]

Bělima (*sclera*)

Bělima je bílá, neprůhledná tkáň tvořící stavební i funkční podporu z hustého kolagenního vaziva. Kolagenní vlákna tvoří svazky, které jsou uspořádány vedle sebe. V prostorech mezi vlákny se dále nachází fibroblasty a zbytek základní hmoty. Bělima se skládá ze tří vrstev: episkléry, stromatu a laminy fuscý. Episkléra je povrchová vrstva tvořená vazivovou tkání. Stroma je složeno převážně z kolagenních vláken a lamina fusca je nejspodnější vrstva naléhající na uveu. Bělima je ze 70 % tvořena vodou. Kyslík a živiny dostává difúzí z episklerální cévní sítě, kterou prostupují cévy pro nitrooční struktury. [2, 3, 4, 5]

Rohovka (*cornea*)

Přední, průhledná, bezbarvá a více zakřivená část vazivové vrstvy, která zaujímá asi 20 % povrchu oční koule. Rohovka není zakřivená všude stejně, vertikální zakřivení rohovky je lehce strmější, cca 12 mm a horizontální je naopak plošší, cca 11 mm. Toto způsobuje vznik drobného fyziologického astigmatismu podle pravidla. Vertikální zakřivení je strmější z důvodu mrkání. Víčka jemně tlačí na bulbus a vzniká tak astigmatismus o hodnotě zhruba 0,5 D, který je následně vyrovnán astigmatismem čočky. Optická mohutnost rohovky je +43 D z celkové optické mohutnosti oka, která je +60 D.

Rohovka se periferním směrem oplošťuje a tvoří rozptylku, která vzniká rozdílným zakřivením přední a zadní plochy. Přední plocha rohovky (*facies anterior corneae*) je zakřivená 7,7 mm a zadní plocha rohovky (*facies posterior corneae*) má zakřivení 6,6 mm. [3]

Rohovka je tvořena pěti vrstvami. Směrem od povrchu ji tvoří epitel (*epithelium anterius*), Bowmanova membrána (*lamina limitans anterior*), stroma (*substantia propria corneae*), Descemetova membrána (*lamina limitans posterior*) a endotel (*endothelium camerae anterioris*). [2, 3]

Epitel je tvořen dlaždicovými buňkami, které tvoří čtyři až šest vrstev. Končí zde mnoho volných nervových zakončení. Epitel rohovky se kompletně obmění za 7 až 10 dní, jeho poranění se tím pádem hojí velice rychle.

Bowmanova membrána tvoří amorfni hmotu, která zahušťuje stroma, a tvoří tak jeho povrch. Vrstva je tenká 8–14 μm . Od rohovky je oddělena pomocí bazálních buněk vysokých 18 μm a širokých 10 μm .

Stroma je tvořeno kolagenními fibrilami, které jsou uspořádány do 300–500 rovnoběžných lamel. Lamely jsou rozprostřeny od limbu přes celou rohovku, stáčí se, a tvoří tak prstenec široký 1,5 až 2 mm, který udržuje zakřivení rohovky.

Stroma je od endotelu odděleno pomocí Descemetovy membrány, která je tvořena mřížkou kolagenních fibril a je relativně pevná. Při narození je tlustá 3 μm a s věkem se postupně zesiluje až na 10 až 15 μm . [2, 4]

Endotel je vrstva plochých, většinou hexagonálních buněk, které kryjí zadní plochu rohovky a vystylají celou přední komoru oční. Vytváří pravidelnou mozaiku, která je 20 μm široká a 5 μm vysoká. Po narození je hustota endotelových buněk na mm^2 3500–4000 a jejich počet se následně snižuje průměrně o 0,5 % za rok. Pokud klesne počet buněk pod 700 b/ mm^2 , buňky nestačí odstraňovat vodu ze stromatu, a tak dojde ke vzniku edému rohovky. Tím, že se endotelové buňky v případě úbytku nebo poranění nedokáží dělit, a přesto musí být schopné pokrýt celou plochu rohovky, dochází k jejich zvětšení (polymegatismus), nebo změně jejich tvaru (polymorfismus). [2]

2.1.2 Střední vrstva (tunica vasculosa)

Střední vrstva je tvořena vazivovou a cévnatou vrstvou živnatky, jejíž hlavní funkcí je zásoba oka krví.

Živnatka (uvea)

Poměrně tenká vrstva tvořená řídkým kolagenním vazivem s cévami a melanocyty. Skládá se ze tří částí: duhovky (iris), cévnatky (choroidea) a řasnatého tělíška (corpus ciliare). Uvea zásobuje oko krví z přední a zadní větve oftalmické arterie, produkuje komorovou vodu, umožňuje kontrakci ciliárního svalu a tím i akomodaci. Díky kontrakci také dochází k vyššímu odtoku komorové vody. [2, 4, 5]

Živnatka obsahuje cévy, řídké vazivo, pigmentové buňky a hladké svalové buňky, které svojí funkcí dokáží přizpůsobit optickou mohutnost oka, čímž oko takzvaně akomoduje. Množství pigmentu i s cévami dohromady tvoří tepelnou i světelnou izolaci. [2]

Cévnatka (choroidea)

Je to černohnědá, cca 0,2 až 0,4 mm tenká vrstva, která je od skléry oddělena tenkou vrstvičkou vaziva. Díky své pigmentaci pohlcuje veškeré vstupující světlo, a reguluje tak osvětlení sítnice. Cévnatka má tři hlavní vrstvy: zevní vrstvu s mohutnými žilami (lamina vasculosa), střední vrstvu s hustou kapilární sítí (lamina choroidicapillaris) a vnitřní vrstvu oddělující cévnatku od pigmentového epitelu (lamina basalis). Vyživuje pigmentové buňky sítnice, tyčinky i čípky. V zadní části cévnatky se nachází otvor, kterým prochází žíly, tepny a vlákna zrakového nervu. Díky tlaku v kapilárách a vazivové síti je schopna tahat za okraj corpus ciliare směrem dozadu, a napínat tak závěsný aparát čočky, a tím zaostřovat čočku do dálky. [2, 3]

Řasnaté těleso (corpus ciliare)

Má tvar řasnatého prstence a v okolí sklerálního rozhraní srůstá s bělimou. Jeho příčný řez má tvar trojúhelníku a zadní plocha přirůstá k cévnatce, kdežto plocha směrem dopředu se pomalu ztlušťuje a přirůstá k duhovce. Vnitřní část řasnatého tělesa je vybavena paprscitě uspořádanými řasami dlouhými 2-3 mm a vysokými 1 mm. Mají sekreční funkci, a do zadní komory oční vylučují komorový mok. Zadní plocha přirůstající k cévnatce se nazývá orbiculus ciliaris. V pruhu mezi orbiculus ciliaris a corona ciliaris je připevněn závěsný aparát čočky. Závěsný aparát je ovládán pomocí musculus ciliaris. Svojí kontrakcí uvolňuje závěsný aparát čočky. Ta svojí pružností mění tvar a optickou mohutnost oka. Povrch řasnatého tělesa kryje slepá část sítnice. [2, 5]

Duhovka (iris)

Má tvar mezikruží s centrálně uloženým otvorem (pupilou). Svým postavením rozděluje oko na přední a zadní komoru oční s komorovým mokem. Přední plocha duhovky podmiňuje barvu oka podle množství pigmentu. Duhovka má také lakuny a krypty, tvořené řídkým vazivem a hladkou svalovinu. Hladká svalovina je uspořádána do dvou systémů.

- Svěrač zornice (musculus sphincter pupillae), který svou kontrakcí způsobuje zúžení pupily (miosis), čímž omezí množství světla, které proniká do oka. Je ovládán parasympatikem.

- Rozvěrač zornice (musculus dilatator pupillae) kontrakcí zornici rozšiřuje (mydriasis). Je ovládán sympatikem. [1, 2, 3, 5]

2.1.3 Vnitřní vrstva oka (tunica interna bulbi)

Vnitřní vrstva vystylá celou dutinovou stranu oční koule, tedy celý zadní segment oka, a je tvořena sítnicí.

Sítnice (retina)

Vystylá celou dutinovou stranu oční koule, tedy celý zadní segment oka. Vznikla jako výchlipka z diencefala. Zevní plocha se stala pigmentovým epitelem sítnice, který je pokryt Mülerovými buňkami a naléhá na uveu. Vnitřní plocha navazuje na sklivec a je pokryta světločivnými buňkami. [2, 3]

Přední oddíl sítnice, pars coeca retinae, tvoří části přiléhající k vnitřní straně řasnatého tělesa a zadní ploše duhovky. Tyto části lze rozdělit do devíti vrstev, a jsou označovány jako slepá část sítnice. Neobsahuje žádné světločivné buňky. Pars optica retinae, zadní oddíl sítnice, pokrývá celý vnitřní povrch cévnatky a slouží ke zrakové funkci.

Optická část sítnice (pars optica retinae) je tenká křehká blána, silná zhruba 0,1 až 0,4 mm, která naléhá na cévnatku. Díky cévám v cévnatce má při vyšetření oranžovou až červenou barvu. Na očním pozadí (fundus oculi) proti zadnímu pólu oka, leží žlutá skvrna (macula lutea). Má kruhovitý tvar o průměru 3 mm, a v jejím středu je prohlubeň fovea centralis. Má syté červenou barvu a představuje místo nejostřejšího vidění. V této oblasti jsou nakupeny čípky s největší hustotou. Při výpadku makuly vzniká centrální skotom.

Mediálně 4 mm od žluté skvrny se nachází bílé políčko, discus nervi optici, tvaru kruhu o průměru 1,5 mm, kterým odstupuje z oční koule zrakový nerv. Je tvořen výběžky neuronů zvaných ganglion nervi optici a neobsahuje žádné čípky ani tyčinky. Chová se jako fyziologická slepá skvrna. Při nadměrném vyklenutí slepé skvrny dojde ke zvýšení nitroočního tlaku a edému papily. [1, 2]

Lidská sítnice obsahuje cca 5 milionů čípků a asi 14 milionů tyčinek. Stárnutím se počet čípků nemění, ale hustota tyčinek se snižuje o 30 %. Čípky umožňují zrakovou ostrost a barevné vidění. Tyčinky se uplatňují pro vnímání světelných rozdílů při velmi nízkém osvětlení. Tyčinky jsou citlivé na světlo, protože obsahují pigment rodopsin, který je schopen zachytit fotony. [4]

2.2 Obsah oční koule

Obsah oční koule je tvořen očními komorami, které jsou vyplněné komorovým mokem. Komory jsou postavením oční čočky rozděleny na přední a zadní komoru oční. Za zadní komorou oční se nachází sklivce, který vyplňuje zbylý prostor bulbu.

2.2.1 Čočka (lens cristalina)

Čočka má tvar bikonvexní spojné čočky, je čirá a průhledná, a s přibývajícím věkem žloutne. Index lomu čočky je 1,44 až 1,55. Má tři základní funkce: akomodace, refrakce a udržení své vlastní transparentnosti. Je zavěšena na závěsném aparátu. Skládá se z pouzdra, epitelu, kortexu a jádra. Přední plocha má zakřivení 9-10 mm, ohraničuje zadní oční komoru. Zadní plocha má zakřivení 5-6 mm a je vložena do sklivce. Průměr čočky je zhruba 9-10 mm, ale rozměr čočky se při akomodaci mění, a tím mění její optickou mohutnost. Ta je zhruba 15 až 20 dioptrií. [2, 3, 4, 5]

Pod pouzdrém je přední plocha čočky kryta epiteliálními buňkami. Epiteliální buňky tvoří vlákna prostupující hlouběji do čočky. Vlákna jsou spojená výběžky, mají šikmý průběh a sbíhají se jak na přední, tak i na zadní ploše čočky. Centrální část čočky, čočkové jádro, je bezstrukturní a tužší, a je to vývojově nejstarší část čočky. [2, 4]

2.2.2 Sklivce (corpus vitreum)

Sklivce je průhledná, dokonale čirá, světlolomná, bezbuněčná vodnatá hmota s 98,6 % vody. Vyplňuje prostor bulbu. Tvoří ho sklivcové buňky s řídkou pletení kolagenních vláken. Mezery mezi vlákny a buňkami jsou zaplněny tekutinou. Na přední ploše sklivce je vytvořená jamka a do ní je vsazena zadní plocha čočky. Sklivce se utváří během embryonálního vývoje a při poranění je nahrazen komorovým mokem. [1, 2, 3]

2.2.3 Oční komory (camerae bulbi)

Oční komory tvoří dva prostory mezi zadní plochou rohovky a přední plochou čočky. Obě komory jsou vyplněny komorovým mokem a jsou propojeny prostřednictvím pupily.

- Přední oční komora leží mezi zadní plochou rohovky, přední plochou duhovky a částí čočky v zornici. Je zde vstřebávána komorová tekutina, která se dále dostává do krevního oběhu.
- Zadní oční komora je vpředu ohraničená zadní plochou duhovky, zezadu přední plochou čočky, jejím závěsným aparátem a řasnatým tělesem. [2, 3]

2.2.4 Komorový mok (humor aquosus)

Komorový mok je čirá tekutina, která vyplňuje obě oční komory. Je produkována výběžky řasnatého tělesa a aktivním prostorem krevní plazmy. Objem komorového moku v obou komorách činí 0,2 až 0,3 ml. Komorový mok slouží k zajištění metabolických funkcí předního segmentu oka a k regulaci nitroočního tlaku. Ze zadní komory proniká skrz pupilu do komory přední a úzkou štěrbinou je odváděn do Schlemmova kanálku. Ze Schlemmova kanálku je komorový mok odváděn do episklerálních žil. Pokud je odtok nitroočního moku nedostatečný nebo nějak narušen, dochází ke zvýšení nitroočního tlaku. [2, 5]

2.3 Přídavné oční orgány

Tyto orgány slouží k ochraně očního bulbu před vnějšími nepříznivými vlivy. Mezi tyto orgány patří očnicové svaly, vazivový aparát očnice, víčka, spojivka a slzné ústrojí. [2]

2.3.1 Očnicové svaly

Očnicové svaly rozdělujeme do dvou skupin. Patří sem příčně pruhované svalstvo tvořící okohybné svaly (musculi bulbi), které pohybují oční koulí. Dále sem patří zdvihač horního víčka (musculus levator palpebrae superioris), který je uložen pod stropem očnice.[2, 3]

Tyto štíhlé podlouhlé svaly, s výjimkou musculus obliquus inferior, začínají společnou kruhovitou šlachou připevněnou ke stěně očnice okolo vyústění canalis opticus. Úpony těchto svalů se nachází na různých stranách očnice připevněných pomocí krátkých plochých šlach. Tyto svaly následně rozdělujeme na přímé svaly (musculi recti) a šikmé svaly (musculi obliqui). [2]

Přímé svaly se upínají před ekvátorem a pohybují se ve směru průběhu jednotlivých svalů. Šikmé svaly se upínají do skléry za ekvátor oka. Jejich úpony jdou opačným směrem než u přímých svalů, takže zepředu dozadu. M. obliquus superior směřuje k okraji očnice, prochází trochleou, mění směr a pokračuje dozadu a dolů za ekvátor. Musculus obliquus inferior začíná na spodní straně očnice a pokračuje šikmo zevně dozadu za ekvátor. Šikmé svaly svým postavením mají menší vektory a jejich pohyb je pomalejší. Hýbají bulbem v opačném směru svých úponů. Dále sem patří hladké svaly, které dělíme na očnicové a tarzální (musculi orbitales a musculi tarsales). [2, 3]

Na každém oku jsou čtyři přímé a dva šikmé svaly. Vnitřní a zevní přímý sval slouží k vykonávání pohybu oka pouze v jednom směru. Ostatní svaly mají kromě primárních pohybů

také sekundární. Sval tak kromě základního pohybu ve směru svého průběhu vykonává i sekundární pohyb jiným směrem. Například musculus rectus superior vytváří primární pohyb nahoru a sekundární pohyb zevně. Kombinací tahů jednotlivých svalů o různé intenzitě dokáže oko vytvořit potřebný pohyb jakýmkoliv směrem. Horní a dolní šikmé a přímé svaly společně tvoří rotační pohyby. [3, 5]

U očí rozlišujeme monokulární a binokulární motilitu. Monokulární motilita je pohyblivost jednoho oka. Mezi jednotlivé pohyby patří abdukce, addukce, elevace a deprese. Binokulární motilita koriguje párové pohyby. Mezi ně patří verze a vergence. Při verzi oči během pohybů zůstávají v paralelním postavení. Vergenci dále dělíme na konvergenci a divergenci. Konvergence je protichůdný pohyb očí ve směru k sobě a divergence ve směru od sebe. [5]

2.3.2 Vazivový aparát očnice (fascie orbitales)

Jedná se o hromadné označení vazivových struktur očnice. Je tvořen periorbitou, pochvou oční koule a očnicovým tukovým tělesem. Periorbita překrývá oční štěrbinu, kterou prochází cévy a nervy. Pochva oční koule (vagina bulbi), jinak označována jako Tenonova fascie, kryje vazivovou blánou zadní část oční skléry, která je v pochvě pohyblivě uložena. Ostatní volné prostory mezi periorbitou, očnicovými svaly, cévami a nervy jsou vyplněny očnicovým tukovým tělesem (corpus adiposum orbitae). Tukové těleso, vystylající ocnici, je tvořeno tukovými lalůčky svázanými pomocí jemného vaziva. Část tukového tělesa vystylá vnitřek svalového kužele, a tvoří tak pružné lůžko. Druhá část vaziva vystylá vnějšek vazivového kužele, kde se nachází i cévy a nervy oka. [2, 3, 4]

2.3.3 Víčka (palpebrae)

Víčka slouží k ochraně předního segmentu oka před úrazy a udržují slzný film na povrchu předního segmentu. Rozlišujeme horní a dolní víčko (palpebra superior et inferior), mezi nimiž se nachází oční štěrbinu ohraničená okraji víček. Setkávají se při vnějším a vnitřním koutku, kde jsou navíc fixovány k orbitě. Obě víčka mají stejnou základní stavbu. Kostru víček tvoří chrupavčitá ploténka tarsus. Přední plocha víček je kryta jemnou kůží s podkožním vazivem. Vnitřní plocha víčka naléhá na oční kouli a je kryta tarzální spojivkou, která pokračuje dále na bulbus. Víčko je ohraničeno předním a zadním okrajem. Přední okraje se při sevření víček dotýkají. Do okrajů víček jsou vsazeny 2 až 4 řady řas, které chrání oko před vniknutím cizích těles. Mezi řasami se nachází ústí Meibomových, Mollových a Zeissových žlázek. Zadní okraje víček jsou kratší, tudíž se nedotýkají. „Na přední plochu víčka se upíná musculus levator

palpebrae a jeho horní okraj je připojen na hladký tarzální sval. Střední vrstva víčka obsahuje musculus orbicularis oculi“ [2, 3, 4, 5]

2.3.4 Spojivka (tunica conjunctiva)

Spojivka je tenká, lesklá, cévně-mukózní membrána vytvářející souvislý vak. Uzavírá prostor kolem orbity a tvoří část imunitní ochrany oka. Její funkcí je hladký pohyb víček po povrchu oční koule a zvlhčení rohovky pomocí spojivkového hleny. Spojivka pokrývá zadní plochu horního a dolního víčka, pomalu přechází na bulbus a její epitel následně na okraj rohovky. Přímo na rohovku spojivka nepřechází. Zbývající část spojivky je k podkladu připevněna vrstvou řídkého vaziva. [1, 2, 3, 4]

Spojivku anatomicky rozlišujeme na bulbární (oční), tarzální (víčkovou) a horní a dolní přechodní řasu (conjunctiva palpebralis). Bulbární spojivka je pevně fixována na limbus a směrem k řasám je volně pohyblivá. Histologicky rozlišujeme spojivku na dvě části: epitel a stroma. Stroma obsahuje Wolfringovy a Krauseho žlázy podílející se na tvorbě vodné složky slz. V epitelu se potom nacházejí pohárkové buňky sloužící k tvorbě mucinové složky slz. Poslední lipidovou složku tvoří Meibomovy žlázy s vývody na okrajích víček. Spojivka obsahuje velké množství cév a bohatou senzitivní inervaci. Při podráždění dojde k rozšíření a překrvení cév, zarudnutí, pálení, slzení, řezání a dalším bolestivým pocitům. [2, 4]

2.3.5 Slzné ústrojí

Ústrojí tvoří slzná žláza, vývodné slzné cesty a přídatné slzné žlázy. Slzy se následně tvoří v slzné žláze a přídatných slzných žlázkách. Jsou produkovány slzným aparátem a následně roztírány po povrchu spojivky. [2, 3]

Slzná žláza je uložena v zevním horním kvadrantu očnice. Je to relativně drobná serózní žláza, která je šlachou rozdělena na horní a dolní část. Pars orbitalis, ležící pod stropem očnice a pars palpebralis, ležící pod šlachou. Žláza produkuje serózní složku slz. Pohybem víček jsou slzy roztírány na povrchu oka omývají rohovku a spojivku a odplavují prachové částice. Slzy jsou produkovány nepřetržitě. [2, 3, 5]

„Vývodné slzné cesty zajišťují odtok slz ze spojivkového vaku do dutiny nosní.“ Skládají se z kanálků, slzného vaku, slzovodu, který ústí do dolního nosního průchodu. Ze slzných kanálků slzy dále putují do slzného vaku a slzovodem do nosní dutiny. [1, 5]

3 Vyšetření zrakové ostrosti

Vyšetření zrakové ostrosti je podmíněno přítomnými refrakčními vadami a rozlišovací schopností oka. Ostré vidění mohou ovlivnit refrakční vady oka a transparentnost optického prostředí. Při pravidelném vyšetření tak můžeme předejít různým symptomatickým projevům a patofyziologickým onemocněním.

