

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
BIOMEDICÍNSKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**



**2022**

**HANA  
PROTIVOVÁ**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v PRAZE**

---

**Fakulta biomedicínského inženýrství  
Katedra přírodovědných oborů**

**Faktory ovlivňující parametry oka v závislosti na očkování proti Covid-19**

**Factors influencing eye parameters depending on vaccination against  
Covid-19**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

**Autor bakalářské práce: Hana Protivová**

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jakub Král

Konzultant bakalářské práce: Mgr. Aneta Buchtelová

---

**Kladno 2022**



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Protivová** Jméno: **Hana** Osobní číslo: **491806**  
 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:

**Faktory ovlivňující parametry oka v závislosti na očkování proti Covid-19**

Název bakalářské práce anglicky:

**Factors influencing eye parameters depending on vaccination against Covid-19**

Pokyny pro vypracování:

Studentka popíše v úvodních kapitolách klasifikaci refrakčních vad oka. Popíše, jakým způsobem ovlivňuje vývoj a proces stárnutí refrakci oka. Popíše i slzný film, složení, fyziologii a jeho vliv na změnu refrakčního stavu. V praktické části bude studentka pozorovat změnu refrakce oka a slzného filmu před a po očkování na onemocnění Covid 19.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KUCHYNKA, P., Oční lékařství, ed. 2., Praha: Grada Publishing, 2016, ISBN 978-80-247-5079-8
- [2] BENJAMIN, W. J., BORISH, I. M., Borish's Clinical Refraction, ed. 2, Butterworth-Heinemann: Elsevier, 2006, 1255 s., ISBN 978-0-7506-7524-6
- [3] MEDURI, A., OLIVERIO, G.W., MANCUSO, et al., Ocular surface manifestation of COVID-19 and tear film analysis, Scientific Reports, ročník 10, číslo (1), 2020, p. 7 s., DOI:10.1038/s41598-020-77194-9

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Mgr. Jakub Král**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

**Mgr. Aneta Buchtelová**

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: **22.09.2023**

prof. RNDr. MUDr. Petr Maršálek, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
děkan

**Název bakalářské práce:** Faktory ovlivňující parametry oka v závislosti na očkování proti Covid-19

**Abstrakt:**

Bakalářská práce se zabývá otázkou, zdali může mít očkování proti Covid-19 vliv na refrakční stav oka či jeho slzný film. Teorie práce je věnována refrakčním vadám oka a anatomii slzného filmu. Zmínka je zde i o imunitním systému člověka a jeho složkách, virech, několika typech vakcín a jejich začlenění do lidského organismu, i celkové pandemii způsobenou virem SARS-CoV2. v polovině práce je popsána metodika použitá k měření jednotlivých probandů. v praktické části jsou k nahlédnutí výsledky měření i výpočet statistických dat. v závěru práce jsou zodpovězeny vznesené hypotézy.

**Klíčová slova:** Refrakce, slzný film, Covid-19, SARS-CoV2, vakcinace, imunitní systém

**Bachelor thesis title:** Effect of vaccination against COVID-19 on refraction and tear film of the eye

**Abstract:**

The bachelor thesis deals with the question of whether the vaccination against Covid-19 can affect the refractive state of the eye or its tear film. The theory of the work is devoted to refractive errors of the eye and the anatomy of the tear film. There is also mention of the human immune system and its components, viruses, several types of vaccines and their integration into the human body, as well as the general pandemic caused by the SARS-CoV2 virus. In the middle of the work, the methodology used to measure individual probands is described. In the practical part, you can view the measurement results and the calculation of static data. At the end of the work we can find out what effect vaccination has on refraction and tear film of the eye.

**Key words:** Refraction, tear film, Covid-19, SARS-CoV2, vaccination, vaccine

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří především mému vedoucímu práce Mgr. Jakubu Královi za vedení, podporu, čas a ochotu, kterou mi věnoval během napsání bakalářské práce. Mé druhé díky patří Mgr. Anetě Buchtelové za konzultaci a podporu ohledně virologie a imunologie.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Faktory ovlivňující parametry oka v závislosti na očkování proti Covid-19, vypracovala samostatně a použila k tomu plný výčet pramenů v seznamu literatury přiložené k bakalářské práci.

V *Kladně* dne 12/05/2022

.....

podpis

# Obsah

Úvod .....	8
1 Klasifikace refrakčních vad .....	9
1.1 Presbyopie .....	9
1.2 Myopie.....	10
1.3 Hypermetropie .....	11
1.4 Astigmatismus .....	11
1.4.1 Rozdělení astigmatismu.....	12
2 Slzný film a jeho složení .....	14
2.1 Lipidová vrstva .....	14
2.2 Vodná vrstva.....	14
2.3 Mukózní vrstva.....	14
2.4 Kvalita slzného filmu .....	15
2.5 Kvantita slzného filmu .....	16
3 Imunitní systém a očkování.....	18
3.1 Nespecifická imunita .....	18
3.2 Specifická imunita .....	19
3.3 Očkování.....	21
4 Onemocnění Covid-19.....	23
4.1 Viry.....	23
4.1.1 Rozmnožování viru .....	24
4.2 Koronaviry.....	25
4.2.1 Adenoviry .....	26
4.3 Onemocnění Covid-19.....	26
4.3.1 Vliv onemocnění na oko.....	27
4.3.2 Vakcinace proti Covid-19.....	28
5 Praktická část.....	30
5.1 Hypotézy.....	30
5.2 Metodika vyšetření refrakce a slzného filmu .....	30
5.2.1 Vyšetřovací podmínky, přístroje a použitý materiál .....	31
5.2.2 Vyšetření refrakce.....	31
5.2.3 Break-up time (invazivní).....	32

---

5.2.4	Schirmerův test bez označení .....	32
6	Výsledky.....	33
7	Diskuse .....	35
8	Závěr.....	36
9	Bibliografie.....	37
	Seznam symbolů a zkratk .....	41
	Seznam obrázků.....	42
	Seznam tabulek.....	43



# Úvod

Viry jsou nebuněčné organismy, které mohou v některých případech způsobovat vážná onemocnění. Na začátku roku 2020 propukla celosvětová pandemie způsobená virem Covid-19. v návaznosti na to začaly farmaceutické firmy zkoumat nový koronavirus a začali s výrobou vakcinačních látek. Rychlé schválení a distribuce vakcín vedli k různým otázkám o bezpečnosti jednotlivých vakcín. Některé metody použité při vývoji vakcín byly již známé, některé ovšem zcela nové.