3.1 Úvod do vyšetření zrakové ostrosti a refrakčních vad

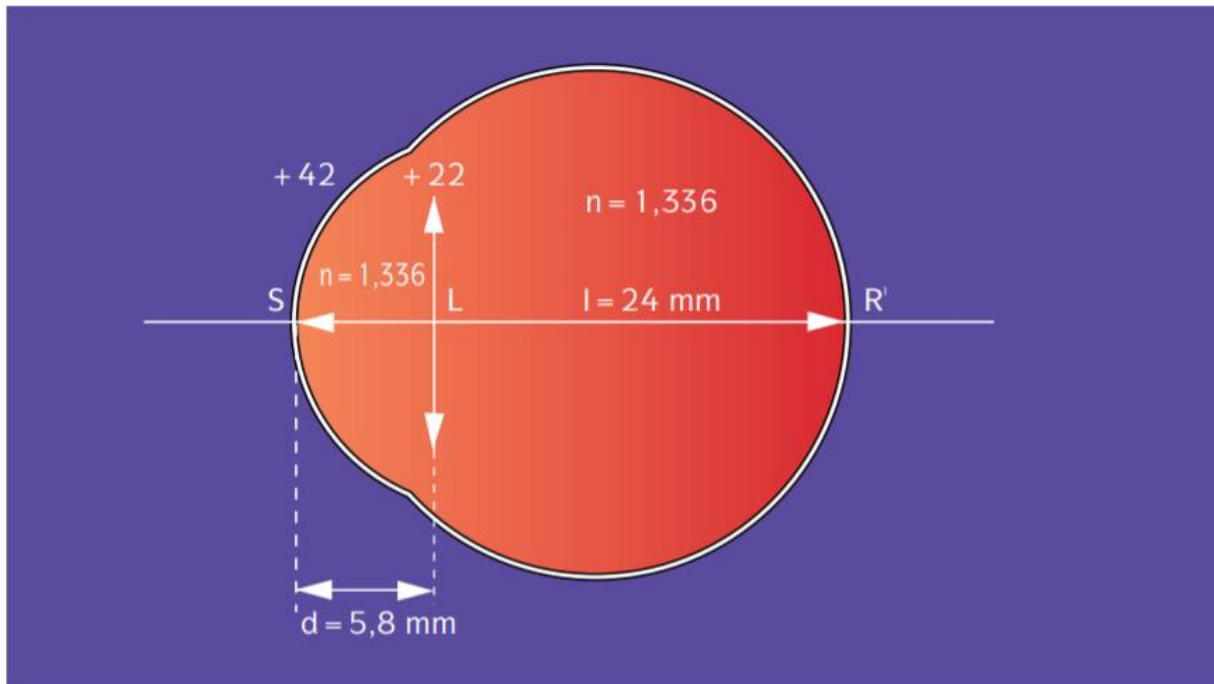
Ostrost zraku testujeme pomocí tabulek na vyšetření zrakové ostrosti. Mezi tyto tabulky patří Snellovy optotypy, Log MAR optotypy, Landoltovy kruhy a Pflugerovy Háky. V dnešní době jsou nejčastěji používány projekční optotypy s testy na akomodační vyvážení, oční dominanci, nebo testy na binokulární vidění. Při vyšetření zjišťujeme rozlišovací schopnost oka, která je dána dvěma body v prostoru, jež je oko od sebe ještě schopno rozlišit. Minimální rozlišovací úhel, co oko zvládne rozlišit, je $1'$, tedy jednu úhlová minuta. Jedna úhlová minuta odpovídá stimulaci dvou čípků, mezi kterými je třetí nestimulovaný čípek. Normální zraková ostrost je vyjádřena v decimálních hodnotách, jako 1.0, nebo ve formě zlomku 6/6 či 5/5 podle vyšetřovací vzdálenosti. Vyšetřování je možné také pomocí Log MAR optotypů, sestavených podle minimálního úhlu rozlišení. V každém řádku se nachází stejný počet písmen, jejichž velikost se zvětšuje o logaritmus 0,1. [6, 2]

Při měření pokládáme pacientovi otázky a podle toho upravujeme korekci, aby byla dostatečně ostrá a komfortní pro nositele. Tuto fázi vyšetření nazýváme subjektivní refrakce. Optometrista zjistí, zda se jedná o oko emetropické či ametropické a od toho následně odvíjí průběh vyšetření. [6]

Emetropie

Emetropické oko je oko, které v akomodačním klidu spojí paprsky dopadající na sítnici v jednoduchý obraz. Oko tím pádem není nutno korigovat. Pokud nejsou paprsky přesně koncentrovány na sítnici, jedná se o ametropii.

Oko je složitý optický systém, který si můžeme zjednodušit. Zjednodušený model oka má celkovou optickou mohutnost cca +60 D, je dlouhé zhruba 24 mm. Skládá se ze sféry tvořené rohovkou, oddělující vzduch od komorové vody o optické mohutnosti +42 D. Za přední komorou následuje čočka, která odděluje komorovou vodu od sklivce o dioptrické hodnotě +22 D a je umístěna 5,8 mm za rohovkou. [6, 10]



Obrázek 2: Model zjednodušeného oka [6]

Ametropie

Ametropické oko nemá dostatečnou ostrost do dálky nebo do blízka. Oko tím pádem trpí refrakční vadou čili ametropií. Obraz předmětu vzniká před nebo za sítnicí. Pokud se nachází paprsky před sítnicí, mluvíme o myopii, pokud za sítnicí, mluvíme o hypermetropii. Pokud není refrakční systém koncentrický a nevzniká jednoduché ohnisko, jedná se o astigmatismus. [6, 10]

Ametropie jsou většinou způsobeny osou oka. Kratší nebo delší axiální osa vzhledem k lomivosti paprsků může způsobit hypermetropii nebo myopii. Dále sem patří refrakční vady indexové. Vzniká indexová myopie nebo hypermetropie. Malé refrakční vady oko vykoriguje běžnou činností. Ty velké oko není schopno vykorigovat, proto nastává zhoršená zraková ostrost, kterou korigujeme obvykle brýlemi nebo kontaktními čočkami. [11]

3.1.1 Myopie

Refrakční vada, při které se paprsky v akomodačním klidu oka spojují před sítnicí. Projevuje se neostrým viděním do dálky. Nejčastější příčinou je axiální myopie. Čím je oko větší, tím větší má optickou mohutnost a prodlužuje se. Ohnisko se tím pádem zobrazí na stejném místě, ale sítnice se vzdaluje. Jedná se o axiální myopii. Mnohem vzácnější je křivková myopie, která při větším zakřivení rohovky vede ke vzniku keratokonu.

S indexovou myopií se můžeme setkat při cukrovce nebo šedém zákalu. Další možností je oko, které má vzhledem ke své délce příliš velkou optickou mohutnost. Jedná se o refrakční myopii. Dále sem patří intermediální, vrozená a progresivní myopie. Patologická nebo maligní myopie vzniká již v prvním roce života. Podle počtu dioptrií dělíme myopii na lehkou do $-3,00$ D, střední od $-3,25$ do $-6,00$ D a těžkou nad $-6,00$ D. [6, 10, 11]

Při korekci myopie používáme mínusové čočky tzv. rozptylky, které rozptylem světla posouvají paprsky procházející okem a se správnou optickou mohutností oddálí ohnisko až na sítnici. [6]

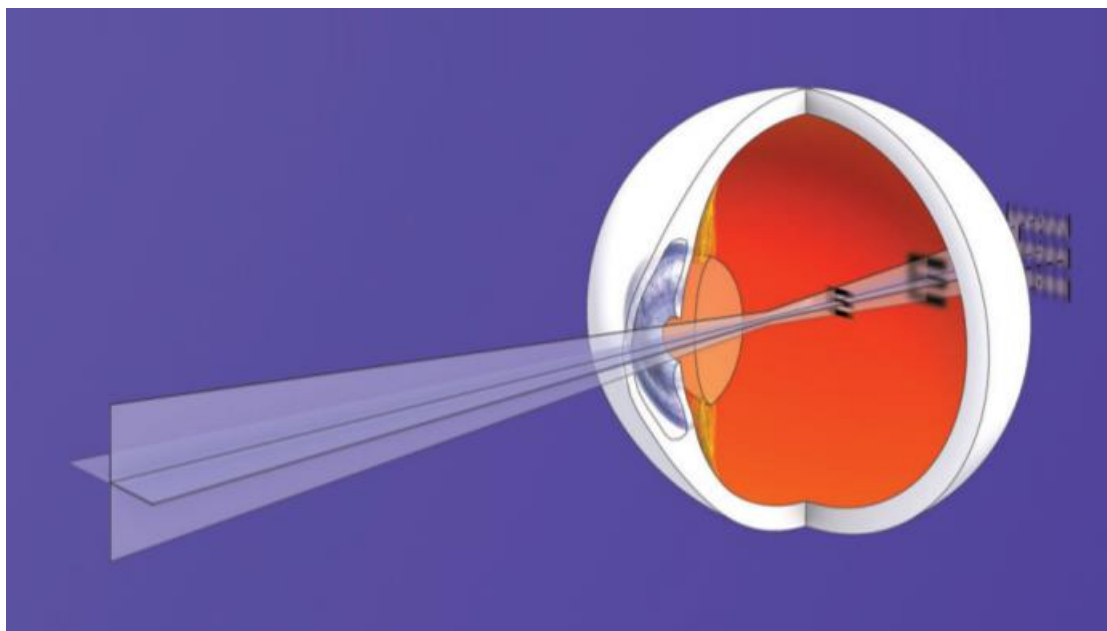
3.1.2 Hypermetropie

Refrakční vada, kdy se paprsky v akomodačním klidu sbíhají za sítnicí. Do této kategorie patří axiální, křivková a indexová hypermetropie. Při axiální hypermetropii je oko moc krátké a ohnisko paprsků se zobrazuje za sítnicí. Hypermetropie křivková je způsobena zmenšeným zakřivením refrakční plochy a může být vrozená nebo získaná. Hypermetropie indexová se vyskytuje u diabetiků. Refrakční vada může být dorovnána kontrakcí ciliárního svalu. Tuto refrakční vadu nazýváme jako latentní hypermetropie. Zbývající nekorigovaná část se nazývá jako manifestní hypermetropie, která je následně korigována. [6, 10, 11]

Hypermetropové mají nedostatečnou akomodační šíři. Její nedostatek dohání buď akomodací nebo korekcí. Při korekci hypermetropie používáme plusové čočky tzv. spojky, které paprsky naopak nutí sbíhat k sobě a posouvají ohnisko směrem k sítnici. [6, 11]

3.1.3 Astigmatismus

Astigmatismus je fyziologická oční vada způsobující rozdílné zaostření oka v různých osách. Na sítnici tak dochází ke zobrazení více ohnisek naráz. Jedinec má potom problém rozlišit písmena podobných tvarů. S nefyziologickým astigmatismem se setkáváme u 10 % lidí. Příčinou astigmatismu může být vada zakřivení, nesprávná centrace nebo index lomu. Astigmatické oko má vždy jeden meridián s maximálním refrakčním účinkem a druhý s minimálním účinkem. Tyto meridiány jsou označovány jako hlavní a refrakční účinky mezi nimi jsou kolísavé. Pokud jsou meridiány na sebe kolmé, vzniká astigmatismus podle pravidla, pokud ne, jedná se o astigmatismus proti pravidlu. [6, 10]



Obrázek 3: Model astigmatického oka [6]

Astigmatismus má podle působení os vícero dělení. Astigmatismus jednoduchý vzniká složením jednoho myopického či hypermetropického meridiánu s meridiánem emetropickým. Astigmatismus myopický vzniká složením dvou myopických meridiánů. Astigmatismus hypermetropický vzniká složením dvou hypermetropických meridiánů. Astigmatismus smíšený vzniká sloučením jednoho myopického a jednoho hypermetropického meridiánu. Pokud je meridián s maximálním účinkem orientován spíše svisle, jedná se o astigmatismus podle pravidla. Pokud je meridián s maximálním účinkem orientován spíš vodorovně, pak se jedná o astigmatismus proti pravidlu. Další vzácnější astigmatismus je astigmatismus čočky způsoben sublucací čočky nebo změnou lomu čočky v počínající kataraktě. [6, 10]

Astigmatismus korigujeme čočkou s proměnlivou optickou mohutností. Tato čočka se nazývá sféro-cylindrická nebo tórická a koriguje astigmatismus pomocí jejího refrakčního rozdílu mezi maximálním a minimálním meridiánem astigmatismu oka. Pokud se jedná o pravidelný astigmatismus, korigujeme jej mínusovou cylindrickou čočkou většinou ve 180° . Pokud se jedná o astigmatismus proti pravidlu, korigujeme jej mínusovou cylindrickou čočkou v ose 90° . Osa astigmatismu se většinou s věkem mění a také bývá většinou symetrická podél vertikálního meridiánu. [6]

3.1.4 Akomodace

„Jedná se o nepodmíněný reflex od zrakového nervu, přes mozkovou kůru, okulomotorický nerv do ciliárního svalu.“ V klidovém stavu akomoduje čočka 1,5 dioptrie. Akomodace má celkem 4 složky: reflexní, vergenční, proximální a tonickou. Reflexní akomodace zajišťuje automatické zaostření obrazu. Vergenční akomodace dává podnět k vergenčně akomodačnímu kvocientu. Tonická, neboli klidová akomodace, je přítomná bez jakéhokoliv podnětu. Při akomodaci dochází ke zvyšování optické mohutnosti oka změnou polohy, zakřivení a tloušťky čočky, konvergenci bulbů a vlastní akomodaci. Celý proces se označuje jako akomodační reflex a světelné paprsky dopadají na sítnici oka v místě fovey. Toto vše způsobuje dostatečné zaostření na blízké předměty. [6, 10, 2]

Akomodace čočky se odehrává v rozmezí akomodační amplitudy. Akomodační amplituda je vzdálenost mezi vzdáleným bodem (punctum remotum), při kterém je oko neakomodaované, a blízkým bodem (punctum proximum), při kterém je akomodace maximální. Abychom zjistili, v jaké vzdálenosti se nachází nejbližší bod zaostření, určujeme tzv. hodnotu amplitudy akomodace. Maximální amplituda akomodace se pohybuje okolo dvaceti dioptrií. Při této optické mohutnosti je blízký bod akomodace po narození ve vzdálenosti 5 cm. Do věku 20 let je ve vzdálenosti 10 cm před okem s optickou mohutností 10 dioptrií. Do věku 40 let dochází k mírnému klesání dioptrií a ve věku 50 let už dochází k úplné ztrátě akomodace. [6]

K akomodaci dochází pomocí ciliárního svalu. Ciliární sval se skládá z cirkulárních a meridionálních vláken inervovaných sympatikem a parasympatikem. Ciliární vlákna jsou aktivována při pohledu do blízka, meridionální při pohledu do dálky. Vlastní změna je dána hlavně elasticitou pouzdra. Plastická čočka se tak může měnit ve více sférickou při pohledu do blízka. [11]

Konvergence

S akomodací je sdružená konvergence a zúžení zornic. Při pohledu do dálky dochází k paralelnímu postavení očí a při pohledu do blízka oči konvergují. Při konvergenci se osy obou očí sbíhají, dochází ke zúžení zornic, a paprsky tak dopadají na žlutou skvrnu. I u konvergence rozeznáváme blízký a daleký bod. Vzdálenost mezi nimi označujeme jako oblast konvergence a rozdíl mezi nimi jako konvergenční šíři. Na vztah akomodace a konvergence je založena jednotka metrový úhel. Jedná se o úhel, který svírají obě oči při fixaci na jeden metr. Tyto míry souhlasí při akomodaci emetropického oka. Konvergenci

rolišujeme na pozitivní a negativní. Pozitivní konvergence je od blízkého bodu k nekonečnu. Negativní konvergence je část za okem. Dále ji dělíme na volní, tonickou, akomodační, reflexní, fúzní a proximální. [10, 11]

3.1.5 Presbyopie

Jedná se o pomalou fyziologickou a na věku záviselou redukci akomodační šíře. Co se týče fyziologických faktorů, mezi nejdůležitější patří pokles elasticity, pouzdra čočky a čočkové substance. Díky snižování pružnosti pouzdra čočky dochází ke snižování akomodační šíře. Mezi klinické projevy presbyopie patří neostře vidění na blízkou pracovní vzdálenost, dále čtení a práce do blízka, která je doprovázena rychlejší únavou díky zvýšenému akomodačnímu úsilí a oddalování textu. [10]

Presbyopii korigujeme plusovou čočkou, která nahradí chybějící část akomodační amplitudy. Tato čočka se nazývá adice. Hlavním faktorem ovlivňujícím příchod presbyopie je refrakční vada jedince. Presbyopii korigujeme trojím způsobem podle toho, zda se jedná o emetropa, myopa či hypermetropa. U emetropů a myopů se presbyopie projevuje v pozdějším věku. U hypermetropů, včetně korigovaných přichází dříve, a to díky kratší akomodační šíři. [6, 10]

Emetrop je do dálky korigován pomocí plan čočky, čočky s nulovou dioptrickou hodnotou, a na blízko pomocí plusové čočky. Myop je do dálky korigován minusovou čočkou a do blízka minusovou čočkou s nižší hodnotou. Hypermetrop je do dálky korigován plusovou čočkou a do blízka plusovou čočkou o vyšší hodnotě. [6]

3.2 Anamnéza

Po příchodu pacienta do vyšetřovny nejprve zahájíme drobný vstupní rozhovor, abychom zjistili, z jakých důvodů nás pacient navštívil. Tyto informace nám pomohou určit postup vyšetření pacienta, jeho pravděpodobnou diagnózu nebo nám pomohou předčasně odhalit některá progredující onemocnění. [6]

Nejprve zjistíme pacientovy osobní údaje, jako je jméno, příjmení, adresa, telefonní číslo, e-mail, případně zdravotní pojišťovnu. [7]

Anamnézu začínáme dotazem na důvod návštěvy. Je nutné zjistit, za jakých podmínek si pacient změnu uvědomil. Zda došlo k postupnému nebo k náhlému zhoršení. Pacient si může stěžovat na rozmazané vidění do dálky či do blízka. To může být způsobeno refrakční vadou, akomodačními potížemi či počínající presbyopií. Dále dvojité vidění na blízko nebo

do dálky. Dvojité vidění značí vergenční anomálie, šilhání nebo binokulární potíže. Dále si může stěžovat na potíže při přestřování, problémy s akomodací. Častým problémem je i rozmazané vidění při nočním řízení, které je způsobeno noční myopií. Případně jde na pravidelnou kontrolu.

Dále zjišťujeme oční anamnézu. Zajímají nás operace glaukomu a katarakty. Při výskytu takového onemocnění zjistíme nezvykle nízký vizus. Dále se ptáme na strabické operace, nošení okluzoru, oční úrazy, nemoci, chronické záněty či alergie.

U pracovní anamnézy se ptáme na druh povolání, na pracovní prostředí, pracovní podmínky a pomůcky. Podle pracovní vzdálenosti se u presbyopických pacientů odvíjí hodnota adice. Zjišťujeme, zdali je pacient řidič, kolik hodin řídí a zajímáme se o jeho mimo pracovní aktivity.

Rodinná anamnéza se zabývá zjištěním dědičných onemocnění v rodině, například glaukom, vysoký tlak nebo hyperfunkce a hypofunkce štítné žlázy. Dále strabismus, refrakční vady, choroby sítnice nebo alergie.

Je nutné se také zeptat na celkový zdravotní stav pacienta. Zajímá nás hyperfunkce štítné žlázy, diabetes mellitus II. typu, vysoký krevní tlak, epilepsie případně těhotenství, pokud má vliv na zrakovou ostrost. Když víme, že má pacient diabetes mellitus, zajímá nás, jak dlouho se lečí a zdali jsou jeho naměřené hodnoty glykemie stabilní. Pokud by to tak nebylo, hodnoty vizu se mohou během dne měnit. [6, 7, 9]

3.3 Vyšetření zrakové ostrosti

Před jakýmkoliv vyšetřením před zrakem pacienta vydesinfikujeme přístroje, se kterými bude pacient v kontaktu. Následně stanovíme jeho objektivní a subjektivní refrakci. [6, 7]

3.3.1 Objektivní refrakce

Po anamnéze přejdeme k objektivní refrakci. Vysvětlíme pacientovi průběh vyšetření a posadíme ho za přístroj, kde se následně řídí našimi pokyny. Objektivním měřením z přístroje získáme informace o pravděpodobné refrakční vadě a podle toho odvíjíme pokračování vyšetření. Vyšetření provádíme pomocí autorefraktometru nebo retinoskopie. [6]

Autorefraktometrie

Autorefraktometrie je objektivní měření pomocí autorefraktometru nebo v současné době autorefraktokeratometru. Tento přístroj je schopen změřit pravděpodobnou refrakční vadu oka a jeho rohovkové zakřivení. [8]

Princip autorefraktokeratometru spočívá v odrazu infračerveného laserového paprsku od povrchu oka. Přístroj je pak schopen z odraženého paprsku spočítat pravděpodobnou refrakci oka, astigmatismus a jeho osu. Vše záleží na stimulaci akomodace pacienta. Výsledky myopie, cylindrických hodnot a stupňů osy jsou většinou nadhodnocené a výsledky hypermetropie podhodnocené. Proto je důležité brát toto vyšetření jako „odrazový můstek“ a nespoléhat na 100 % přesnosti výsledných hodnot. [6]

Retinoskopie

Retinoskopie je objektivní vyšetření refrakce s manuálním přístrojem, retinoskopem, na kterém zkoumáme odraz světla od sítnice klientova oka. Při refrakční vadě oka se odraz paprsku retinoskopu na oku pohybuje v opačném směru. Před vyšetřované oko předkládáme dioptrické čočky, dokud nedojde k rovnoměrnému osvětlení sítnice. V tuto chvíli jsme našli pravděpodobnou správnou korekci. Pokud je oko překorigované, paprsek jde ve směru pohybu retinoskopu. Následně svítíme na sítnici pod různými úhly, abychom zjistili přítomnost astigmatismu, případně osu a sílu cylindru. Pacient pouze sedí a dívá se před sebe na fixační bod ve vzdálenosti zhruba šesti metrů. Toto objektivní vyšetření refrakce je vhodné pro děti nebo klienty, kteří nemohou nebo nejsou schopni komunikovat. [6, 10]

3.3.2 Subjektivní refrakce

Subjektivní refrakci provádíme pomocí zkušební obruby nebo foropteru. Zpočátku použijeme vhodnou refrakci na základě habituální korekce nebo objektivního měření a vložíme ji do zkušební obruby nebo navolíme na foropteru. Předkládáme dioptrická skla a ptáme se, zdali je ostrost vizu lepší, stejná nebo horší. Na základě této spolupráce stanovíme stávající korekci pacienta. Zrakovou ostrost zjišťujeme monokulárně a poté binokulárně. Nejprve zhodnotíme zrakovou ostrost do dálky, akomodační vyvážení a poté zrakovou ostrost do blízka. Následně dominanci očí a případné binokulární anomálie.

3.3.3 Vyšetření zrakové ostrosti do dálky

Klienta posadíme do vyšetřovacího křesla, nasadíme mu na obličej vyšetřovací obrubu a vycentrujeme. Klient sleduje tabuli ve vzdálenosti 4 až 6 metrů, kde je umístěn optotyp.

Klient čte bez korekce monokulárně. Druhé oko je vždy zakryto neprůsvitným okluzorem. Zakrývací okluzor by měl být v takové vzdálenosti před okem, aby nepřekážel v otevření oka. Zavřené oko může ovlivnit výsledky vidění. Následně pokračuje ve čtení bez korekce binokulárně, abychom zjistili hodnotu naturálního vizu. Vyšetření nejdříve oka pravého, poté levého, a nakonec binokulárně se doporučuje hlavně z toho důvodu, že se v následném dioptrickém zápisu do protokolu udělá méně chyb. Z lékařského hlediska je lepší nejprve korigovat senzorycký nedominantní oko. Pacient se tak seznámí s technikou měření a při korekci dominantního oka bude hlásit přesnější odpovědi. Při čtení se klient zasekne ve fázi, kdy nerozezná druh písmene. V tuto chvíli klienta vyzveme ať pokračuje ve čtení a druhy písmen odhaduje. Jako poslední přečtený řádek se počítá ten, kde klient přečetl aspoň tři znaky z pěti. Podle habituální korekce nebo objektivního měření určíme pravděpodobný druh refrakční vady a pokračujeme ve vyšetření.

Korekce Myopie

Pokud je habituální korekce nebo objektivní měření s mínusovými dioptriemi, předkládáme před klientovo oko $-0,25$ D a ptáme se klienta, zda je vizus stejný nebo lepší. Pokud je vizus lepší, změním dioptrickou hodnotu v obrubě o $-0,25$ D. Ve vyšetření pokračujeme tímto způsobem, než klient konstatuje, že vizus s předloženou čočkou je stejný. V tu chvíli už předloženou čočku do obruby nepřidáváme. Pro ověření provedeme jemné sférické dokorigování. Před oko předložíme $+0,25$ D a pozorujeme, zda se vizus zhorší, pokud ne, čočku přidáme. Následně předložíme $-0,25$ D, vizus by měl zůstat stejný nebo se lehce zhoršit. Myopii se snažíme vykorigovat nejslabší mínusovou čočkou.

Korekce Hypermetropie

Pokud zjistíme, že má klient pravděpodobnou dioptrickou korekci v plusových dioptriích, postupujeme následovně. Po zjištění naturálního vizu zamlžíme oko hodnotou $+1,50$ D případně $+0,75$ D nebo akomodaci můžeme blokovat pomocí cykloplegik jako je atropin. Nejvhodnější úroveň zamlžení je snížení vizu o $0,16$. Oko se tak bude snažit akomodovat. To vizus pouze zhorší, tak oko akomodaci uvolní. V této chvíli začneme snižovat dioptrickou hodnotu čočky předkládáním $-0,25$ D a tím zlepšovat vizus. Takto pokračujeme, dokud $-0,25$ D už vizus nezlepší. Ve chvíli, kdy předložíme $-0,25$ D a vizus klienta se nezlepší, jsme u cíle a uděláme jemné sférické dokorigování. Hypermetropii se snažíme vykorigovat nejsilnější plusovou čočkou. [2, 6]

3.3.4 Stanovení cylindru

Cylindr stanovíme po dosažení nejlepší sféry. Nejprve zjišťujeme osu cylindru, poté jeho sílu. Ke stanovení cylindru potřebujeme Jacksonův zkřížený cylindr o hodnotě $\pm 0,25$ D a bodový test. Jacksonův cylindr s touto hodnotou nám pomůže dosáhnout přesnějších výsledků. Dále se vyrábí cylindr s hodnotou $\pm 0,5$ D, která se z lékařského hlediska používá spíše u klientů s poškozeným zrakem, kteří špatně rozeznávají předkládaný obraz.



Obrázek 4: Jacksonův zkřížený cylindr [6]

Pro stanovení osy cylindru, nastavíme na optotypu test s kulatými tečkami a předložíme Jacksonův zkřížený cylindr o hodnotě $\pm 0,25$ D. Nastavíme držadlo do osy cylindru dle objektivní refrakce nebo habituální korekce, ze které vycházíme. Následně upozorníme klienta, že obraz s předloženým cylindrem bude horší a vysvětlíme mu, že pomocí cylindru mu budeme předkládat obraz 1, následně cylindr otočíme a předložíme obraz 2 a klient nám řekne, který obraz byl lepší. Následně dle klientova úsudku osu upravíme. Takto pokračujeme, dokud klient nepotvrdí, že jsou oba obrazy stejné nebo stejně rozmazané.

Dále pokračujeme se stanovením optické mohutnosti cylindru. Cylindr nastavíme zápornou osou korekčního cylindru, většinou označenou červenými ryskami, do osy cylindru, co jsme určili. Poté opět přetáčíme cylindr okolo své osy a dotazujeme se, zdali je ostřejší obraz 1 nebo 2. Pokud se klientovi jeví ostřejší obraz se záporným cylindrem, zvyšujeme optickou mohutnost cylindru. Pokud odpoví kladně na kladnou hodnotu cylindru, změníme hodnotu cylindru o $+0,25$ D. Takto pokračujeme, dokud opět nebude obraz 1 a 2 stejný nebo stejně

špatný. Abychom zachovali sférický ekvivalent musíme upravit sféru o $+0,25$ D, vždy když změníme cylindr o $-0,50$ D a naopak. Pokud se nemůžeme rozhodnout mezi vyšší a nižší cylindrickou hodnotou, předepíšeme nižší. Po stanovení cylindru opět provedeme jemné sférické dokorigování. [6]

Druhou možností je použití astigmatického vějíře. Vějíř je vhodný u nízkých stupňů astigmatismu. Při monokulárním testování oko lehce zamlžíme. Pokud je přítomen astigmatismus, bude jedna z os ostřejší. Ve chvíli, kdy oko vykorigujeme správnou cylindrickou hodnotou, jsou všechny osy růžice stejně ostré. Poté dokorigujeme spojkami. Astigmatismus korigujeme vždy plně. U dospělých, kteří nejsou zvyklí na cylindrickou korekci, je nejprve nutné začít na snesitelné hodnotě a poté začít přidávat. Astigmatismus korigujeme brýlovou korekcí nebo kontaktními čočkami. [10]

3.3.5 Posouzení binokulárního vidění

Po stanovení nejlepší sférické korekce a cylindru odkryjeme druhé oko a posoudíme binokulární vidění. Následně upravíme refrakci tak, abychom vyrovnali akomodační schopnosti obou očí. Nejprve dosáhneme simultánního monokulárního vidění pomocí testu, kdy pacient vidí stejný obraz oběma očima, ale každým okem jinou část. Mezi takové testy patří například Cowenův test nebo polarizovaný dvouřádkový test. U simultánního polarizačního dvouřádkového testu klient za pomoci polarizačních filtrů porovnává ostrost obou řádků. Pokud objeví ostřejší řádek, před dané oko předložíme $+0,25$ D tak, aby klient viděl oba řádky stejně ostře. Pokud pořad nemůžeme docílit stejné ostrosti, upřednostníme tak ostřejší vidění sensoricky dominantního oka. Tyto testy můžeme dělat v případě, že obě oči mají stejnou zrakovou ostrost.

Jako poslední po binokulárním vyvážení uděláme test na pravé nekonečno. klienta postavíme k oknu a požádáme ho ať se dívá na cíl v dáli a před obě oči naráz předložíme $+0,25$ D a zeptáme se na ostrost obrazu a jeho komfort. Následně totéž opakujeme s předložením $-0,25$ D.

Binokulární vidění

Binokulární vidění je jednoduché vidění, kdy dochází k překrytí obrazu pravého a levého oka, jeho spojení a vytvoření jednoduchého vjemu. K realizaci jednoduchého binokulárního obrazu slouží optická, motorická a sensorická složka. Při binokulárním vidění vyšetřujeme tzv. odchylky. Nejprve pomocí světelného testu. Z dálky zhruba 5 metrů na klienta posvítíme tužkovou baterií a před jedno oko předložíme červený filtr. Klient při dokonalém

binokulárním vidění by měl vidět jedno růžové světlo. Při slabém binokulárním vidění uvidí dvě růžová světla, v případě disociace jedno bílé a jedno červené světlo. Pokud vidí pouze jedno světlo červené nebo bílé barvy, jedná se o supresi oka. Pokud je světlo vnímáno jako červenější nebo tmavě růžové, tak se červený filtr nachází před dominantním okem. [6, 9, 11]

Dále přecházíme na vyšetření pomocí zakrývacích testů. Cílem testů je stanovení latentní odchylky zrakových os. Při jednostranném zakrývacím testu poprosíme klienta, aby zaostřil na značku na optotypu a poté zakryjeme a odkryjeme jedno oko. Po odkrytí oka sledujeme, zdali oko nemá zpětný fixační pohyb, pokud ano, poznamenejeme si jeho směr. Vystřídáme pravé a levé oko zvlášť. Při alternujícím testu necháme pacienta zaostřit na značku optotypu a střídavě zakrýváme pravé a levé oko. Těž sledujeme zpětný fixační pohyb. Pomocí těchto testů a jejich fixačních pohybů můžeme zjistit, zda se jedná o heteroforii nebo heterotropii. Pokud je fixační pohyb směrem nasálně, oko se tedy bez fixace uchyluje temporálně, jedná se o exoforii. Pokud je fixační pohyb temporální, jedná se o esoforii. Pokud po odkrytí oko nevyvine fixační pohyb a zůstane na odchýleném místě, jedná se o heterotropii. Podle odchýlení ji dále dělíme na esotropii a exotropii. [6]

Dominance očí

Dominanci očí zjistíme například pomocí testu „hole in card“. Na optotypu nastavíme jeden znak a poprosíme klienta, aby oběma rukama podržel test tak, aby v díře viděl písmeno na optotypu. Poté mu zakryjeme pravé oko a následně levé oko a poprosíme klienta, aby hlásil, jakým okem viděl písmeno v díře. Toto oko považujeme za oko dominantní. Následně si u klienta vyšetříme akomodaci a konvergenci.

Pro vyšetření na blízký bod akomodace bude klient potřebovat svoji korekci do dálky. Do ruky dostane čtecí tabulku, kterou přibližuje směrem k nosu, dokud se text nerozmlží. V tuto chvíli si poznamenejeme vzdálenost rozmazaného textu od rohovky k povrchu tabulky a test opakujeme opačným způsobem. Klient tabulku oddaluje směrem od nosu a hlásí nám vzdálenost, kdy dojde ke zpětnému zaostření textu. Tento test provádíme monokulárně i binokulárně. Pozice rozmazání a zpětného zaostření by se neměly lišit o více jak 2 cm.

Přejdeme na vyšetření blízkého bodu konvergence. Tento test provádíme pouze binokulárně. Klient se soustředí na tenký hrot pera nebo na vytištěný bod. Poté předmětem pomalu pohybujeme směrem ke klientovu nosu a sledujeme konvergenci jeho očí. Klient nám hlásí bod rozmlžení předmětu, bod rozdvojení předmětu a v opačném směru bod spojení.