Od různých zdrojů na sobě nezávislých jsem začala slyšet, že po prodělání onemocnění se jim výrazně zhoršil zrak. Zda je mezi tím přímá souvislost, zůstává prozatím otázkou. Na vypracování takového tématu bylo již pozdě, velké množství lidí již onemocnění prodělalo. Zkusila jsem aplikovat myšlenku na očkování může mít očkování proti viru vliv na zrakovou ostrost, případně slzný film?

Cílem práce bylo podívat se na problematiku očkování proti SARS-CoV2 z úhlu optometrie. Zjistit vztah mezi očkováním a zrakovou ostroší, případně slzným filmem.

V bakalářské práci se v úvodních kapitolách zabývám refrakčními vadami oka a anatomii slzného filmu včetně jeho vyšetření. Druhá polovina teoretické části popisuje strukturu a základní informace o viru. Rozebrány jsou i vakcíny vyvinuté proti Covid-19 a jejich začlenění se do lidského organismu. Jednou z podkapitol je i úvod do imunitního systému člověka, zde probírám specifickou a nespecifickou imunitu a jejich složky.

Výstupem bakalářské práce jsou naměřené hodnoty, jejich statistické zhodnocení a vyhodnocení vztyčených hypotéz. Jelikož se mi nepodařilo nalézt žádný jiný zdroj, který by podobné téma zpracoval, nemohly být výsledky srovnány s jinými pracemi.

## Klasifikace refrakčních vad

Refrakční vada je stav oka, kdy není v rovnováze předozadní délka oka, šikmá plocha prvků optického systému, zakřivení jednotlivých optických ploch tkání a optická hustota prostředí neboli index lomu. Ohnisko neleží na sítnici, oko je tedy ametropické. Stav, kdy ohnisko leží na sítnici, tedy oko je bez refrakční vady, je označován jako emetropie. Jsou známy tři základní vady oka. myopie, hypermetropie a astigmatismus. Klasifikace refrakčních vad je vyobrazena v *Tabulka 1* Existuje další stav oka, který je třeba korigovat, ovšem neřadí se do refrakčních vad. Jde o vadu, zvanou presbyopie, jinak řečeno vetchozrakost. [1] [2] [3]

*Tabulka 1 Klasifikace refrakčních vad [3] [4]*

	Simplex	Modica	Gravis
Myopie	-0,25 až -3,0	-3,25 až -6,0	-6,25 až -10
Hypermetropie	+0,25 až +3,0	+3,0 až +5,0	> +5,0

### 1.1 Presbyopie

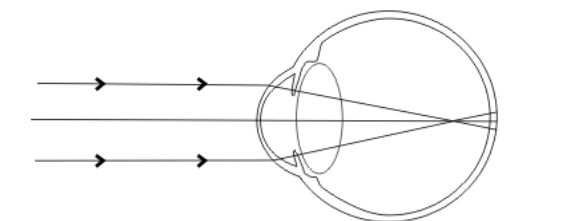
Jde o věkem podmíněnou fyziologickou vadu. Akomodační šíře se s věkem redukuje a pro ostrost vidění na bližší vzdálenosti je třeba korigovat. Presbyopie se začíná projevovat okolo 40tého věku života. Mezi prvořadý faktor poklesu akomodační šíře patří snížení elasticity pouzdra čočky, čočkové substance a stálý růst čočky. Vada se projevuje okolo čtyřicátého věku života. (*Tabulka 2*) Korekce je možná spojnými čočkami. Jde o takzvanou adici neboli přídavek na blízko. pro korekci na blízko u ametropického oka je třeba součtu adice a korekce do dálky. Velikost adice ovlivňuje v první radě věk, dalšími aspekty jsou také pracovní vzdálenost, pupilární distanc, zrakové návyky, poruchy akomodace,vergence, heteroforie a řada dalších. [1] [2] [3]

Tabulka 2 Tabulková adice dle věku pro pracovní vzdálenost 30 cm [3]

Věk	Adice [D]
45	+1,25
50	+2,00
55	+2,25
60	+2,75
70	+3,00

## 1.2 Myopie

Myopie neboli krátkozrakost je stav oka, kdy je daleký bod, *punctum remotum*, v konečné vzdálenosti před okem. Jeho blízký bod, *punctum proximum*, se také nachází v konečné vzdálenosti před okem. Paprsky se lámou do ohniska, které je před sítnicí, a vzniká tak neostrý obraz. (Obrázek 1) Takovouto oční vadu korigujeme nejslabší rozptylkou s nejlepším visem. (2)



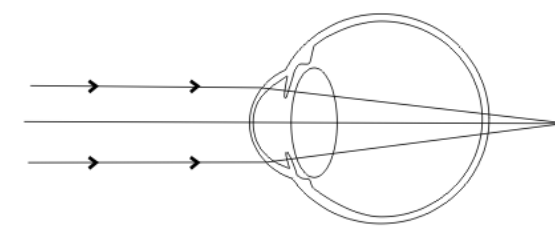
Obrázek 1 Grafické znázornění myopie [1]

Myopii lze rozdělit na axiální a refrakční. Axiální myopie vzniká, pokud je oko příliš dlouhé, jde o vrozenou oční vadu již v embryonálním vývoji plodu. Méně častá je refrakční myopie, kdy je délka oka standardní, ovšem optická lomivost jednotlivých prostředí je vyšší. Základní klasifikace myopie viz Tabulka 1. (1) (2)