Vše si během vyšetření přeměříme a zapíšeme. Bod rozdvojení by se měl nacházet maximálně 5 až 10 cm před nosem a bod opětovného spojení o 1 až 2 cm dál. [6]

3.3.6 Stanovení sférické mohutnosti do blízka

Stanovení hodnoty adice je důležité zejména u presbyopických klientů. Adice je rozdíl mezi korekcí do dálky a do blízka. Hodnota adice je odlišná podle různých věkových kategorií. Nejdříve změříme zbývající rozsah akomodace pomocí čtecí tabulky. Klient si chytí text do obou rukou, postupně si ho přibližuje k sobě do doby, než se mu text rozmaže. Poslední možný bod, kdy je pacient schopen zaostřit text je blízkým bodem akomodace. Rozsah akomodace je převrácenou hodnotou vzdálenosti k tomuto bodu. [6, 11]

Adici spočítáme podle vzorce. Klient při čtení a činnostech na blízko pohodlně využívá 2/3 rozsahu své akomodace a zbývající 1/3 si nechává jako rezervu. Proto pro výpočet adice využíváme vzorec:

$$1/\text{vzdálenost na čtení} - 2/3 \text{ maximálního rozsahu akomodace}$$

Výsledek se rovná hodnotě adice na blízko. Dále poprosíme klienta, aby se pohodlně usadil a čtecí test předložil do jeho optimální čtecí vzdálenosti. Následně mu předsadíme vypočítanou hodnotu adice do obruby a necháme ho číst, případně hodnotu upravíme. Nebo pouze s pomocí čtecí tabulky. Poprosíme klienta, aby si vzal tabulku do vzdálenosti 40 cm, poprosíme ho, ať se zaměří na nejmenší písmo, co přečte a předkládáme před oči hodnoty +0,25 D nebo +0,50 D. Výsledná přidaná dioptrická hodnota se rovná rozsahu akomodace. [6]

Vidění do blízka

Při testování zraku do blízka, pacient v ruce drží čtecí tabulku v jeho vyhovující vzdálenosti. Postupně čte vysoko kontrastní test se zmenšujícím se textem do doby, kdy už nebude schopen přečíst další písmena. Tento postup lze provést i s nízko kontrastním testem s kontrastem 10 %. Klient by měl přečíst o jeden až dva odstavce méně. Pokud bude rozdíl větší, jedná se o refrakční vadu nebo o patologický problém. [6]

Čtecí vzdálenost

U klientů je nutné znát přesnou čtecí vzdálenost, zvláště v presbyopickém věku. Pro někoho je vyhovující čtecí vzdálenost 40 cm, ale na příklad u filatelisty je tato vzdálenost mnohem kratší. Proto je nutné znát klientovo povolání, nasimulovat čtecí vzdálenost ve vyšetřovací místnosti a přesně ji změřit. Poté požádáme klienta, aby ve své čtecí vzdálenosti

podržel čtecí tabulku, případně si sedl před monitor počítače. Následně vzdálenost přesně přeměříme a případně adicí dokorigujeme klientovu refrakční vadu. [6]

4 Onemocnění Covid-19

Na konci roku 2019 byly ve Wu-chanu, nejlidnatějším hlavním městě čínské provincie Chu-pej, objeveny neidentifikovatelné případy pneumonií bez přesného původce onemocnění a jeho přenosu. Ohnisko výskytu tohoto onemocnění bylo identifikováno na tržišti hlavního města, kde docházelo k prodeji, úpravě a konzumaci zvířecího masa jako jsou ryby, drůbež, svišti nebo netopýři. Světová zdravotnická organizace, dále pod anglickou zkratkou WHO, označila tuto nemoc jako „Corona Virus Disease 2019“ z toho plyne zkratka covid-19. Dne 31. 12. 2019 byly oficiálně nahlášeny první případy tohoto onemocnění. covid-19 se dále rozšířil do ostatních provincií Číny, následně po celé Asii, dále do Austrálie, Evropy, Afriky a Ameriky. WHO dne 30. 1. 2020 vyhlásila globální stav zdravotní nouze a následně dne 11. 3. 2020 prohlásila šíření koronavirového onemocnění jako pandemické. První případ onemocnění covidu 19 v České republice se objevil 1. 3. 2020. Dle WHO bylo ke dni 26. prosince 2021 celosvětově hlášeno 278 milionů případů a 5,4 milionů úmrtí. [12, 15]

Několik zemí v Evropské Unii trpí rychlým nárustem případů i ve druhé vlně pandemie. I když toto onemocnění už známe lépe, míra infekce stále rychle roste. Zdravotnické systémy jsou stále vytížené, jsou stále vytížená nemocniční lůžka a lůžka JIP covid pozitivními pacienty. Nejčastější přenos onemocnění covid-19 je infekcí kapének a aerosolu na krátkou vzdálenost. Dále tomu napomáhají uzavřené nevětrané prostory.[13]

4.1 Charakteristika koronaviru

Koronaviry patří mezi viry zootonického původu, kromě infekce zvířat, některé druhy infikují i lidi. Obsahují jednovláknovou lineární nesegmentovanou RNA. Jedná se o viry o velikosti zhruba 120-160 nm. Způsobují infekci horních dýchacích cest.

Virus je tvořen nukleovou kyselinou, která je kryta kapsidou helikoidální symetrie. Kapsida je obal tvořený lipidy a, pro virus, specifickými proteiny. Nukleová kyselina a kapsida tvoří nukleokapsidu, která je krytá vnějším pláštěm a tvoří celek pod názvem virion. Kolem virionu se tvoří glykoproteinové subtilní výběžky kyjovitého tvaru, které vizuálně vytváří korunu. Podle toho byl odvozen název koronavirus. Virion napadne hostitelskou buňku zbaví se obalu a uvolní nukleovou kyselinu do hostitelské buňky. Virová nukleová kyselina ovlivní funkci hostitelské buňky, která začne produkovat další viriony, napadající další buňky v organismu a cyklus se opakuje. [14, 16, 18, 23]

Zařazení koronavirů [12, 23]:

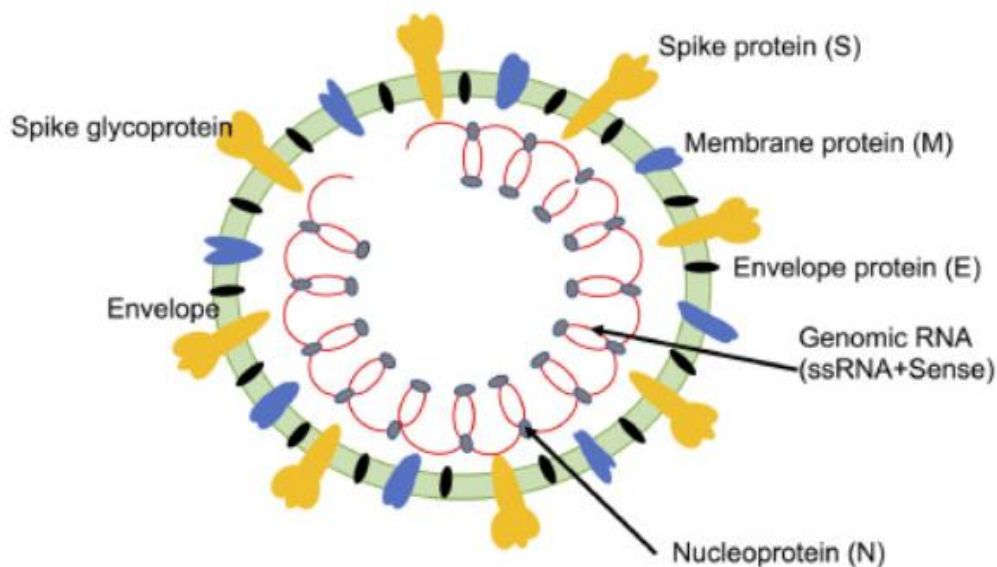
- Řád: *Nidovirales*
- Čeleď: *Coronaviridae*
- Podčeleď: *Orthocoronavirinae*
- Rod: *Alpha-, Beta-, Gamma-, Delta- coronavirus*

Alpha- a *Beta-* infikují především netopýry, dobytek a jiná domácí zvířata. *Gama-* a *Delta-* infikují ptáky. V dnešní době je nám známo 7 humánních druhů koronavirů. Většina z nich má mírný průběh. Projevují se respiračními problémy a onemocnění dýchacích cest, záněty plic především u osob se slabou imunitou, kardiovaskulárními problémy či chronickým onemocněním. Mezi infekční viry člověka patří HCoV-NL63, HCoV-229E, HCoV-OC43, HKU1, SARS-CoV, MERS-CoV a aktuálně i infekční onemocnění covid-19 způsobené virem SARS-CoV-2. [12, 23]

Na lidskou rasu byl SARS přenesen pomocí malých šelem čeledi cibetkovitých. SARS je těžký akutní respirační syndrom objeven v Asii v roce 2003. Dalším takovým byl virus MERS, charakterizován jako respirační syndrom. Byl objeven na Arabském poloostrově v roce 2010 a na lidskou rasu přenesen pomocí velbloudů jednohrbých. SARS-CoV, MERS-CoV, SARS-CoV-2 patří mezi koronaviry, které mohou vést k život ohrožujícím respiračním problémům. [12, 15]

Narůstá množství důkazů o souvislosti mezi SARS-CoV-2 a dalšími koronaviry. Virus SARS-CoV-2 je na 80% identický s virem SARS-CoV-1 a na 40% identický s MERS-CoV. SARS-CoV-2 se napojuje na hostitelský receptor angiotensin stejně jako SARS-CoV-1 a dále navazuje na epitelové buňky s těmito receptory. Prozatím se jedná o největší známý RNA virus. [12, 19]

Během replikace viru dochází k chybám, tedy mutacím, díky kterým vznikají nové varianty viru. Tyto virové mutace způsobují odlišné projevy onemocnění než předchozí. Vyšší pravděpodobnost pro vznik nových mutací je u jedinců s těžkým průběhem onemocnění než u asymptomatických. Pomocí experimentálního testování viru můžeme zjistit, zdali nová mutace povede k lepším výsledkům, například snižování přenositelnosti viru, nebo naopak k horším výsledkům, kdy je virus více nakažlivý. [12, 20]



Obrázek 5: Schématické znázornění viru SARS-CoV-2 [19]

Od počátku pandemie covid-19, dochází stále k novým mutacím viru SARS-CoV-2. Od prosince 2020 do listopadu 2021 bylo zaznamenáno 13 variant onemocnění covid-19. Pro stručný a lepší přehled je zde vytvořena stručná verze tabulky podle zdroje [20]. [12, 20]

Varianta	Název	Vznik	Datum
<i>B. 1.1.7^a</i>	Alpha (α)	Spojené Království	Prosinec 2020
<i>B. 1.351^a</i>	Beta (β)	Jižní Afrika	Prosinec 2020
<i>B. 1.1.128 (P. 1)^a</i>	Gamma (γ)	Brazílie	Leden 2021
<i>B. 1.617.2^a</i>	Delta (δ)	Indie	Květen 2021
<i>B. 1.427/9</i>	Epsilon (ϵ)	Spojené Státy (Kalifornie)	Březen 2021
<i>B. 1.1.128 (P. 2)</i>	Zeta (ζ)	Brazílie	Březen 2021
<i>B. 1.525</i>	Eta (η)	Nigérie	Březen 2021
<i>B. 1.526</i>	Iota (ι)	Spojené Státy (New York)	Listopad 2020
<i>P3</i>	Theta (θ)	Filipíny	Duben 2021
<i>B. 1.617.1</i>	Kappa (κ)	Indie	Duben 2021
<i>C. 47^b</i>	Lambda (λ)	Peru	Prosinec 2020
<i>B. 1.621^b</i>	Mu (μ)	Kolumbie	Leden 2021
<i>B. 1.1.529^a</i>	Omicron (\omicron)	Jižní Afrika	Leden 2021

Obrázek 6: Zjednodušený přehled variant onemocnění covid-19 [20]

V tabulce dle původní verze jsou dále uvedeny důležité klinické a biologické rysy. Počet mutací SARS-CoV-2 ve Spike proteinu se značně liší. Nová varianta Omicron vykazuje 37 mutací ve Spike proteinu, přičemž až 25 mutací je pro tuto variantu jedinečných. Nově byly identifikovány dvě různé linie varianty Omicron zvané BA.1 a BA.2 a nově detekovaná linie

BA.3. Tyto linie obsahují 21 stejných mutací ve Spike proteinu jako varianta Omicron a některé specifické mutace. [20]

4.2 Průběh onemocnění

Jedná se o respirační onemocnění, kde je nejčastější přenos přes sliznice nosních dutin, úst či oční spojivky. K průniku do hostitelských buněk využívá receptory, zejména receptor pro angiotensin konvertující enzym 2 tzv. ACE2. Tyto receptory se vyskytují na plicích, ledvinách, srdci, oční spojivce a epitelu tenkého střeva. Pre-symptomatický přenos z infikovaného jedince trvá zhruba 1 až 3 dny. Po nástupu příznaků má onemocnění covid-19 vysokou virovou zátěž, která se postupně snižuje po dobu 21 dnů. Infekčnost pacienta začíná 2. až 3. den před projevem prvních příznaků a vrcholí těsně před projevem příznaků nebo na jejich počátku. Následně začne klesat po dobu další sedmi dnů. Na základě předpokladu, že koronaviry vydrží déle v prostředí s nižší teplotou a relativní vlhkostí, se dá předpokládat, že bude covid-19 sezónní onemocnění. Ovšem sezónnost onemocnění covid-19 dosud nebyla potvrzena. [12, 19, 23]

4.2.1 Přenos

Známe několik typů přenosu covid-19. Mezi obecný přenos patří kapénky, aerosol a kontakt s kontaminovaným povrchem. Základní přenos onemocnění probíhá pomocí spike proteinu na virionu. Tímto způsobem se virus napojí na hostitelskou buňku a infikuje jedince. [12]

Základní přenos SARS-CoV-2

Spike protein tvoří trimerní strukturu, která se váže na hostitelský receptor a vytváří patogenezí. Dělíme ho na dvě podjednotky: hlavičku a filamenta. Filamenta tvoří výběžky z virového obalu a vytváří tak korunku virionu. Spike protein obsahuje doménu vázající receptor, která se váže na receptor angiotenzinu konvertujícího enzymu 2 (ACE2) a vytváří změny, které řídí membránovou fúzi. Doména je zodpovědná za hostitelský tropismus a rozsah koronaviru v hostitelské buňce lidského organismu. Filamenta se specifickými tandemovými členy zprostředkovávají fúzi virového obalu s membránou hostitelské buňky. Hlavička proteinu se rozděluje na C-terminální doménu, označovanou jako CTP a N-terminální doménu, označovanou jako NTP. CTP obsahuje doménu vázající se na receptor ACE2 a zprostředkovává právě vazbu mezi hlavičkou a ACE2 receptorem. NTP modeluje endoplazmatické retikulum hostitelské buňky, čímž omezí enzymatické reakce v hostitelské buňce. [23]

Kapénkový přenos

K přenosu dochází v přímém kontaktu s infikovaným jedincem pomocí slin a respiračních sekretů vyloučených při kašli či kýchání. Kapičky jsou větší jak 5 μm a jsou přímo emitovány z traktu nakaženého jedince na jedince, který se nachází v jeho blízkosti (vzdálenost cca 1 až 2 m) a vdechne je do plic.

Přenos vzduchem

Dochází k tomu rozptylem infekčního aerosolu, což jsou jádra infekčních kapének o velikosti menší než 5 mikronů. Přenos pomocí aerosolu trvá delší dobu než pomocí kapének. Infikovaný jedinec ani nemusí být ve stejnou dobu přítomný v místnosti jako jedinec, který se následně nakazí. Při dýchání a mluvení dochází k přenosu aerosolových kapiček, které se šíří difúzí vzduchu. Prozatím dle WHO není dostatek důkazů o přenosu SARS-CoV-2 aerosolem. Přítomnost virových částic ve vzduchu přeplněných prostor byla prokázána, ale ještě není potvrzeno, zda se jedná o infekční částice. Virové částice v aerosolu dokáží přežít 3 hodiny. Přenos aerosolem není primární způsob nákazy, protože nabyla potvrzena dávka infekčních částic dostatečná k nákaze zdravého jedince. [12, 19]

Byl prokázán vznik mikroaerosolů při oftalmologickém vyšetření, při bezkontaktní tonometrii. Vzduchový pulz vytvořený tonometrem naruší povrch slzného filmu za vzniku mikroaerosolu. Oftalmologové tak patří mezi lékaře, kteří jsou vystaveni přímému fyzickému kontaktu s vyšetřovaným. Hlavně při tonometrii, vyšetření na šterbinové lampě, optické koherenční tomografii atd. Přenos onemocnění covid-19 pomocí aerosolu je nejednoznačný. Byly objeveny důkazy o přítomnosti virových částic v ovzduší špatně větraných místností, ovšem už nebylo potvrzeno, zda se jedná o infekční částice viru. Nejedná se o primární způsob nákazy virem. [19, 23]

Přenos pomocí kontaminovaných povrchů

Virus SARS-CoV-2 se přenáší také pomocí kontaminovaných povrchů. O době kontaminace rozhoduje poločas rozpadu viru. Na plastu vydrží koronavirus zhruba 6,8 h., na nerezové oceli 5,6 h. nižší hodnoty jsou dále na kartonu a na mědi. Z tohoto důvodu je důležitá desinfekce nástrojů oftalmologů a optometristů na bázi ethanolu, které jsou v kontaktu s předním segmentem oka a pokud je to možné, používat jednorázové alternativy.

Přenos infikovanými slzami

Viriony přilnou k receptorům na hostitelských buňkách v slzném filmu. Slzy obsahující viriony putují do nasolakrimálních vývodů, nosohltanu a dále do dýchacího a gastrointestinálního traktu. Zde se mohou receptory lépe uchytit na epitelové buňky plic a tenkého střeva. Infekce slz byla prokázána jejich výtěry u infikovaných jedinců a následně otestována RT-PCR testy.

Přímá infekce spojivky virem, respektive jeho spike proteinem, by neměla být možná, protože receptory pro angiotensin konvertující enzym 2, tzv. ACE2, nejsou pro spojivku primární. Potvrzují to studie, kde přenos infekce ze spojivky infikovaného jedince na druhého prozatím nebyl prokázán. [15]

Další hypotéza tvrdí, že se virus do oka dostává přes Receptor ACE2, který zastává autokrinní funkci systému renin-angiotenzin a vyskytuje se nejen na sliznici dýchacích cest, ale i v komorové vodě a na sítnici. Přítomnost ACE2 byla zjišťována pro vývoj antiglaukomatických léčiv. Není však potvrzena možná infekce tkání touto cestou. [19]

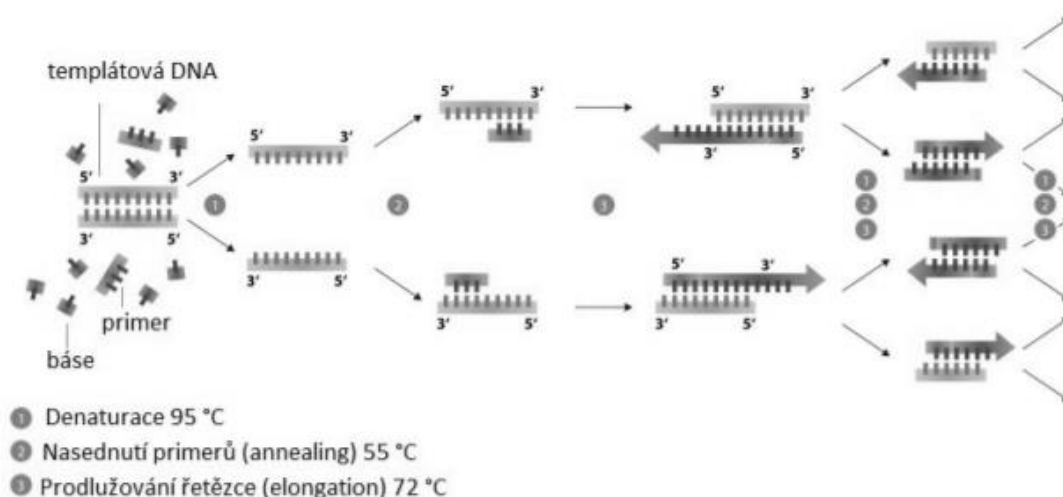
Inkubační doba

Inkubační doba je zhruba 5,2 dne. Osoba je infekční pro své okolí \pm 56 hodin od kontaktu s nakaženým. Infekčnost maximálně trvá do dne před prvními projevy nákazy. Jedince v inkubační době lze diagnostikovat pomocí RT-PCR testu, který lokalizuje přítomnost nukleové kyseliny viru SARS-CoV-2 v krvi. Stejně tak je možné prokázat nakaženého jedince. Tyto testy ukazují aktuální stav jedince při odběrech. [12, 19]

Polymerázová řetězová reakce, tedy RT-PCR test, je metoda, která se provádí pomocí přístroje Themocykleru. Přístroj je naprogramován tak, aby udržel teplotní rozpětí každého procesu v cyklu: pro denaturaci, pro připojení primerů a tvorbu vláken DNA. Tato metoda umožňuje namnožení potřebné sekvence DNA. Tudiž i z malého vzorku DNA jsme schopni získat dostatek materiálu pro vyhodnocení.

Pro tento test musíme identifikovat pořadí bází na 3' konci obou vláken DNA. Následně jsou podle této sekvence vytvořeny primery, jednovláknové úseky DNA. Zkoumaný úsek DNA je denaturován a hybridizuje s primery. Napojením primerů se syntetizuje DNA za pomoci DNA-dependentní-DNA-polymerasy Taq. DNA-polymerasa kopíruje vlákno DNA od místa navázání primerů. Po prvním cyklu reakcí se úsek DNA zdvojnásobí, zdenaturuje a cyklus se opakuje. Po třiceti cyklech je DNA namnožena řádově 10^5 až 10^6 . [17]

Stoprocentní potvrzení pozitivního výsledku prokážeme stanovením protilátek IgA, IgG a IgM. Podle IgA a IgM protilátek stanovíme zhruba před jakou dobou byl dotyčný v kontaktu s pozitivní osobou, případně zdali je v inkubační době. Pomocí IgG protilátek zjistíme, zdali si dotyčný už onemocněním prošel.



Obrázek 7: Schéma polymerázové řetězové reakce [31]

Rizika pro oftalmology a optometry

Zdravotničtí pracovníci jsou vystaveni vysokému riziku infekce prostřednictvím přenosu infekce z člověka na člověka, kapénkové infekce a přímého kontaktu. Pravděpodobnost nákazy navíc zvyšuje fakt, že infekční pacienti jsou jak symptomatictí, lehce symptomatictí tak i asymptomatictí. Nejvyšší vylučování viru je v ranné fázi onemocnění. Vyššímu riziku jsou tak vystaveni lékaři v blízkém kontaktu s pacientem, mezi které patří i oftalmologové nebo například optometristé. [19]

MUDr. Li Wenliang z centrální nemocnice ve Wu-chanu zemřel měsíc po kontaktu s asymptomatickým glaukomatickým pacientem, od kterého se pravděpodobně nakazil. Po jeho smrti se objevilo ještě několik zpráv o nákaze oftalmologů při rutinním vyšetření. [19]

Jako těsný kontakt mezi vyšetřujícím a vyšetřovaným je považována vzdálenost max 2 m po dobu 1 až 2 minut. Navíc při vyšetření využívají oftalmologové i optometristé přístroje, které vyžadují těsnou blízkost s pacientem. Jedná se například o štěrbinovou lampu, autorefraktometer, PD metr, v případě oftalmologa ještě navíc o fundus kameru, oční ultrazvuk, perimetrii nebo laserové ošetření a dále přímý kontakt při operativních zákrocích. Dochází k velkému snížení pravděpodobnosti infekce už při odstupu na 1 m. S vyšší

vzdáleností klesá míra přenosu onemocnění. Jedním z důležitých ochranných opatření je nošení obličejových masek, které dělíme do kategorií podle použití. Respirátor N95 v testovacích podmínkách blokuje minimálně 95 % částic o velikosti 0,3 μm .

Další kategorií jsou chirurgické roušky. Ty jsou účinné na blokaci velkých částic, minimalizují tak kontakt rukou s obličejem a minimalizují přenos onemocnění dýchacích cest. Po srovnání obou kategorií tvoří respirátory N95 větší ochranu před přenosem viru a poskytují vyšší ochranu než jednorázové masky nebo bavlněné roušky. „Pokud se potvrdí, že se na šíření covid-19 významně podílí aerosolový přenos, může být užitečná i úprava systémů větrání místností.“ [19] Další možností ochrany jsou dechové štíty připevněné na šterbinové lampě, které slouží jako bariéra přenosu kapének. Ovšem i tyto bariéry je nutno desinfikovat, aby se nestaly zdrojem kontaminace. [19]

4.2.2 Symptomy

Mezi nejčastější klinické průběhy patří ztráta chuti, ztráta čichu, horečka s pravděpodobností 88 %, dále suchý kašel 68 %, únava 38 %, dušnost 19 %, průjem 4 %, zvracení 5 % a ve výjimečných vážných případech zápal plic. Mezi oční projevy patří nejčastěji konjunktivitida, světlolachost, slzení a zarudnutí očí. Smrtelný průběh může nastat u osob nad 60 let a u osob s chronickým onemocněním, cukrovkou, kardiovaskulárním onemocněním nebo rakovinou. [12]

4.3 Prevence

Kromě pravidelného mytí rukou a desinfekce je jedním z hlavních preventivních opatření zabraňující nákaze nošení respirátoru. Nošení respirátoru nakaženou osobou zabraňuje dalšímu rozšiřování nákazy a u zdravých jedinců funguje jako preventivní opatření před nákazou. Ochrana respirátorem funguje pouze tehdy, když je respirátor správně nasazen. Tedy jak na nose, tak na ústech. Dále je důležité ve více navštěvovaných prostorech dodržovat rozestupy. Ideální vzdálenost je 1 až 2 metry. Minimalizuje se tak kapénkový přenos infekce. Mezi další doporučená opatření patří používání nepromokavých plášťů a rukavic, ochranné brýle. V některých Evropských státech se i nadále využívá lockdown, ovšem s mírnějším omezením, než tomu bylo v roce 2020. [12, 13]

Specifickou ochranou proti nákaze virem SARS-CoV-2 je očkování. Dosud není známo, jak dlouho ať už injekčně navozená nebo přirozeně získaná imunita vydrží. „Je pravděpodobné, že se bude pohybovat v rozmezí měsíců až let, což zvýší potenciální potřebu opakovaného očkování.“ [12, 13]

Očkovací látka aplikovaná do těla obsahuje nefunkční model viru, který připraví imunitní systém na případnou nákazu virem SARS-CoV-2. „K datu 8. 3. 2021 byly v České republice evidovány tři vakcíny od firmy Pfizer/BioNTech (Comirnaty – mRNA Covid-19 vakcína), Moderna (COVID-19 Vaccine Moderna – mRNA Covid-19 vakcína), AstraZeneca (COVID-19 Vaccine AstraZeneca).“ [12] „První zemí, která zahájila očkování byla 8. prosince 2020 Velká Británie.“ [12, 21]

Zdali je očkování dostatečná ochrana proti viru SARS-CoV-2 je v dnešní době široce diskutované a zkoumané téma. Po dobu zkoumání, zdali je vakcinace bezpečná a jaký vliv mají její vedlejší účinky na lidské tělo, si získala celou řadu svých podporovatelů i odpůrců, ovšem toto téma je nad rámec bakalářské práce.

V rámci prevence oftalmologů proti covidu-19 byla ve studii pod vedením Davida Douglase vytvořena a následně otestována ochrana očí. Cílem studie byla oční ochrana bez propustnosti částic a odolná proti zamlžení.

Kvalitní ochrana očí se určuje podle tří kritérií:

Za prvé, musí zabránit kontaktu a následné infekci očí virem SARS-CoV-2. Přesné riziko infekce vzdušnými částicemi stále není známo. Dále ochrana očí také připomene osobě, aby si ze zvyku nesahala na oči.

Za druhé, ochrana očí musí být navržena tak, aby uživateli nepřekážela ve výkonu jeho povinností. Uživatel by měl být schopen vykonávat úkoly každodenního života, např. doručovat léky, odebírat krev, chodit do obchodu s potravinami, řídit, číst malé písmo atd. a přitom nosit ochrannou oční ochranu. Pokud by došlo k zamlžení ochrany, stává se nepoužitelnou k běžnému životu.

Za třetí, vliv onemocnění na duševní zdraví a vysokou úroveň stresu, což je důležitý a přehlížený aspekt propuknutí nákazy.

Ochrana očí je jednou ze zásadních, jelikož také zabraňuje přenosu covidu-19 z člověka na člověka. V současné době existuje ochrana vytvořená hermeticky a nehermeticky uzavřeným způsobem. Hermeticky uzavřená ochrana plně chrání oči před částicemi oproti nehermetické. Ovšem podle zhotovených testů se hermeticky uzavřená ochrana po určitém čase zamlžuje, což ji činí nepoužitelnou.

Výsledně při testování hermeticky uzavřená ochrana ukázala minimální mlhu po 1 minutě, velké množství mlhy po 5 minutách a po 60 minutách kapala s kondenzací.

Nehermeticky uzavřená ochrana byla čistá po 1 minutu, 5 minut a vykazovala minimální mlhu po 60 minutách. [22]

5 Možný vliv Covidu 19 na zrakové ústrojí

Při onemocnění covidem 19 by se neměly přehlížet některé atypické problémy se zachováním vysoké míry podezření. Zvláště u infekce kapénkovým, aerosolovým či nepřímým kontaktním způsobem. Jednou z možností infekce SARS-CoV-2 je přes spojivkovou sliznici, která je citlivá na virové napadení, a tudíž tvoří jednu z hlavních a snadných lokací pro nakažení koronavirem. Ideálním a dostupným způsobem ochrany očí je tedy ochranný štít nebo při nejmenším brýle. Tento způsob ochrany byl využíván už u zdravotníků a infikovaných pacientů při vypuknutí onemocnění SARS v Torontu roku 2003 a měl by být považován za stejně důležitý jako nošení respirátoru. Ukázalo se, že povrch oka je silně tropický pro respirační a RNA viry. [24]

5.1 Způsob nákazy virem SARS-CoV-2

Kromě klasických způsobů nákazy, jako je kapénkový přenos nebo přenos aerosolem, se mnoho studií zabývá hypotézami, zdali je možné se nakazit virem SARS-CoV-2 pomocí infikovaného slzného filmu.

Nejpravděpodobnější hypotéza udává, že se nazolakrimální systém chová jako kanál, kterým virové částice putují z oka do horních dýchacích cest. Podle několika anatomických a fyziologických vlastností tvoří spojivka vstupní bránu do oka, stejně tak jako potenciální místo pro replikaci viru. Spojivkový epitel je totiž přímo vystaven vnějšímu prostředí, kde se může snadno infikovat přítomností virových částic nebo kapének v ovzduší. Po přímé infekci spojivky kapénkami dochází k absorpci spojivkou rohovkou a nakonec sklérou, ale většina z nich odtéká do nazolakrimálního systému.

Další hypotézou je opačný postup, kdy virové částice putují nazolakrimálním systémem z horních dýchacích cest do oka. Pacienti mají během akutní fáze virémie ústící v exsudaci, což je výtok tekutiny v místě zánětlivé hyperémie. [19]

Infekce slz virem SARS-CoV-2

Podle internetového článku zveřejněného 24. března 2020 na „National Library of Medicine“ byla v Singaporu provedena studie na pozitivitu SARS-CoV-2 v slzách infikovaných jedinců. „Tato studie byla provedena v souladu s principy Helsinské deklarace a s etickým souhlasem Domain Specific Review Board National Healthcare Group Singapore.“ [27]

Pacientům byly pravidelně odebírány vzorky z nosohltanu pro rutinní kontrolu průběhu onemocnění. Testování probíhalo v prvních dvou týdnech od projevu prvních symptomů. Na prokázání pozitivity byly použity RT-PCR testy v klinických laboratořích, jejichž metoda je vysvětlena v podkapitole 4.2.1. Vzorky slz byly odebírány pomocí Schirmerova testu a analyzovány ve výzkumných laboratořích. Vzorek ze Schirmerova testu byl nejprve inkubován po dobu čtyř dní pro replikaci RNA a poté byl zhotoven RT-PCR test.

Výsledky testování prokázaly, že všech 17 pacientů bylo pozitivních při průběžném testování na přítomnost viru SARS-CoV-2, ale všechny výsledky testování na přítomnost viru SARS-CoV-2 v slzách prokázaly negativitu. Tudíž je pravděpodobné, že nakažení infikovanými slzami není možné.

Musíme se ovšem taky zaměřit na pár faktů o studii, které mohly ovlivnit výsledky. Kvůli epidemiologickým opatřením bylo testováno pouze 17 subjektů. Větší množství subjektů by bylo pro studii průkaznější. Dalším problémem bylo dvojí testování. Testování na přítomnost viru SARS-CoV-2 bylo prováděno rutinně na klinických pracovištích a v jejich laboratořích, kdežto testování vzorků slz bylo prováděno ve výzkumných laboratořích. Pokud by byl výsledek RT-PCR testů slz falešně negativní z důvodu chybného testování, přítomnost viru by se prokázala cytopatickým efektem. Cytopatický efekt je rozpad hostitelských buněk, který je způsobený virovou infekcí. Bohužel ani ten nebyl přítomen.

Jiné oční projevy onemocnění, jako pálení, hyperémie, injekce, slzení atd., nebyly přítomny. Z toho můžeme prozatím vyvodit fakt, že viry nejsou schopny infikovat slzný film, tudíž není možné se infikovat průtokem slz do nasolakrimálních kanálků a dále infikovat sliznici horních a dolních dýchacích cest.

Nebyla zde zjištěna možná infekce spojivkovou tkání. Pro výzkum podle této studie by bylo nutné odebrat pacientům buňky spojivkové tkáně na následující rozbor. Vzhledem k tomu, že pacienti byli traumatizováni už jen pozitivitou na toto onemocnění, bylo od dalších výzkumů upuštěno. [27]

Přítomnost viru SARS-CoV-2 v slzném filmu nebo spojivkovém vaku je kolísavá a náhodná. Často záleží na správném načasování a metodě vyhodnocující vzorek. Výše uvedené studie potvrzují, že SARS-CoV-2 se může vyskytovat v slzách nebo spojivkovém vaku, ale že infekce SARS-CoV-2 prostřednictvím očí zůstává nejistá. K nízkému počtu pozitivních případů však mohou částečně přispívat metody a podmínky testování. [19]

5.2 Oftalmické projevy covidu-19

Oční projevy onemocnění covid-19 se mohou objevit až několik týdnů po proděláním nemoci. Mezi oční symptomy patří konjunktivitida, fotofobie, čirý vodnatý výtok. Do vyšetřovacích znaků byly zahrnuty pseudodendritidy v dolní rohovce, subepiteliální infiltráty, epiteliální defekty. Dále konjunktivitida s příznaky spojivkové hyperémie, chemózy, epifory a zvýšené sekrece. [16, 25]

5.2.1 Konjunktivitida

Konjunktivitida je zánět spojivek virového nebo bakteriálního původu. Infekce virem může často vést i ke keratokonjunktivitidě a způsobit mnohem závažnější onemocnění. Onemocnění se často přenáší z jednoho oka na druhé. Příznaky konjunktivitidy při onemocnění covid-19 bývají většinou ojedinělé. Nejčastěji se projevují spojivkovou hyperémií, zarudnutím, podrážděním, chemózou, epiforou a zvýšenou sekrecí. Dochází k rychlému nástupu bolesti očí a zvýšené citlivosti na světlo až fotofobii. Z testovaných pacientů je oční potíže projevily pouze u malého procenta testovaných pacientů.

Konjunktivitida je uváděna jako jeden z příznaků, ačkoli podle domněnek některých oftalmologů je rozsah očního postižení tímto onemocněním do značné míry ignorován. Od počátku pandemie byla konjunktivitida jako hlavní nebo vedlejší příznak SARS-CoV-2 již několikrát zdokumentována. Konjunktivitida se může projevit jako aktivní nebo post-covidový symptom. Jako aktivní symptom se projevila například u čtyř pacientů na klinice Policlinico S. Orsola – Malpighi. [25, 19]

Infekce u pacientů byla prokázána RT-PCR testy. Pacienti byli doporučeni od svého praktického lékaře na kliniku Policlinico S. Orsola – Malpighi. Všichni vykazovali příznaky akutní konjunktivitidy, mezi které patřila epifora, překrvení spojivky, výtok a fotofobie. Jejich stav se po několik dní nelepšil. Bylo jim doporučeno pokračovat v terapii kapání Moxifloxacinu čtyřikrát denně po dobu pěti dní. Nikdo z pacientů nevykazoval horečku, celkovou únavu a respirační problémy. Pacientům byla nařízena karanténa a byli telefonicky sledováni až do úplného vyléčení. Po celou dobu nemoci byla konjunktivitida jejich jediným příznakem. [25]

Zprávy o konjunktivitidách jako symptomu covid-19 se objevily už v dřívějších dobách pandemie v Číně a Singapuru. [12]



Obrázek 8: Obrazový záznam folikulární konjunktivitidy [26]

Na tomto obrázku vidíme oboustrannou folikulární konjunktivitidu, která se projevila ve střední fázi onemocnění, zhruba 13 dní po mírné infekci covid-19. Konjunktivální výtěr zůstal pozitivní po dobu dalších pěti dní. Podle vyšetření na šterbinové lampě šlo o akutní virovou konjunktivitidu. Snímek a) a d) manifestují střední spojivkovou injekci a dolní palpebrální spojivkové folikuly. Snímky b) a e) vykazují stav očí 17 dní od onemocnění, kde už je vidět lehké zlepšení po podání léčiv. A nakonec snímky c) a f) 19 dní od onemocnění.

Folikulární konjunktivitida se může projevit i několik týdnů po proděláním onemocnění. I v případě, kdy je pacient podle RT-PCR testu na výtěry z nosohltanu negativní, může i nadále přetrvávat přítomnost viru ve spojivce. [28]

Dále je tu případ 29leté ženy s příznaky jednodenní jednostrannou konjunktivitidou, fotofobií a čirým vodnatým výtokem, dále jen mírné respirační příznaky bez horečky. Během vyšetření byly objeveny pseudodendritidy v dolní části rohovky, malé subepiteliální infiltráty a epiteliální defekty. Následně byly zhotoveny výtěry z nosohltanu a spojivky a pomocí RT-PCR metody byla diagnostikována na pozitivitu SARS-CoV-2. [19]

5.2.2 Keratokonjunktivitida

Virová keratokonjunktivitida se u pacienta projevila zarudnutím, výtokem a fotofobií. Pozitivní výtěr z nosohltanu a spojivky a mírné respirační symptomy. U dalšího případu došlo k projevu až 10 dní po symptomatickém projevu covid-19 se středně těžkým proděláním onemocnění. U pacienta byla diagnostikována konjunktivitida levého oka s viskózním výtokem, ale prozatím čirou rohovkou. Výtěr ze spojivky byl SARS-CoV-2 pozitivní. Druhý

den léčby výtěr ze spojivky negativní. Po následujících pěti dnech, kdy se pacient zotavil, došlo k relapsu obou očí včetně rohovky. Výtěry ze spojivek byly negativní.