Hodnoty vyšší jak -10 D se u ukončeného vývoje oka označují jako progresivní, těžká myopie s patologickými změnami na sítnici či ve sklivci, případně je charakterizována jako vrozená forma myopie. Symptomy u myopie mohou být různé, mezi nejčastější patří rozmazané vidění do dálky, mhouření očí pro „zaostření“. při fokusaci do blízka nepocítují žádné problémy. [2] [3] [1]

### 1.3 Hypermetropie

Hypermetropie neboli dalekozrakost, u této oční vady záleží na akomodační šíři jedince a daleký bod je vždy v konečné vzdálenosti za okem. Pokud je akomodační šíře větší, než je vada hypermetropa, leží blízký bod před okem. v situaci, kdy se akomodační šíře rovná vadě je blízký bod v nekonečnu. Blízký bod leží za okem v případě, kdy je akomodační šíře menší, než je samotná vada. Paprsky jdoucí do oka se lámou do ohniska, které leží za okem, tam vytváří obraz. (Obrázek 2) Vada je korigována nejsilnějšími spojnými čočkami s nejlepším visem pro maximální uvolnění akomodace. [4]



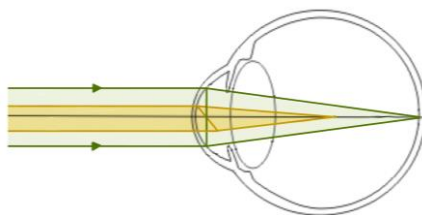
Obrázek 2 Grafické znázornění hypermetropie [4]

Hypermetropii lze rozdělit na axiální a refrakční. Axiální hypermetropie je způsobena vývojovou vadou oka, kdy oko je příliš malé. Refrakční hypermetropie je stav, kdy je délka oka v normě, ale nachází se zde menší lomivost optického prostředí, nežli je u zdravého oka. Kategorizace hypermetropie viz *Tabulka 1*. u nízké hypermetropie mohou být jedinci asymptomatictí, ovšem i u nich se mohou projevit klasické známky hypermetropie jako jsou bolesti hlavy, únava, i při koukání do blízka po delší dobu, pálení očí a nevolnosti. [2] [3] [5]

Zvláštním případem hypermetropie je afakie. Jde o stav, kdy v oku není přítomna oční čočka. Nejčastěji ke stavu dochází po vyjmutí čočky kvůli zákalu, ovšem tento stav oka může být vrožený. [6] [7]

### 1.4 Astigmatismus

Typ refrakční vady, kdy optický systém oka není ve všech meridiánech stejně zakřivený, tedy nemá stejnou optickou mohutnost. Paprsky jdoucí do oka netvoří ohnisko pouze v jedné rovině, jak je tomu zvykem u sférických vad, ale ve dvou různých rovinách. (Obrázek 3) Vadu lze najít na různých strukturách oka. Nejčastější je rohovkový a následně čočkový astigmatismus (1.4.1). Ojediněle se lze shledat se sítnicovým astigmatismem, nejčastější příčinou sítnicového astigmatismu, jsou poúrazové či pooperační stavy. [2] [8]



Obrázek 3 Grafické znázornění astigmatismu

### 1.4.1 Rozdělení astigmatismu

#### Dle segmentu

**Rohovkový astigmatismus** je nejčastější typ astigmatismu. Fyziologicky se lze shledat s rohovkovým astigmatismem o velikost do 0,5 cylindrických dioptrií. Pokud je vada vyšší, jedná se již o záležitost vrozenou, úrazovou, pooperační či je způsoben prodělaným onemocněním. [8]

**Čočkový astigmatismus** je méně častý typ astigmatismu, jeho vznik nejčastěji způsobí katarakta či subluxace čočky. v případě katarakty se označuje jako indexový astigmatismus, jehož příčinou je nestejněměrný index lomu čočky. u subluxace čočky jde primárně o decentraci čočky, tento jev může nastat u nitrooční čočky. [8]

#### Dle pravidelnosti

**Pravidelný astigmatismus** je vada, která je korigovatelná tórickými čočkami. Osy nejvyšší a nejnižší lomivosti jsou na sebe kolmé. Jsou definovány tři druhy pravidelného astigmatismu, a to dle polohy os s vyšší lomivostí. Podle pravidla, proti pravidlu a šikmý astigmatismus. u astigmatismu podle pravidla (*astigmatismus rectus*) je vyšší lomivost rohovky ve vertikální rovině než v rovině horizontální. Naopak u astigmatismu proti pravidlu (*astigmatismus inversus*) je vyšší lomivost v horizontální rovině a nižší ve vertikální. Pokud jsou osy astigmatismu decentrovány od hlavních řezů, vertikální a horizontální roviny, o více jak  $10^\circ$ , jedná se o *astigmatismus obliquus*, neboli šikmý astigmatismus. [8] [9]

Pravidelný astigmatismus lze klasifikovat podle typu vady. Dělíme je na astigmatismus jednoduchý (*simplex*), složený (*compositus*) a smíšený (*mixtus*). [9]

Opačným případem je **nepravidelný astigmatismus**, jde o stav, kdy osy astigmatismu na sebe nejsou kolmé. na rozdíl od pravidelného astigmatismu lze nepravidelný astigmatismus

korigovat pouze částečně, koriguje se pouze pravidelná složka nepravidelného astigmatismu. Řešením mohou být individuální tvrdé kontaktní čočky. [8] [10] [5]

Mezi symptomy astigmatismu patří rozmazané vidění do dálky i do blízka, horší vidění v noci, pacienti zároveň popisují při subjektivní refrakci zdvojení písmen nebo písmenka s „ocásky“. [5]