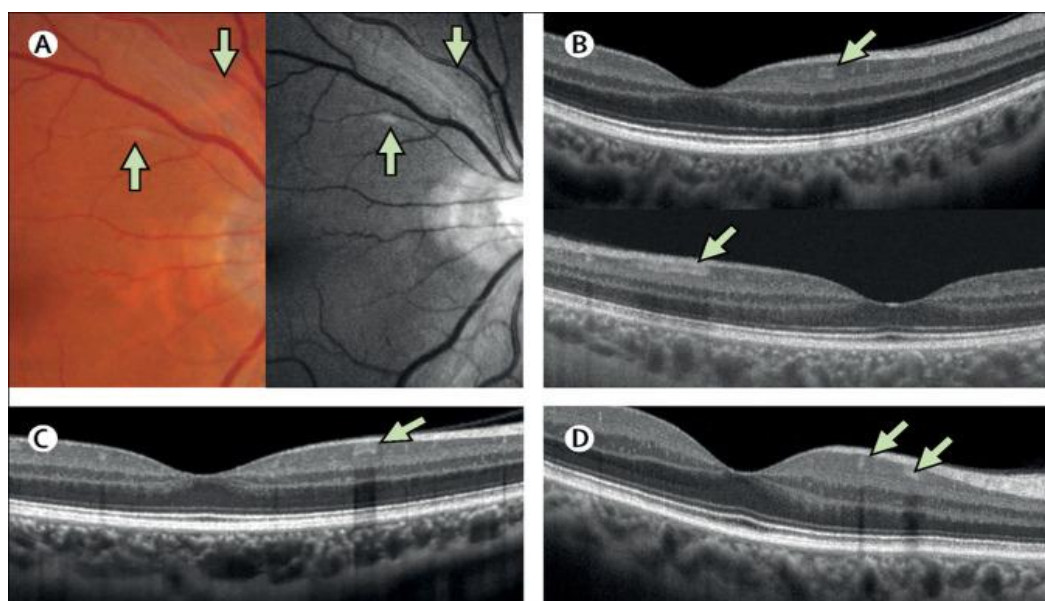
Díky pozitivitě prvních výtěrů spojivek se lékaři domnívají, že primární projev konjunktivitidy byl způsoben virem. Sekundární projev keratokonjunktivitidy s negativními RT-PCR testy byl způsoben imunitní reakcí těla na předešlou nákazu. [28]

5.2.3 Symptomatické projevy na retině

Retinální nálezy vlivem onemocnění covid-19 se objevují velmi zřídka. Změny na retině jsou celkem nepatrné a není potvrzeno, že by byly přímo způsobené onemocněním.

Patofyziologické nálezy na retině po prodělání onemocnění covid-19

Na Institutu Paulista de Estudos e Pesquisas em Oftalmologia a Institutu da Visão na Federální univerzitě v São Paulu byl proveden výzkum na pozitivní nálezy na sítnici u covid-19 pozitivních pacientů pomocí OCT, optické koherenční tomografie. Bylo testováno 12 probandů, 6 mužů a 6 žen ve věku 25 až 69 let. U devíti osob byla pozitivita covid-19 prokázána RT-PCR testy a u dalších tří bylo dokázáno prodělání nemoci pomocí testů na protilátky. Pro vyšetření byly použity dva druhy OCT přístrojů: „DRI-OCT Triton Swept Source (Topcon, Tokyo, Japan) and XR Avanti SD-OCT (Optovue, Fremont, CA, USA).“ [26] Žádné změny na zrakové ostrosti očí vyšetřovaných osob nebyly prokázány a pupilární reflexy byly také v normě. U všech pacientů byla prokázána hyper-reflexní léze v oblasti gangliových buněk a na papilo-makulárním svazku na obou očích. U čtyř pacientů byl pozorován výskyt drobných hemoragií a světlých skvrnek. [26]



Obrázek 9: Retinální snímky patofyziologických nálezů [26]

Obrázek A znázorňuje drobné vatové skvrny a hemoragie na sítnici nejprve v červeném zabarvení a poté černobíle. Následně na obrázcích B až D je znázorněna hyperreflexe ve vrstvě gangliových buněk a vnitřní plexiformní vrstvě buněk.

Podle kliniky v São Paulu jsou toto první zprávy o retinálních nálezech, které mohou být spojené s onemocněním covid-19. [26]

Následně k projevům covidu-19 dochází na sítnici. Studie série případů 11 pacientů, kteří podstoupili optickou koherentní tomografii, zjistila, že všichni pacienti vykazovali hyperreflexní léze na úrovni gangliových buněk a vnitřní plexiformní vrstvy výrazněji v papilomakulárním svazku na obou očích. To nebylo spojeno s žádnou poruchou zraku ani se změnami v angiografii optické koherentní tomografie nebo analýze komplexu gangliových buněk. U čtyř pacientů se objevily jemné vatové skvrny a mikrohemoragie podél retinální arkády. [19]

Okluze centrální retinální tepny

U těchto případů došlo k prodělání těžké infekce covid-19 s následkem vaskulární okluze. Následkem těžkého průběhu u jednoho z pacientů došlo k neúplnému uzávěru oční tepny i přes užívání léků kvůli hluboké žilní trombóze.

Dalším případem je žena po prodělání covid-19 se zhoršením visu na pravém oku. Naturální zraková ostrost na pravém oku byla určena při počítání prstů na 50 cm. Podle fotografií fundu bylo nalezeno krvácení ve všech kvadrantech, dilatované cévy a edém optického disku. [28]

5.2.4 Dakryoadenitida

Zatím jediný případ dakryoadenitidy byl nalezen u pacienta, který po dobu 4 dní trpěl otokem a bolestí očních víček a byl v kontaktu s covid-19 pozitivními jedinci. Pacientovi byly provedeny testy na protilátky na IgG a IgM s pozitivitou na SARS-CoV-2. Ostatní testy na virová onemocnění byly negativní.

Dakryoadenitida byla pozdním projevem viru SARS-CoV-2. Častým projevem dakryoadenitidy je bolest slzných žláz způsobený virovým onemocněním. [28]

Onemocnění covid-19 je schopno vyvolat nebo zhoršit demyelinizační onemocnění. Jedním z případů je pacient ve věku 24 let s optickou neuritidou pravého oka, u něhož byl prokázán zánět pravého zrakového nervu. [28]

5.2.5 Orbitální celulitida

Jako obzvlášť ojedinělý případ na oftalmologické klinice Univerzity Benha, byl objeven případ desetiletého chlapce. Mezi jeho symptomy patřil otok levého periorbitu doprovázený tupou bolestí, pokles horního víčka, binokulární horizontální diplopie, bolestivý pohled očí, horečka, nevolnost a zvracení. Pacientovi byl proveden sérologický test na přítomnost protilátek a následně RT-PCR test z nasofaryngeálních výtěrů. Oba druhy testování vykázaly pozitivní výsledek na virus SARS-CoV-2.

Pacientovi byl diagnostikován mírný orbitální edém levého oka s ptózou cca 2 mm, omezená elevace a abdukce levého oka. Při vyšetření na šterbinové lampě odhalilo injekci zevního přímého svalu levého oka. Vyšetření očního pozadí levého i pravého oka bylo čisté.



Obrázek 10: Snímek přímého pohledu a pohledu s demonstrovanou elevací očí. [29]

Snímek A nám ukazuje přímý pohled pacienta, kde můžeme zpozorovat otok pod levým horním víčkem, proptózu a spojivkovou hyperémii levého zevního přímého svalu. Na snímku B můžeme porovnat elevaci a abdukci pravého a levého oka, kde vidíme, pohyby levého oka jsou omezené.



Obrázek 11: Snímek orbitální magnetické rezonance pacienta [29]

Na obrázku můžeme vidět snímek z orbitální magnetické rezonance, která odhalila zvětšení levého zevního přímého svalu.

Kromě zvýšené rychlosti sedimentace erytrocytů, pozitivní hladiny C-reaktivního proteinu a pozitivních testů onemocnění covid-19, ostatní provedené testy nevykazovaly žádné anomálie. Následně byla zahájena karanténa po dobu 2 týdnů na základě pozitivního výsledku RT-PCR testu. Dále pětidenní léčba potencionální bakteriální infekce a předpokládané orbitální myozitidy, ovšem s nedostatkem klinických důkazů o infekční orbitální celulitidě. Po 2 dnech léčby došlo k rapidnímu zlepšení. Po čtrnácti dnech orbitální magnetická rezonance prokázala zmenšení otoku levého zevního přímého svalu a slzné žlázy. Měsíc po zahájení léčby bylo provedeno celkové vyšetření, které prokázalo vymizení původně zjištěných klinických rysů.

Orbitální celulitida se projevila ještě v několika dalších kazuistikách, u pacientů pozitivních na onemocnění covid-19. U těchto případů lékaři předpokládají, že infekce SARS-CoV-2 způsobila ucpání horních dýchacích cest a následně zhoršila mucociliární clearance. Důsledkem byla sekundární bakteriální infekce s následnou orbitální celulitidou s intrakraniální extenzí. [29]

Progrese myopie v důsledku pandemie covid-19

Myopie je celosvětově nejčastější příčinou zrakového postižení a v mladším věku při jejím vzniku může dojít k progresi do vysoké myopii. V důsledku pandemie covid-19, zavedla většina států různá přísná omezující opatření pro občany, včetně omezení venkovních aktivit a uzavření škol, aby se zabránilo šíření viru, který covid-19 způsobuje. Tyto karantény

v souvislosti s covid-19 vedly k tomu, že miliardy studentů odkázaných na online výuku se i v současné době potýkají se zrakovými problémy. [32]

V rámci studie byli všichni žáci vyzváni, aby vyplnili dotazník týkající se demografických údajů. Dále byli certifikovaní technici vyškoleni ke stanovení zrakové ostrosti a autorefrakčnímu vyšetření pomocí přístroje GoldEye RM-9000 (Shenzhen Aist Industrial Co., Ltd). Myopie byla identifikována jako nekorigovaná zraková ostrost nižší než 20/25 a sférický ekvivalent refrakce (SER) -0,5 dioptrie (D) nebo méně. Vysoká myopie byla definována jako SER -6,0 D nebo méně. Celková prevalence krátkozrakosti se zvýšila z 52,89 % v červnu 2019 na 53,9 % v prosinci 2019 a 59,35 % v červnu 2020, což bylo v souladu s výsledky dané studie. Prevalence vysoké myopie se zvýšila z 4,11 % v červnu 2019 na 4,24 % v prosinci 2019 a 4,99 % v červnu 2020. [32]

Prevalence krátkozrakosti se stupňovitě zvyšovala podle ročníků, aniž by ji ovlivňovaly měsíce narození žáků. Výsledky ukazují, že věku jednotlivých studentů má spíše vliv zvyšující se stupeň vzdělání na vývoj myopie, kterou lze rozdělit do 2 stupňů: stupeň I (1.-6. třída), který představuje stupeň citlivý na myopii, a stupeň II (7.-12. třída), který představuje stupeň citlivý na vysokou myopii. Studie zjistila, že šestiměsíční progresse myopie u všech žáků se zvýšila přibližně 1,5krát z -0,23 D před karanténou covid-19 na -0,343 D po karanténě covid-19 a rychlost progresse myopie žáků z I. stupně byla po karanténě covid-19 rychlejší než u žáků z II. stupně. Dále bylo zjištěno, že pololetní míra výskytu myopie se zvýšila z 8,5 % před karanténou covid-19 na 13,62 % po karanténě covid-19. Ze studie tedy vyplývá, že karanténa covid-19 byla rizikovým faktorem pro progresi a výskyt myopie. [32]

I tato studie měla určitá omezení. Účastníky studie byli školáci a nezahrnovala dospělé na vysokých školách a jedince ve středním věku. Studie je tedy omezena na mladší populaci. Dalším důležitým omezením byl nedostatek nashromážděných informací o krátkozrakosti rodičů u více než 1 milionu studentů, což je důležitý rizikový faktor dědičné krátkozrakosti u školáků. [32]

Dopad na pacienty, kteří si neprošli. covidem-19

V době pandemie se zdravotnictví pochopitelně soustředilo na řešení léčby pacientů s covidem-19 a ochranu ostatních před infekcí. V důsledku toho mohli být lidé s chronickými onemocněními nuceni odložit velkou část vyšetření a zákroků. Potenciální druhou vlnou této krize proto může být řešení chronických očních onemocnění, u nichž byla péče odložena, nebo pacientů, kteří se s akutními potížemi obávali dostavit. Studie během epidemie SARS-CoV-1

ukázaly, že zatímco během krize prudce klesl počet hospitalizací pro diabetes, po jejím skončení tento počet opět prudce vzrostl. Během současné krize již došlo k menšímu počtu hospitalizací pro mrtvici a infarkt. Panuje obava, že výskyt je stejný, ale že se opatrní nebo vystrašení pacienti nedostavují k ošetření. V nadcházejících 12 měsících bude muset oftalmologie vyhodnotit dopady opožděné péče a vypracovat strategie třídění pro zvládnutí zdravotních nároků. [19]

6 Praktická část bakalářské práce

6.1 Cíl práce, motivace a hypotézy

Cílem této práce bylo zjištění, zda má vliv onemocnění covid-19 a navazující preventivní opatření na funkce zrakového ústrojí. V praktické části bylo provedeno subjektivní měření vybraných probandů po prodělání onemocnění covid-19. Jedná se o osoby s různými korekčními vadami, které se nacházely v různých věkových kategoriích od 15 do 60 let. Probandům byla provedena subjektivní refrakce po prodělání onemocnění covid-19, následně po časovém odstupu 2 až 3 měsíce od posledního měření a pokud to bylo možné, poskytli korekci používanou před onemocněním. Tyto hodnoty byly následně mezi sebou porovnány a statisticky zpracovány.

6.1.1 Motivace a hypotézy

Motivací pro vypracování bakalářské práce na toto téma byla osobní zkušenost rodinných příslušníků, přátel a známých osob. Všechny tyto osoby si prošly onemocněním covid-19 s různě těžkým průběhem a pocitově zaznamenaly zhoršení zrakové ostrosti. Na základě těchto zkušeností jsem se rozhodla prozkoumat vliv onemocnění covid-19 nejen na zrakovou ostrost, ale i vypracovat rešerši vlivu na ostatní fyziologické vlastnosti oka.

Hypotéza 1.: Onemocnění covid-19 a navazující pandemická opatření mají vliv na zrakovou ostrost jedince.

Jedná se o celkem namáhavé onemocnění, při kterém je jedinec vysílený a může disponovat potížemi se zaostřením až už na vzdálený nebo blízký bod, na který dříve při větší námaze ještě zaostřil, v tu chvíli požaduje vyšší korekci. K dalším potížím může dojít při nuceném home-office, kdy jedinec pracuje na počítači, tedy na krátkou vzdálenost, déle než v běžné pracovní době, případně je v karanténě, neopouští nemovitost a neostří tak na daleký bod. V tomto případě potencionálně dochází ke zvýšení refrakční vady a potížím s akomodací.

Hypotéza 2.: Lidé pracující formou home-office budou udávat potíže s viděním častěji než ostatní.

Díky home-office se mnoho lidí uchýlilo k počítačům, kdy trávili u monitoru mnohem delší dobu než v práci. Tato skutečnost by mohla mít vliv na zvýšenou únavu očí z práce převážně na krátkou vzdálenost.

Hypotéza 3.: Nejčastěji vyskytujícím problémem bude suché oko.

Na výskytu suchého oka se mohlo podílet hned několik aspektů. Hlavním důvodem je nedostatečné mrkání při přemíře soustředění na práci. Dále má vliv nošení respirátorů a jiných druhů ochranných masek, kdy dýcháním, při správném nasazení masky, dochází k cirkulaci vzduchu a následnému uniku z masky směrem o očím, které následně mají tendenci osychat.

6.2 Použitá metodika

Měření probíhalo celkem na třech pracovištích: FBMI ČVUT, pobočka GrandOptical – oční optika Atrium Flora a OPTIKA NEVOLOVÁ v časovém rozpětí od 6. 12. 2021 do 9. 4. 2022. Měřeno bylo celkem 30 probandů (60 očí) ve věku 15 až 60 let. Probandi disponovali korigovanými a nekorigovanými refrakčními vadami v nahodilém zastoupení mužů a žen. Podmínkou k účasti probandů v tomto měření bylo prodělání onemocnění covid- 19 s lehkým, středně těžkým až těžkým průběhem.

6.2.1 Použité pomůcky

Vzhledem ke vzdáleným lokacím probandů došlo k měření celkem na třech místech, kde jsem pracovala s odlišnými přístroji. Na pobočce GrandOptical – oční optika Atrium Flora jsem pracovala s projekčním optotypem značky TOPCON ACP-8, s autorefraktokeratometrem značky TOPCON KR-8900, dále se zkušební obrubou Oculus UB-4 a brýlovou skříní Breitfeld & Schliekert.

Na fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT jsem pracovala s projekčním optotypem TOPCON ACP-8, autorefraktokeratometrem TOPCON TRK-2P, zkušební obrubou Oculus UB-4 a brýlovou skříní Essilor.

Ve vyšetřovně v optice OPTIKA NEVOLOVÁ jsem také pracovala s projekčním optotypem TOPCON ACP-8, auto-refrakto-keratometrem značky TOPCON KR-8900, zkušební obrubou Breitfeld & Schliekert a brýlovou skříní Breitfeld & Schliekert.

6.2.2 Průběh měření

Po příchodu probanda byla podrobně zjištěna anamnéza jedince. V anamnéze byl proband dotazován na ročník narození, oční, rodinnou a celkovou anamnézu, rok a měsíc prodělání onemocnění covid-19, jaký byl průběh onemocnění a jeho příznaky, jaké byly oční projevy a pokud to bylo možné, byla naměřena habituální korekce na automatickém fokometru. Pokud

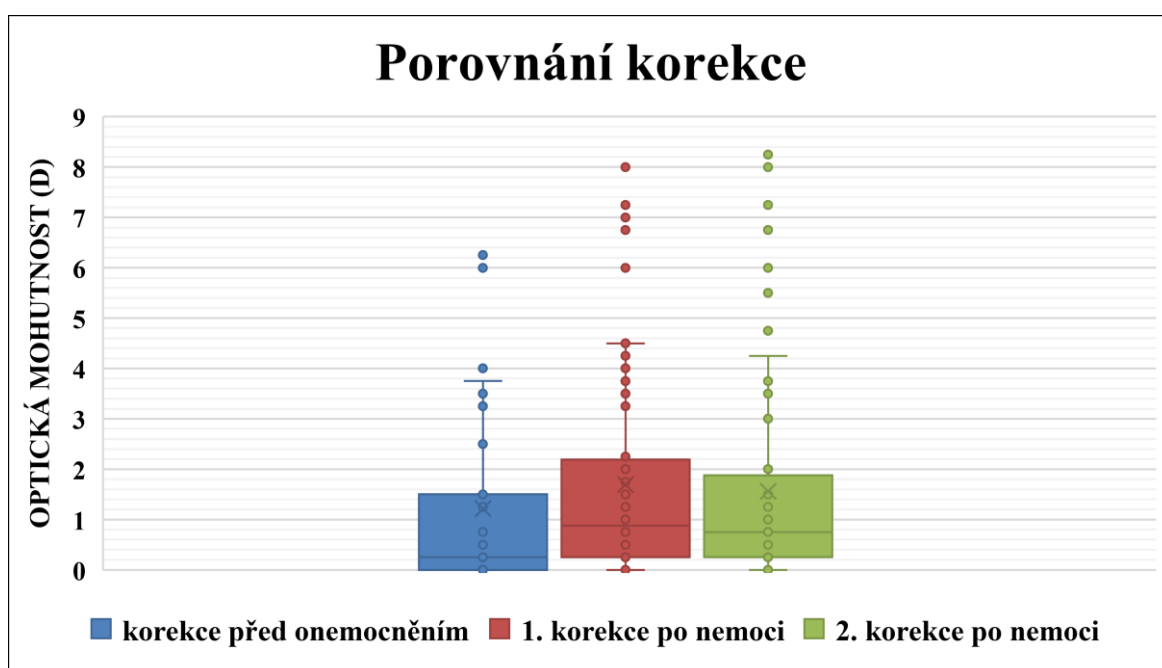
proband prodělal onemocnění vícekrát za sebou, zaznamenala jsem průběh každého prodělání onemocnění zvlášť, včetně očních projevů.