## 2 Slzný film a jeho složení

Slzný film je bezbarvá vrstva na povrchu oka složená ze tří částí. Vzniká při mrknutí, kdy se slzy, produkované slznými žlázami, rozetrou mechanicky pomocí víček po povrchu oka. Tvoří tím tenkou vrstvu, která není konstantní, hodnoty tloušťky se pohybují mezi 7–10  $\mu\text{m}$ . Skládá se z lipidové, vodní a mukózní vrstvy. Primární funkce slzného filmu je neustálá lubrikace povrchu oka – při pohybu víček nedochází k traumatu rohovky a spojivky a před vysušením, zachycení bakterií, optická funkce, zároveň zásobuje epitel  $\text{O}_2$ . Normo hodnoty pH slzného filmu jsou v rozmezí 7,3–7,7. Bazální sekrece slz je v průměru 2,4  $\mu\text{l}$  za minutu, stimulovaná sekrece se pohybuje v rozmezí od 7 až do 8,5  $\mu\text{l}$  za minutu. Index lomu slzného filmu je 1,336. Slzný film se obmění při mrknutí. [2] [5] [11]

### 2.1 Lipidová vrstva

Nejsvrchnější vrstva slzného filmu, slouží jako ochrana před rychlým vypařením vodné složky. Lipidy nahromaděné na okraji víček zvyšují povrchové napětí a nedochází tedy k přetékání slz přes okraje víček. Tloušťka vrstvy je 0,1 mikrometru. Tuto vrstvu tvoří estery lipidů, volný cholesterol, triglyceridy a lipidy. Tvoří se v Meibomských žlázkách v tarsálních ploténkách, ty ústí v margu víček, je jich asi 10. Menší část slzného filmu vzniká v Mollových a Zeissových žlázkách. [2] [5]

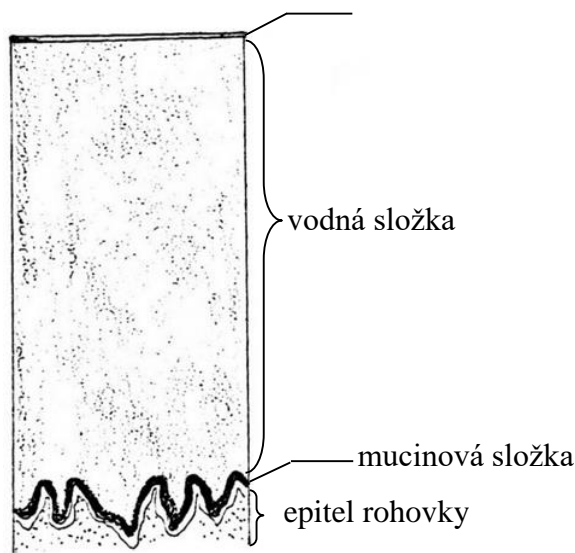
### 2.2 Vodná vrstva

Střední vrstva slzného filmu tvořená vodou a v ní rozpuštěnými pevnými látkami Na, K,  $\text{Ca}^{2+}$ , ale také laktáty, imunoglobuliny, vitaminy – především vitamin A, albumin, mucin a lysozym. je to neobjemnější složka slzného filmu o tloušťce 6–10 nm. Vodná vrstva je produkována slznou žlázou a pomocnými slznými žlázami, Krauseho a Wolfringovy žlázy. Jako hlavní funkce této vrstvy lze jmenovat hydrataci mukózní vrstvy, transport kyslíku a elektrolytů na povrch oka. Dále antibakteriální ochrana, kterou zajišťuje již zmíněný bakteriocidní lysozym. [11]

### 2.3 Mukózní vrstva

Jinak taky slizniční, nebo hlenová vrstva je nevnitřnější vrstvou slzného filmu tvořenou mukoglykoproteiny. Hydrofobní část směřuje k epitelu rohovky, hydrofilní část je orientována k vodné složce slzného filmu. Vrstva o tloušťce v rozmezí 0,02–0,05 nm, nemá

přesně definované hranice mezi vodnou a mukózní složkou, hlen volně přechází ve vodnou složku. Mucin tím pomáhá k navázání lipidové složky snižováním povrchového napětí. Hlenovitá složka je tvořena pohárkovými buňkami v epitelu spojivky. Rozprostírá se na mikrokličkách epitelu rohovky a tím zajišťuje rovnoměrné rozprostření vodné složky, což je důležité pro ostrost vidění. Hlen se vylučuje pohárkovými buňkami ve sliznici fornixu. [2] [5]



Obrázek 4 schéma slzného filmu [11]

## 2.4 Kvalita slzného filmu

Kvalita neboli stabilita slzného filmu. Metoda používaná pro zjištění stability je nazývána jako break-up time, ve zkratce BUT. Přesněji čas roztržení slzného filmu. BUT lze změřit invazivními neinvazivním způsobem. [2] [8]

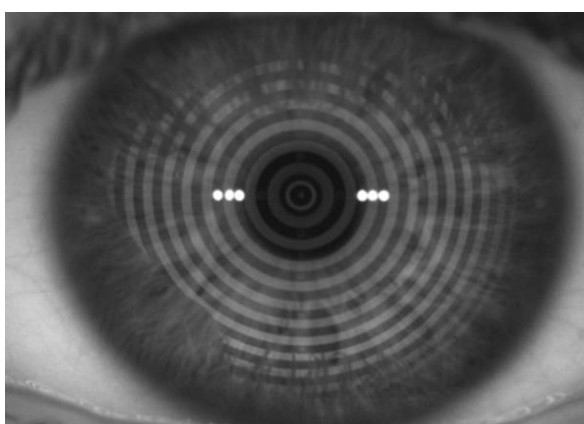
### Invazivní BUT

Sekreční test zaměřen na lipidovou složku slzného filmu. Používá se fluorescenční nízkomolekulární látka. Fluorescein je aplikován do spojivkového vaku. Ten se po opakovaném mrknutí rovnoměrně rozprostře po povrchu oka. Přes kobaltový filtr na štěrbinové lampě je pozorován slzný film. Čas se počítá od posledního mrknutí, po první defekt slzného filmu. Defekt je definován jako tmavá trhlinka na povrchu rohovky. Pokud se trhlinka objeví pod 10 s, je slzný film daného oka hodnocen jako nedostatečný. Platí, že čím delší čas, tím stabilnější a kvalitnější slzný film, tedy lepší ochrana oka. [8]

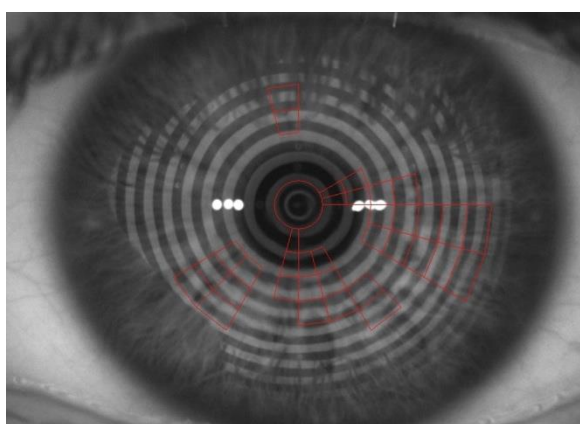


## Neinvazivní BUT

Jak vyplývá z názvu testu, jde o test, u kterého není třeba kontaktu s okem. Je označován zkratkou NIBUT – neinvazivní break-up time. Pro měření se využívá rohovkový topograf s placido-disky. Princip je založen na promítnutí placido-disků, kružnic, na rohovku. Roztržení slzného filmu v daném místě na rohovce se zobrazí jako defekt kružnice. Čas je počítán od posledního mrknutí po první deformaci kružnic. Na rozdíl od invazivního BUT, nedochází ke kontaktu se spojivkou, proto by měl být čas delší. Norma je u NIBUT je 15 s. [8]



Obrázek 5 NIBUT před roztržením slzného filmu



Obrázek 6 NIBUT po roztržení slzného filmu

## 2.5 Kvantita slzného filmu

Pro zjištění kvantity slzného filmu se používají Schimerovy testy. Testy jsou používány pro zjištění, zdali oko produkuje dostatek slz pro udržení správné vlhkosti povrchu oka. Těmito testy lze provést měření bazální i stimulované sekrece slzného filmu. Neohledně na typ testu, jsou pokaždé proužky zavedeny do spodního spojivkového vaku, další postup se již odvíjí od typu testu. [5] [8]

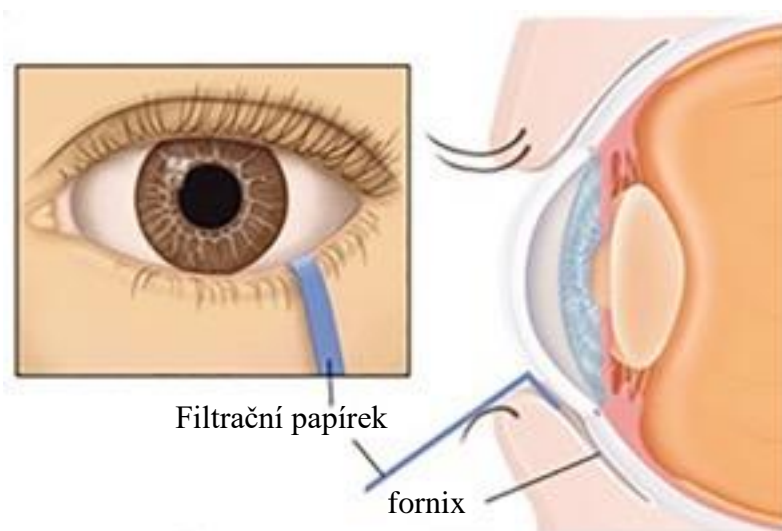
### Bazální sekrece

Pro měření bazální sekrece se používá anestetikum, test se označuje jako Schirmerův test II s anestetiky. Testy s anestetiky lze praktikovat v České republice pouze pod vedením lékaře. Při aplikaci anestetik, např.: Benoxi 0,4 % Unimed Pharma, a následném zavedení proužků, pacient volně mrká a nijak není drážděna slzná žláza. Test trvá 5 min. Produkce slzné žlázy je nedostatečná, pokud nedojde k překročení hranice 5 mm/min. [5]

## Stimulovaná sekrece

Pro měření stimulované sekrece se používají testy označovány jako Schirmerův test I. a Schirmerův test bez anestetik. Schirmerův test I. se provádí s anestetiky. Do fornixu jsou zavedeny temporálně proužky a pomocí štětičky se dráždí v nose. Tímto testem sledujeme stimulovanou sekreci. Testem se měří stimulovaná sekrece slzné žlázy. Test je prováděn u obou očí současně po dobu 5 min. Stimulovanou sekreci lze měřit bez anestetik, test je nazýván Schirmerův test bez označení. Test je prováděn bez anestetik. Proužky jsou zavedeny temporálně do fornixu spodních víček. Test probíhá bez dráždivých podnětů. Probíhá na obou očích současně po dobu 5 min. [5]

Nutno podotknout, že Schirmerovy testy jsou semikvantitativní, množství se odhaduje pomocí proužků.