Dále bylo provedeno objektivní měření refrakčních vad na autorefraktometru TOPCON KR-8900. Ačkoli přístroj nebyl plně automatizovaný, měření probíhalo pouze pár vteřin. Následně bylo provedeno subjektivní měření probanda. Vyšetření probíhalo ve vyšetřovně na pobočce GrandOptical – oční optika Atrium Flora, kde je vzdálenost vyšetřovacího křesla od optotypu 6 metrů. Na subjektivní refrakci byla použit optotyp TOPCON ACP-8 vybavený testy na akomodační vyvážení a testy na binokulární vidění. Dále brýlová skříň Breitfeld & Schliekert s červeným, zeleným a polarizačním filtrem. Na probandovi jsem vycentrovala zkušební obrubu značky Oculus UB-4 a nejprve zkusila naturální vizus pravým okem, poté levým okem a binokulárně. Se subjektivním měřením jsem začala na pravém oku. Pokud proband disponoval habituální korekcí, nejprve jsem zjistila vizus s habituální korekcí. Podle reakce probanda jsem provedla následující kroky. Když byl vizus nižší než 1.0 provedla jsem dokorigování nejlepší sféry. Pokračovala jsem korekcí astigmatismu, na kterou jsem použila bodový test a Jacksonův zkřížený cylindr. Pokud měl proband v habituální korekci astigmatickou korekci, vložila jsem do zkušební obruby danou korekční hodnotu a pomocí Jacksonova zkříženého cylindru dokorigovala osu cylindru a následně jeho sílu. Dále jsem pomocí spojky a rozptylky o hodnotě 0,25 D a písmenného optotypu provedla jemné sférické dokorigování. Stejný postup jsem opakovala na levém oku. Pokud by proband neměl habituální korekci, druh refrakce by byl určen pomocí spojné a rozptylné čočky o hodnotě 0,5 D. Následně byl zvolen stejný postup refrakce. Pro akomodační vyvážení jsem zvolila třířádkový test s polarizačními filtry. Jako testy na binokulární vidění jsem zvolila K-test bez fúzního a s fúzním podnětem.

6.3 Výsledky

Do vyhodnocení bylo zahrnuto 30 probandů, tedy 60 očí. Ve výsledcích je zpracována aktuální korekce, korekce o 2 měsíce později a pokud to bylo možné i habituální korekce každého oka. V grafech je tedy uvedeno přibližně 180 korekcí.

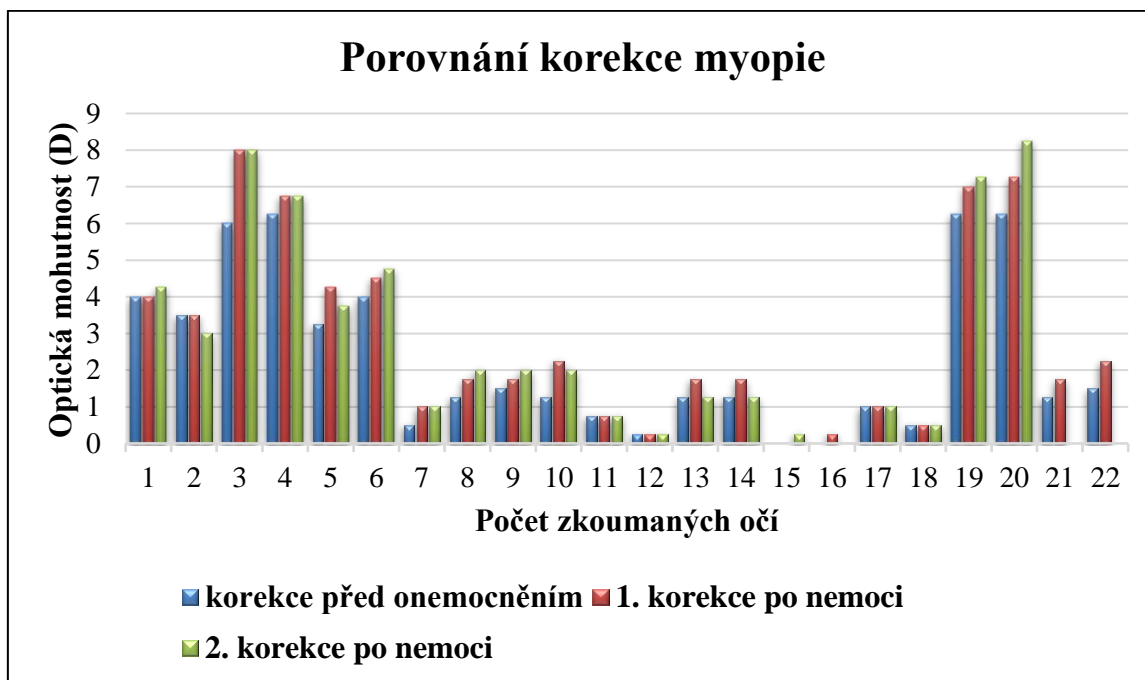
V následujícím grafu můžeme vidět porovnání habituální korekce, 1. korekce po nemoci a 2. korekce po nemoci všech probandů bez ohledu na refrakční vadu. Můžeme vidět, že 1. korekce po nemoci je vyšší než habituální a 2. korekce po nemoci oproti 1. korekci buď lehce stoupá nebo se stabilizuje k hodnotě 1. korekce.



Graf 1: Porovnání korekce

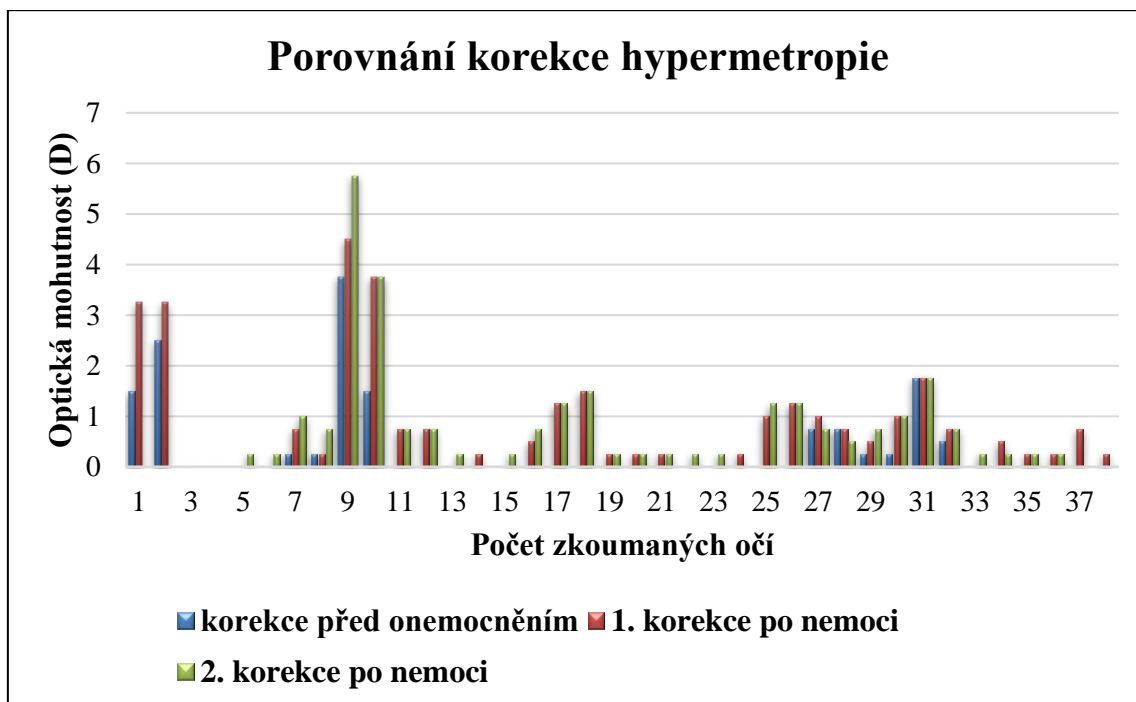
Pro přiblížení refrakčních změn, jsem vypracovala další grafy, které jsou rozděleny podle refrakčních vad na myopii a hypermetropii. Rozdělením eliminujeme množství korekcí a můžeme tak lépe vidět, která z refrakčních vad má větší predispozice ke zvýšení optické mohutnosti po prodělání onemocnění.

První graf zobrazuje porovnání korekcí myopické refrakční vady. V grafu je znázorněno 22 očí z 60, což je téměř polovina a nemůžeme tak vyloučit, že by docházelo k větší progresy pouze u jedné z refrakčních vad.



Graf 2: Porovnání korekce myopie

V grafu můžeme vidět, že refrakce většinou i po druhém měření progreduje nebo se stabilizuje na stejné hodnotě nebo lehce níže pod 1. korekci po nemoci. K naprosté stabilizaci došlo pouze v případech 11, 12, 17 a 18. V případech 15 a 16 je demonstrována pouze 2. korekce po nemoci a 1. korekce po nemoci ostatní korekce jsou na hodnotě plan, tedy 0 dioptrií.



Graf 3: Porovnání korekce hypermetropie

Ve druhém grafu můžeme vidět porovnání hypermetropických očí. Lze si povšimnout, že u některých změřených očí chybí hodnoty, například v případech 2, 3 a 4. Jedná se o hodnoty nízkých hypermetropů či emetropů s hodnotami 0 až +0,25 D. Na základě toho můžeme soudit, že emetropie a nízká hypermetropie je i po prodělání onemocnění stabilní.

Ve druhém grafu můžeme vidět porovnání hypermetropických očí. Lze si povšimnout, že u některých změřených očí chybí hodnoty, například v případech 2, 3 a 4. Jedná se o hodnoty nízkých hypermetropů či emetropů s hodnotami 0 až +0,25 D. Na základě toho můžeme soudit, že emetropie a nízká hypermetropie je i po prodělání onemocnění stabilní.

7 Diskuze

Měření do bakalářské práce se tedy účastnilo celkem 30 probandů ve věku od 15 do 60 let. Měření probíhalo na třech pracovištích, po dobu pěti měsíců od 6.12. 14:00 hod do 16. 4. 9:00 hod. Časové údaje jsou přesné, protože jsem se při měření snažila dodržet i stejný čas měření. Hodina měření by totiž mohla být faktorem rozdílných hodnot při měření. Faktorem by mohla být denní pracovní náplň, nedostatek spánku, stres, v případě nedodržení stejné hodiny měření je faktorem i daná hodina. Přeci jenom v 10 hodin je člověk čilejší než ve 15:00 po osmi hodinách v práci. Kolikrát časové rozpětí ani nemohlo být dodrženo, protože měření v plném proudu probíhalo během vánočních svátků, tudíž většina probandů měla více volného času než o 2 měsíce déle, tedy po novém roce.

Objektivní refrakce byla provedena jak na manuálním, tak na automatickém autorefraktokeratometru. Ačkoli byli probandi instruováni o průběhu vyšetření, díky lidskému faktoru za přístrojem mohlo dojít ke špatnému posazení hlavy, přemíře zaostřování nebo mé chybě při práci na manuálním autorefraktokeratometru.

Při subjektivním měření, i když máme k dispozici mnoho testů ke kontrole, defacto spoléháme na odpovědi našich probandů. Prvním rizikem může dojít při nepochopení našich instrukcí, následně při měření dochází k chybám. Dalším faktorem je i zdravotní nebo psychický stav jednotlivých měřených probandů, nesoustředěnost při měření a úvaha, zdali opravdu došlo ke zlepšení ostrosti nebo se jedná pouze o pocit. Ovšem když mluvíme o této odchylce vzniklé při měření jedná se pouze o hodnotu 0,25 D. Pokud by došlo k větší chybě, jedná se o chybu měření nebo například o nastupující šedý zákal, případně vliv onemocnění, který se snažíme zjistit.

Nepředpokládaná změna, která přispěla k těmto faktorům byla náhlá výměna pracovního prostředí a přístrojů. Původní měření v pražské lokaci probíhalo na pobočce GrandOptical – oční optika 28. října Praha, kde po novém roce došlo k uzavření pobočky, tudíž měření do bakalářské práce nemohlo dále probíhat a bylo přesunuto na pobočku téže firmy Atrium Flora.

K zajímavému vzestupu korekce došlo zejména u jednoho probanda, u kterého došlo ke zvýšení refrakce po prvním prodělání onemocnění kdy byl měřen a následně do doby druhého měření došlo k druhému prodělání tohoto onemocnění jež zapříčinilo další vzestup refrakce podle korekce zhotovené na měření z jiných zdrojů a následně po druhém experimentálním měření došlo opět ke zvýšení refrakce.

7.1 Analýza hypotéz

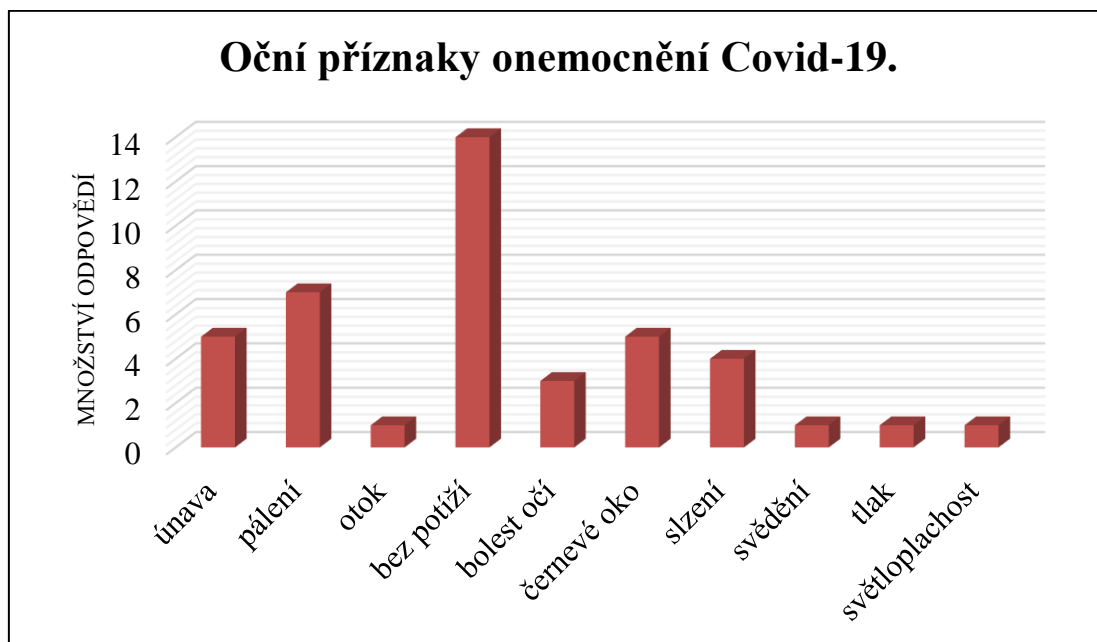
H 1.: Onemocnění covid-19 a navazující pandemická opatření mají vliv na zrakovou ostrost jedince.

Při tvoření rešerše na toto téma jsem si všimla, že žádný článek věnující se covidu-19 a jeho vlivu na oko se nezabývá vlivem tohoto onemocnění na zrakovou ostrost. Proto jsem se rozhodla ve své praktické části prozkoumat, zdali po prodělání onemocnění covid-19 a časovým odstupem od tohoto onemocnění dojde ke zhoršení visu.

Jak si můžeme povšimnout z grafů 1, 2 a 3, mezi korekcí před onemocněním a 1. korekcí po prodělání onemocnění dochází ke značnému rozdílu. Důvodem je časový rozdíl mezi zhotovením korekce a datem prodělání onemocnění. Brýlová korekce před proděláním onemocnění již mohla být nedostačující. Větší pozornost bychom měli věnovat rozdílu mezi 1. a 2. refrakčním měřením v časovém rozpětí dva měsíce. Můžeme říct, že v případě myopie u většiny probandů došlo buď ke zvýšení refrakce, její stabilizaci na stejné hodnotě jako při prvním měření nebo opět spadla na hodnotu předchozí korekce. Dalo by se tedy říci, že v prvním měření po prodělání onemocnění došlo k rapidnímu nárstu pravděpodobně vyčerpáním z onemocnění, následně, při měření o dva měsíce později, se refrakce ustálila a snížila se k původní korekci.

Vliv na zrakovou ostrost mohou mít i potíže předního segmentu oka také způsobené onemocněním. Díky tomu probandi mohou při subjektivní refrakci udávat chybné odpovědi, díky kterým dochází k rozdílné refrakci oproti předchozímu měření.

Na základě této úvahy jsem vytvořila dotazník se subjektivními příznaky tohoto onemocnění. Odpovědi na dotazník jsem získávala formou rozhovoru s jednotlivými probandy. Při běžném vyplnění papírové formy dotazníku si jedinec plně neuvědomí, zda došlo k projevu příznaků vlivem onemocnění, před onemocněním vlivem pandemických opatření, případně zda vůbec došlo k potížím vlivem pandemie. Nejprve jsem se probanda dotázala, zda došlo k projevům nějakých očních potíží a jako příklad přednesla výčet několika příznaků. Dále jsem se dotazovala, kdy se potíže projeví poprvé, jak dlouho trvaly, zdali si jich proband nevšiml před onemocněním a čím mohly být způsobeny.



Graf 4: Oční příznaky onemocnění Covid-19

Když se podíváme na oční příznaky, nezávazně na nošení roušek nebo na pracovních podmínkách upravených pandemickými opatřeními, můžeme vidět, že nejvíce přetrvávají případy bez očních potíží. Mezi nejčastější oční potíže patří pálení, únava, zarudnutí a v těsném závěsu slzení očí. Výjimečně se setkáváme s otokem, svěděním, bolestí, tlakem a světloplachostí.