Obrázek 7 Schirmerův test [12]

## 3 Imunitní systém a očkování

Imunitní systém je jeden ze základních homeostatických mechanismů organismu. Má tři základní funkce, mezi které patří obranyschopnost, autotolerance a imunitní paměť. Imunitní systém dokáže rozpoznat látky tělu škodlivé a zajistit ochranu vůči vnějším patogenům a jejich toxinům, a to pomocí rozeznání cizích (ale i tělu vlastních) struktur neboli antigenů. Při opakovaném setkání s již známým antigenem reaguje velmi rychle (specificky). Součástí imunitního systému jsou dvě složky – buněčná a humorální. [13] [14]

Imunitní systém lze rozdělit dle její funkce. Nejčastější rozdělení je na nespecifickou imunitu, jinak řečeno vrozenou imunitu, a imunitu specifickou neboli získanou. Vrozená imunita je formulována jako dědičně podmíněná a je pro každý druh a jedince individuální. Získaná imunita je definována jako obranyschopnost nabytá během života, antigenně specifické mechanismy těla reagují na každou neznámou látku či organismus pomocí protilátek. Zároveň je popisovaná až od obratlovců. [14]

### 3.1 Nespecifická imunita

Pokud tělo postihne infekce a mechanická obrana těla není dostatečná, jako první začne tělo bránit nespecifická imunita, též antigenně nespecifická. Zde jsou popisovány dvě složky; buněčná a humorální. Do buněčné složky nespecifické imunity se řadí makrofágy, monocyty, granulocyty, žírné a dendritické buňky – tedy myeloidní leukocyty, k nim se přidává z lymfoidní řady i NK buňky, jinak taky přirození zabíječi, působící proti virům. Humorální složku nespecifické imunity tvoří komplementy – soubor 30 sérových a membránových bílkovin, ty mohou v některých případech navodit lyzi buněk. Mezi funkce komplementů se řadí i chemotaxe<sup>1</sup> a opsonizace<sup>2</sup>. Interferony, jako další složka nebuněčné vrozené imunity, jsou produkty buněk nespecifické imunity, slouží spíše jako mediátory. Interferony působí majoritně při virových infekcích, složí také jako podpora imunitního systému. [15] [16] [17]

**Fagocytóza** je jeden z nejčastějších mechanismů vrozené imunity. Jde o proces označení, pohlcení a likvidaci mikroorganismů či patogenních agens, tuto funkci plní nejčastěji neutrofilny či makrofágy. Aby mohl být spuštěn proces fagocytózy musí dojít k opsonizaci (označení) daných agens. Opsonizaci provádějí komplementy, nebo protilátky.

---

<sup>1</sup> Pohyb buněk určitým směrem na základě chemického podnětu

<sup>2</sup> Označení buněk určené k fagocytóze

(viz. komplementy a protilátky) Fagocytóza neprobíhá pouze u patogenů, ale i u vlastích buněk organismu, např.: apoptotické buňky, rozeznávání takových buněk funguje podobně jako u patogenů, buď pomocí opsonizace, nebo pomocí struktur na povrchu buňky. Aby nedošlo k fagocytóze normálních buněk, jsou takové buňky vybaveným ochranným proteinem. [14] [15]

**Makrofágy** jsou buňky nespecifické imunity, při infekci patogenem jsou součástí první linie obrany v postižené tkáni. Fagocytují označené patogenní částice a tráví je na malé fragmenty. [17]

**Dendritické buňky** se považují za nejúčinnější buňky nespecifické imunity, jsou přenašečem informací mezi nespecifickou a specifickou imunitou. Nejvyšší koncentrace těchto buněk je na sliznicích dýchacích cest a trávicího traktu, kde tvoří asi 1–2 % z celkového počtu buněk. Dendritické buňky lze najít ve všech tkáních, svou úlohu hrají i na povrchu kůže. Dendritické buňky jsou označovány buď jako nezralé, nebo zralé. v případě, že v organismu není přítomna infekce, nezralé dendritické buňky fagocytují odumřelé buňky zdravých tkání našeho organismu vyskytující se v buněčné tekutině. Po fagocytóze odumřelých buněk je dendritická buňka zpracuje a rozloží na fragmenty, ty jsou následně vystaveny na MHC II molekulách na povrchu buňky. Imunitní systém ví, že se jedná o buňky orgánů a nezahajuje proti nim imunitní reakci. Díky tomuto procesu je zachována tolerance specifického imunitního systému, vůči tkáním vlastního organismu. v případě, že je organismus zasažen infekcí, a nezralé dendritické buňky rozpoznají antigen, změní svou podstatu a stanou se z nich zralé dendritické buňky. [15]

**NK buňky** pocházejí jako jediné buňky nespecifické imunity z lymfoidní linie, nejbližší mají k T-lymfocytům. Nemají specifické receptory, jsou nápomocni při likvidaci buněk infikovaných virem či zhoubných buněk. Porucha těchto buněk může způsobovat autoimunitní onemocnění. Zároveň slouží k regulaci specifické imunity, ovlivňují primárně T-lymfocyty a dendritické buňky. [18]

### 3.2 Specifická imunita

Pokud při infekci selžou obrané mechanismy těla i vrozená imunita nastupuje k potlačení a zastavení infekce imunita získaná neboli specifická. Jedná se o imunitu popisovanou až od obratlovců, zároveň jde o imunitu specifičtější a adaptivnější, která je schopna si zapamatovat antigen a být při další infekci těla rychlejší, jde o imunitu

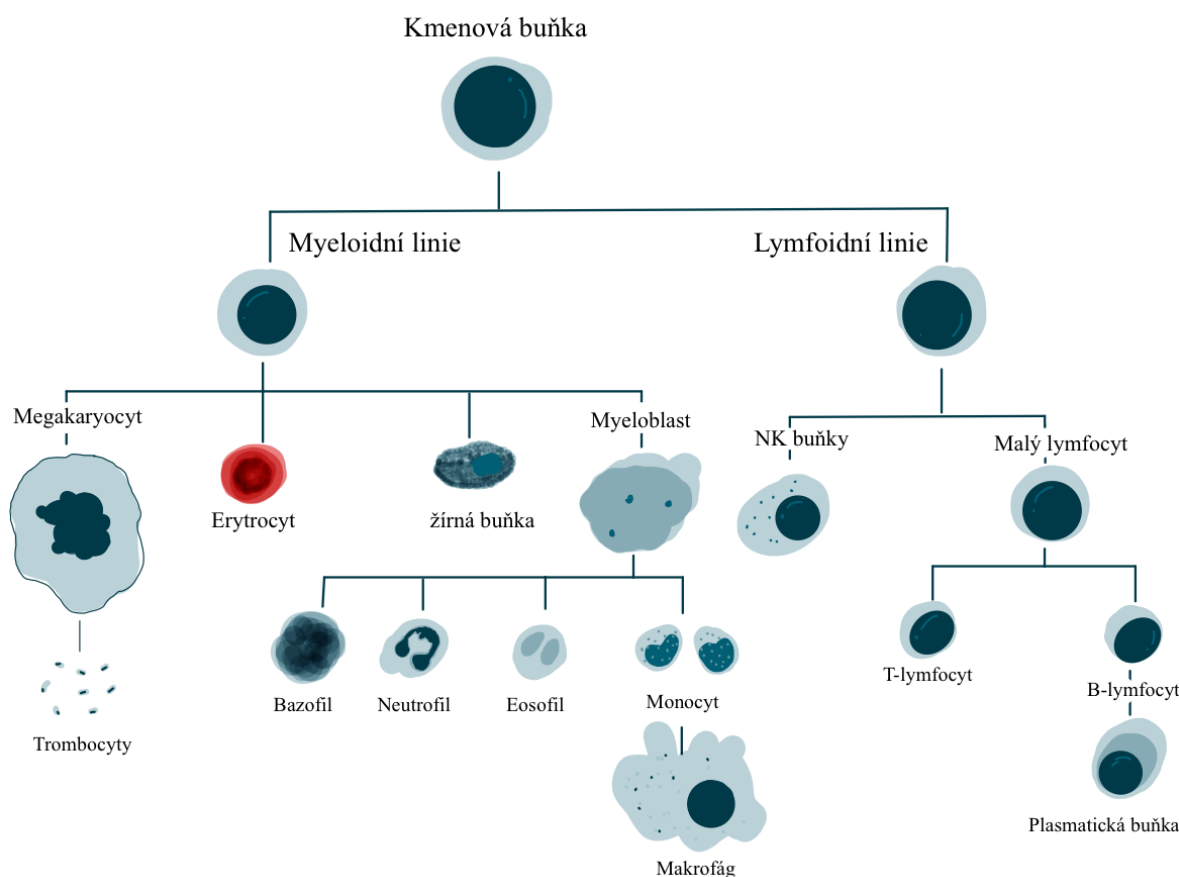
s imunologickou pamětí. Dělení specifické imunity je stejné jako u vrozené, rozlišuje se složka humorální a buněčná. Humorální mechanismy jsou stavěny na protilátkách produkované plasmatickými buňkami a na cytokinech, zatím co celulární mechanismy staví primárně na T-lymfocytech. Buňky specifické imunity pocházejí z lymfoidní linie. [14] [15] [16] [17]

**B-lymfocyty** vznikají v kostní dřeni či v gastrointestinálním traktu. Dokončení vývoje B-lymfocytů probíhá po kontaktu s antigenem v sekundárních lymfoidních orgánech<sup>3</sup>. Aby došlo k tvorbě protilátek musí se dovyvinout do konečného diferenciačního stádia tzv. plasmatických buněk, které již jsou schopny produkovat protilátky. na jejich povrchu lze nalézt imunoglobulinové molekuly, ty plní funkci receptoru pro antigen. Zároveň jde o jediné buňky imunitního systému schopné produkce protilátek. [17] [16] [15]

**T-lymfocyty** jsou další z linie lymfoidních buněk, dozrávání probíhá v brzlíku (*thymus*). T-lymfocyty nejsou schopné produkovat protilátky, jejich funkcí je regulace a podpora tvorby protilátek. T-lymfocyty se dále diferencují na Th, helper neboli pomocné, produkují cytokiny – pomocné látky pro aktivaci B-lymfocytů, Tc, cytotoxické T-lymfocyty ničící již poškozené buňky. Poslední jsou Ts, tedy supresorové T-lymfocyty, které tlumí imunitní organismus, aby nedošlo k vlastnímu poškození orgánů. T-lymfocyty jsou označovány za paměťové buňky specifické imunity. [15] [16] [17]

---

<sup>3</sup> Uzliny, slezina či Peyerovy pláty v tenkém střevě



Obrázek 8 Diferenciace buněčných typů [19]

### 3.3 Očkování

Infekce různými mikroorganismy jsou pro lidský organismus často vážnou zdravotní komplikací. Symptomy a reakce jedinců jsou různé, od žádných či minimálních příznaků až po vážné zdravotní problémy, v určitých případech mohou končit smrtí infikovaného jedince. Při obraně proti nežádoucím mikroorganismům se zapojuje specifická imunita, která se dělí dle způsobu získání, a to na pasivní a aktivní. Ty pak dále dělíme na získané přirozeným a získané umělým způsobem. [14] [15] [17]

Nejnámější z výše zmíněných je aktivní imunizace pomocí očkovací látky. Látka obsahuje mrtvé či oslabené organismy, případně části frakcí, nebo antigeny připravené laboratorní genetickou rekombinací či chemickou syntézou. Po imunizaci se až po určité době rozvine a je schopna vykonávat potřebnou ochranu. [16]

Vakcinace jedince může proběhnouti pasivním způsobem, mluví se o pasivní imunitě uměle získanou. Tato metoda imunizace probíhá pomocí připravených protilátek vpravených

do těla již infikovaného jedince. Protilátky navozují rychlou imunitní odpověď. Protilátky jsou vytvořeny ze zvířecích sér či jejich účinných frakcí. Takové látky se používají při akutních infekcích, např.: při intoxikaci hadím jedem či akutních bakteriálních infekcích. Látky vpravené do těla vážou a neutralizují toxiny. Imunita získaná tímto způsobem je krátkodobá, v organismu se podané látky postupně odbourávají a nové se již netvoří. [15] [17] [20]