Graf 5: Zrakové potíže probandů

Pokud pomineme potíže předního segmentu a zaměříme se na zrakovou ostrost, akomodaci a vergenci, můžeme pozorovat, že nejvíce probandů mělo potíže s rozmazaným viděním do blízka. Během pandemie covidu-19 došlo k přílivu velkého množství nových presbyopických klientů. Namísto očekávání, že by covid-19 přispěl k progresi presbyopie, lze s vyšší pravděpodobností očekávat, že tyto jedinci vzhledem k pandemickým opatřením a uzavření zábavních podniků, začala věnovat čas svým presbyopickým potížím, kterým doposud nevěnovali tak velkou pozornost.

Další potíže mohou působit i pandemická opatření, kromě uzavírání společenských prostor a povinného nošení ochrany dýchacích cest, kdo měl možnost, byl odkázán na home-office, což je vykonávání práce z domácího prostředí. Bohužel často docházelo k prodloužení pracovní doby na více jak osm hodin. Vzhledem k doporučenému omezení vycházení z domů, většina home-office pracujících lidí neměla možnost sledovat okolní prostředí a trénovat tak ostrost na daleký bod. Dochází tak omezení akomodačních a vergenčních schopností jejichž výsledkem jsou hodnoty v grafu 5.

Jak můžeme vidět v grafu 5 kromě potíží s rozmazaným viděním do blízka, dochází k potížím s rozmazaným viděním do dálky, problémy s akomodací a vergencí demonstrovanou namáhavým, většinou bolestivým pohledem očí do stran. K tomuto problému dochází hlavně přemírou práce na blízkou vzdálenost. Oči kromě akomodace také konvergují, tedy sbíhají směrem k sobě. Oči jsou tak zvyklé zaujmout paralelní nebo konvergentní postavení a omezují abdukcí očí. Ve chvíli, kdy dojde k abdukcí mohou svaly vykazovat známky bolesti, kvůli nedostatečnému praktikování pohybu tímto směrem.

Můžeme tedy říci, že podle hypotézy číslo 1, onemocnění covid-19 a navazující pandemická opatření mohou mít vliv na zrakovou ostrost jedince a dále i na funkce zrakového ústrojí.

H 2.: Lidé pracující formou home-office budou udávat potíže s viděním častěji než ostatní.

Jak už je zmíněno výše, lidé pracující formou home-office teoreticky mají větší predispozice ke zrakovým potížím. Tudíž můžeme předpokládat, že potíže spojené s viděním budou udávat mnohem častěji než lidé pracující kontaktní formou.

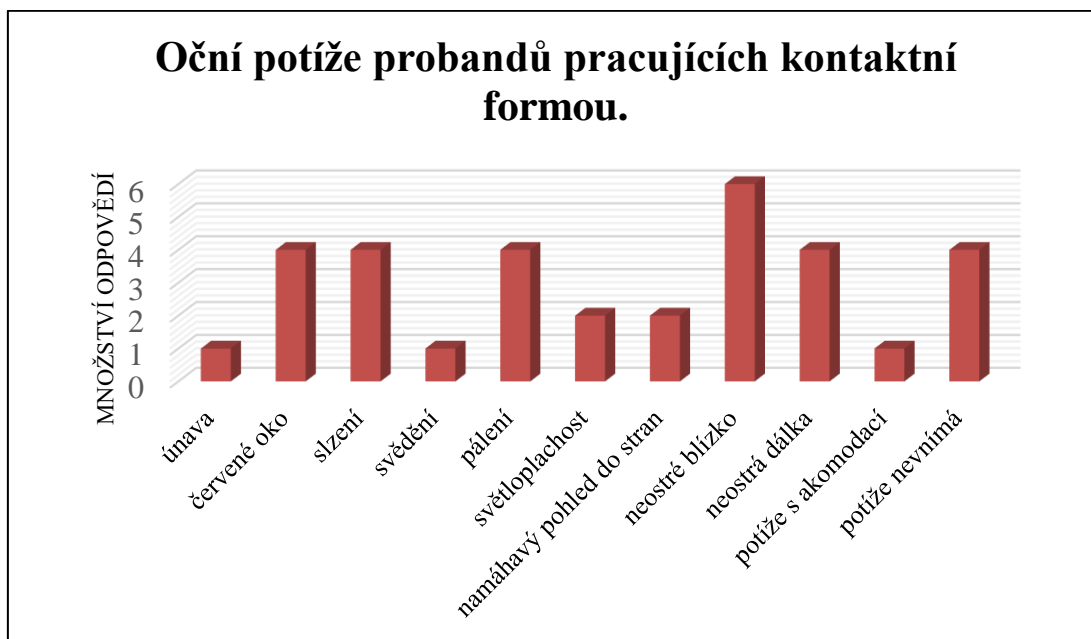


Graf 6: Oční příznaky probandů pracujících home-office formou

V grafu jsou uvedeny veškeré oční příznaky, na které byli probandi dotázáni nebo je sami zmínili. Když se zaměříme na subjektivní potíže s předním segmentem oka, nejvíce bylo zmiňováno pálení očí. Pálení může být způsobeno přemírou práce na počítači nebo přemírou soustředění, při kterém dochází ke sníženému intervalu mrkání, jehož dopadem je rychlejší osychání a rozpad slzného filmu. Mezi ostatní příznaky patří zarudnutí, únava, oteklé oči a suchost, ovšem každý z těchto příznaků je velice řídko zastoupen.

Dále si můžeme povšimnout, že oproti potížím předního segmentu jsou více zastoupeny potíže s okulomotorickými funkcemi očí. Mezi vyjmenované patří potíže s akomodací a vergencí, neostře dálka, neostře blízko a ve stejném zastoupení i jedinci, kteří žádné oční potíže nevnímají.

Abychom věděli, zda má pracovní forma home-office opravdu vliv na vidění, pro porovnání jsem vytvořila graf příznaků, které udávali probandi pracující naopak kontaktní formou. Oproti home-office pracujícím jedincům uvádí jedinci pracující kontaktní formou mnohem více potíží se zrakem. Opět mezi nejčastější potíže předního segmentu patří pálení, slzení a zarudnutí očí. V menším zastoupení dále únava, svědění či světloplachost. V potížích zrakových funkcí opět dominuje neostře vidění do blízka, následně neostře vidění do dálky, akomodace a namáhavý pohled do strany.



Graf 7: Oční potíže probandů pracujících kontaktní formou

Na první pohled můžeme vidět, že probandi pracující kontaktní formou udávají znatelně větší potíže než lidé pracující formou home-office. Velký vliv na tyto výsledky by mohl mít fakt, že většina kontaktně pracujících lidí, pokud tedy nepracují sami v kanceláři nebo jiné místnosti, díky pandemickým opatřením v práci povinně nosí ochranu dýchacích cest. Správně nasazená ochrana dýchacích cest, ať už se jedná o respirátor FFP2, chirurgickou roušku nebo bavlněnou roušku, izoluje okolí dýchacích cest od brady směrem k nosu, kde se nachází drobný neuzavřený otvor. Vzduch, který vdechujeme nebo vydechujeme cirkuluje v roušce a vydechnutím je vytlačen otevřeným prostorem směrem k očím. Oči jsou tak vystaveny průvanu, jejichž následkem může být osychání slzného filmu.

Hypotézu číslo 2 tedy nelze jednoznačně potvrdit nebo vyvrátit.

H 3.: Nejčastěji vyskytujícím problémem bude suché oko.

Jak je zmíněno výše, při užívání ochrany dýchacích cest, dochází k cirkulaci vzduchu, který je následně vypuzován směrem k očím. Díky zvýšené frekvenci proudění vzduchu kolem očí, může docházet k osychání slzného filmu, který přispívá ke vzniku syndromu suchého oka.

Pokud budeme věnovat pozornost grafu 7, můžeme si povšimnout, že mezi nejčastěji zmíněné potíže patří zarudnutí, slzení a pálení očí, které pravděpodobně mohou být následkem vyšší frekvence proudění vzduchu kolem očí způsobené nošením ochrany dýchacích cest. Mezi další více uvedené potíže patří i světloplachost nebo únava též patřící mezi příznaky syndromu

suchého oka nebo neostré vidění do blízka či do dálky, které může být způsobené mlhavým viděním díky nestabilitě slzného filmu a jeho následného rozpadu.

Podle hypotézy číslo 3 je tedy možné, že vlivem pandemického opatření nošení ochrany dýchacích cest může dojít k častějšímu výskytu syndromu suchého oka.

8 Závěr

Během posledních dvou let jsme se o tomto onemocnění, díky mnoha vědeckým výzkumům, dozvěděli již velké množství informací. Dnes už víme, jaký průběh a příznaky od tohoto onemocnění můžeme očekávat, jak se máme správně zachovat v případě nákazy nebo jakým způsobem se proti onemocnění můžeme bránit. Zatím nevíme, jak velký rozsah a dopad bude mít toto onemocnění na lidský organismus. Této problematice se věnuje nespočet studií a výzkumů nebo bakalářských prací jako je například tato.

Cílem této bakalářské práce byl nejen anatomický popis zrakového ústrojí, ale i přehled o původu tohoto onemocnění, a hlavně rešerše případného vlivu covidu-19 a jeho pandemických opatření na zrakové ústrojí a zejména na zrakovou ostrost, který byl zpracován v praktické části bakalářské práce.

V praktické části této bakalářské práce jsme se dozvěděli možné změny zrakové ostrosti zkoumané na třiceti probandech různých věkových kategorií a různého průběhu onemocnění. Následným rozdělením probandů podle druhu refrakční vady jsme zjistili, že se onemocnění a jeho vliv projeví mnohem více na probandech s myopickou refrakční vadou. Zraková ostrost u probandů s hypermetropickou refrakční vadou byla dle výsledků mnohem stabilnější nebo se neprojevila vůbec.

Dále na základě dotazníku zhotoveného formou konzultace jsme zjistili, o jaké nejčastější příznaky onemocnění předního segmentu a zrakových funkcí se jedná a zdali je toto způsobeno home-office nebo kontaktní pracovní formou.

Mezi nejčastěji udávané příznaky patří pálení, slzení či zarudnutí očí, a dále neostré vidění do dálky či do blízka. Navzdory tvrzení vlastní hypotézy jsou tyto projevy onemocnění demonstrovány více u jedinců pracujících kontaktní formou. Důvodem mohou být pandemická opatření udávající nošení roušek či jiné ochrany dýchacích cest při kontaktu s ostatními jedinci. Tento způsob ochrany může být následně příčinou zvýšeného výskytu syndromu suchého oka. Důvodem je například cirkulace vzduchu v roušce, při které dochází dýcháním a následným vypuzením vzduchu neuzavřeným otvorem směrem k očím. Vyšší frekvence proudění vzduchu kolem očí následně působí na jejich přední segment, kde by mohlo dojít k osychání slzného filmu, pálení, slzení či jiným příznakům suchého oka.

Výstup této bakalářské práce je ovšem pouze povrchové zkoumání této problematiky, která by si zasloužila více pozornosti a výzkumů.

Seznam použité literatury

- [1] HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. Praha: Triton, c2013. ISBN 978-80-7387-674-6.
- [2] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [3] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [4] KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [5] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [6] PRAKTICKÁ REFRAKCE. In: Listy očních optiků, Essilor International, 2007
- [7] KRÁL, Jakub. Subjektivní refrakce 1. Kladno, 2021. Výukové materiály. České Vysoké Učení Technické, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra přírodovědných oborů.
- [8] VESELÝ, Petr a Pavel BENEŠ. *Vyšetřovací metody v optometrii: a interpretace jejich výsledků v praxi*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2071-0.
- [9] HORNOVÁ, Jara. *Oční propedeutika*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4087-4.
- [10] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-x.
- [11] AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [12] VELAVAN, Thirumalaisamy P. a Christian G. MEYER. The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine & International Health* [online]. 2020, **25**(3), 278-280 [cit. 2022-05-10]. ISSN 1360-2276. Dostupné z: doi:10.1111/tmi.13383
- [13] VILELLA, Anna a Antoni TRILLA. The COVID-19 Pandemic—an Epidemiological Perspective. *Current Allergy and Asthma Reports* [online]. 2021, **21**(4) [cit. 2022-04-18]. ISSN 1529-7322. Dostupné z: doi:10.1007/s11882-021-01007-w

- [14] SCHINDLER, Jiří. *Mikrobiologie: pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada, 2010. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3170-4.
- [15] LAWRENSON, John G a Roger J BUCKLEY. COVID-19 and the eye. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2020, **40**(4), 383-388 [cit. 2021-10-12]. ISSN 0275-5408. Dostupné z: doi:10.1111/opo.12708
- [16] HAMPLOVÁ, Lidmila. *Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena pro bakalářské studium a všechny typy zdravotnických škol*. V Praze: Stanislav Juhaňák - Triton, 2015. ISBN 978-80-7387-934-1.
- [17] OTOVÁ, Berta a Romana MIHALOVÁ. *Základy biologie a genetiky člověka*. V Praze: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2109-8.
- [18] GOERING, Richard V., Hazel M. DOCKRELL, Mark A. ZUCKERMAN a Peter L. CHIODINI, JULÁK, Jaroslav, ed. *Mimsova lékařská mikrobiologie*. 5. vydání. Přeložil Jan BOBEK, přeložil Renáta ČERMÁKOVÁ, přeložil Karel HOLADA, přeložil Zora MĚLKOVÁ, přeložil Tibor MOŠKO, přeložil Jan NOVÁK, přeložil Ludmila PROKEŠOVÁ, přeložil Jiřina SUCHANOVÁ. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton, 2016. ISBN 978-80-7387-928-0.
- [19] DANESH-MEYER, Helen V. a Charles N.J. MCGHEE. Implications of COVID-19 for Ophthalmologists. *American Journal of Ophthalmology* [online]. 2021, **223**, 108-118 [cit. 2022-01-02]. ISSN 00029394. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajo.2020.09.027
- [20] LIPPI, Giuseppe, Camilla MATTIUZZI a Brandon M. HENRY. Updated picture of SARS-CoV-2 variants and mutations. *Diagnosis* [online]. 2022, **9**(1), 11-17 [cit. 2022-04-16]. ISSN 2194-8011. Dostupné z: doi:10.1515/dx-2021-0149
- [21] MIRANDA-NOVALES, María Guadalupe, Victoria-Eugenia MONTAÑO-LUNA a Ranferi ARAGÓN-NOGALES. Basic information on COVID-19 pandemic, due to SARS-Cov-2 Virus. *Análisis Jurídico - Político* [online]. 2020, **2**(4), 29-47 [cit. 2022-04-21]. ISSN 2665-5489. Dostupné z: doi:10.22490/26655489.4361
- [22] DOUGLAS, David a Robert DOUGLAS. Addressing the corona virus pandemic: will a novel filtered eye mask help?. *International Journal of Infectious Diseases* [online]. 2020, **95**, 340-344 [cit. 2022-04-19]. ISSN 12019712. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijid.2020.04.040
- [23] MISHRA, Sanjay Kumar a Timir TRIPATHI. One year update on the COVID-19 pandemic: Where are we now? *Acta Tropica* [online]. 2021, **214** [cit. 2022-01-03]. ISSN 0001706X. Dostupné z: doi:10.1016/j.actatropica.2020.105778
- [24] BOLEHOVSKÁ, R., et al. SARS-CoV-2 a jeho nejdiskutovanější varianty.

- [25] SCALINCI, Sergio Zaccaria a Edoardo TROVATO BATTAGLIOLA. Conjunctivitis can be the only presenting sign and symptom of COVID-19. *IDCases* [online]. 2020, **20** [cit. 2022-01-04]. ISSN 22142509. Dostupné z: doi:10.1016/j.idcr.2020.e00774
- [26] SEN, Mrityika, SantoshG HONAVAR, Namrata SHARMA a MahipalS SACHDEV. COVID-19 and Eye: A Review of Ophthalmic Manifestations of COVID-19. *Indian Journal of Ophthalmology* [online]. 2021, **69**(3) [cit. 2021-12-24]. ISSN 0301-4738. Dostupné z: doi:10.4103/ijo.IJO_297_21
- [27] MARINHO, Paula M, Allexya A A MARCOS, André C ROMANO, Heloisa NASCIMENTO a Rubens BELFORT. Retinal findings in patients with COVID-19. *The Lancet* [online]. 2020, **395**(10237) [cit. 2021-12-24]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(20)31014-X
- [28] SEAH, Ivan Yu Jun, Danielle E. ANDERSON, Adrian Eng Zheng KANG, Linfa WANG, Pooja RAO, Barnaby Edward YOUNG, David Chien LYE a Rupesh AGRAWAL. Assessing Viral Shedding and Infectivity of Tears in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Patients. *Ophthalmology* [online]. 2020, **127**(7), 977-979 [cit. 2021-12-25]. ISSN 01616420. Dostupné z: doi:10.1016/j.ophtha.2020.03.026
- [29] ELEIWA, Taher, Samar N. ABDELRAHMAN, Reem H. ELSHEIKH a Abdelrahman M. ELHUSSEINY. Orbital inflammatory disease associated with COVID-19 infection. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* [online]. 2021, **25**(4), 232-234 [cit. 2022-01-04]. ISSN 10918531. Dostupné z: doi:10.1016/j.jaapos.2021.04.002
- [30] KOLB, Helga. Gross anatomy of the eye. 2011.
- [31] BUFKOVÁ, Kateřina. Technologie digitální polymerázové řetězové reakce (dPCR): přehled technologií a možnosti využití v genomické analýze. 2017.
- [32] XU, Liangde, Yunlong MA, Jian YUAN, et al. COVID-19 Quarantine Reveals That Behavioral Changes Have an Effect on Myopia Progression. *Ophthalmology* [online]. 2021, **128**(11), 1652-1654 [cit. 2022-04-21]. ISSN 01616420. Dostupné z: doi:10.1016/j.ophtha.2021.04.001

Seznam obrázků

Obrázek 1: Anatomie oka [30]	10
Obrázek 2: Model zjednodušeného oka [6]	20
Obrázek 3: Model astigmatického oka [6]	22
Obrázek 4: Jacksonův zkřížený cylindr [6]	28
Obrázek 5: Schématické znázornění viru SARS-CoV-2 [19]	35
Obrázek 6: Zjednodušený přehled variant onemocnění covid-19 [20]	35
Obrázek 7: Schéma polymerázové řetězové reakce [31]	39
Obrázek 8: Obrazový záznam folikulární konjunktivitidy [26]	46
Obrázek 9: Retinální snímky patofyziologických nálezů [26]	47
Obrázek 10: Snímek přímého pohledu a pohledu s demonstrovanou elevací očí. [29]	49
Obrázek 11: Snímek orbitální magnetické rezonance pacienta [29]	50

Seznam grafů

Graf 1: Porovnání korekce	56
Graf 2: Porovnání korekce myopie	57
Graf 3: Porovnání korekce hypermetropie	57
Graf 4: Oční příznaky onemocnění Covid-19	61
Graf 5: Zrakové potíže probandů	61
Graf 6: Oční příznaky probandů pracujících home-office formou	63
Graf 7: Oční potíže probandů pracujících kontaktní formou	64