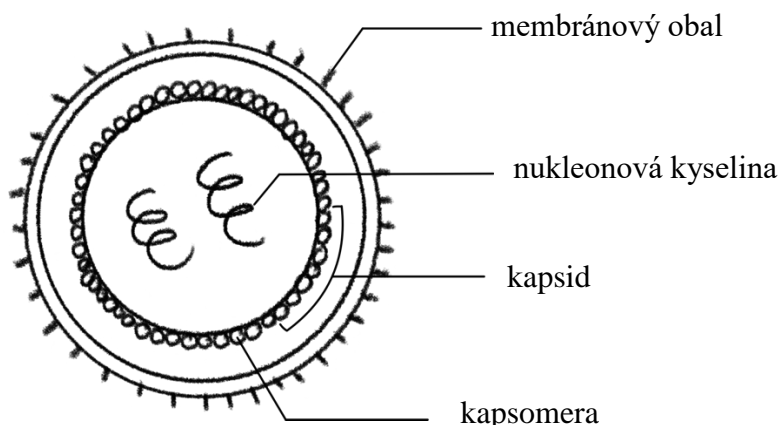
## 4 Onemocnění Covid-19

31. prosince 2019 byla Světová zdravotnická organizace (WHO), seznámena s epidemií na území Číny ohledně neznámého onemocnění způsobující respirační problémy. v návaznosti s epidemií začalo vyšetřování místními i státními orgány veřejného zdraví. 30. ledna 2020 byl vyhlášen WHO stav ohrožení veřejného zdraví mezinárodního významu. 11. března 2020 označilo WHO onemocnění Covid-19 za celosvětovou pandemii. Stávající situace k 29. dubnu 2022 je proočkováno 59,5 % světové populace alespoň jednou dávkou. v zemích EU – Evropské unie je plně očkovaných 81,4 % dospělé populace. v České republice je kompletně naočkováno 64,2 % populace. Alespoň jednou dávkou je naočkováno 65 %. Vakcín schválené EMA – European Medicines Agency, je k uvedenému datu pět, BioNTech/ Pfizer (Comirnaty), Moderna (Spikevax), AstraZeneca (Vaxevria) a Johnson & Johnson/ Janssen Pharmaceuticals. Nejnovější vakcína je od společnosti Novavax a nese název Nuvaxovid. Další vakcíny jsou prozatím ve fázích evaluace. [21] [22] [23] [24] [25] [26]

### 4.1 Viry

Viry jsou nebuněčné mikroorganismy, schopné rozmnožování pouze v hostitelských buňkách, tedy jsou nitrobuněční parazité. Jelikož nedisponují vlastní tRNA a ribozomy, nejsou schopné syntézy bílkovin, potřebují ke svému rozmnožení hostitelskou buňku. Jednotlivá jednotka, schopná parazitovat buňku, se nazývá virion. Složení virionů není nijak složité, obsahují vždy pouze jednu z nukleonových kyselin, deoxyribonukleová kyselina – DNA, nebo ribonukleová kyselina – RNA, bílkovinný obal – kapsid, ten je tvořen makromolekuly bílkovin – kapsomer. u některých virionů se lze shledat s membránovým obalem, ten tvoří bílkoviny a fosfolipidy, okolo kapsidu. Velikost virionů se pohybuje v rozmezí od 24 do 300nm. Viry lze rozdělit do skupin dle hostitele, viry napadající buňky se označují jako bakteriofágy, viry parazitující na sinicích se nazývají cyanofágy, viry napadající rostliny jsou pojmenovány jako fytoviry, lze se setkat s viry napadající velké viry, ty se označují termínem virofágy. při onemocnění virusem nelze aplikovat antibiotika, léčba je symptomatická či jsou aplikovány antivirotika. [13] [27] [28]

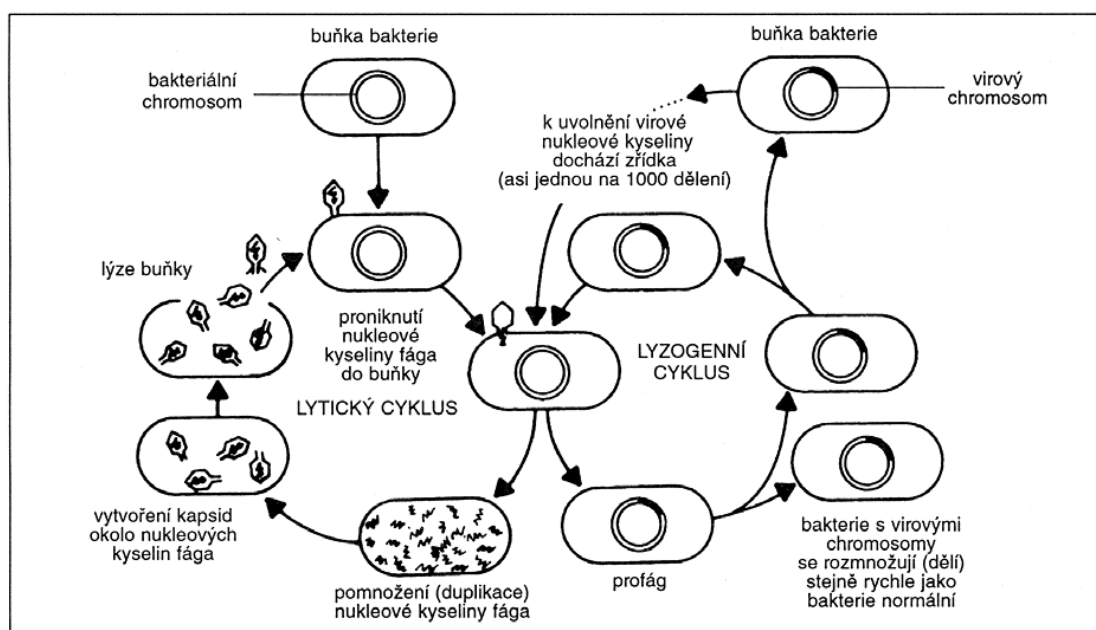




Obrázek 9 Stavba virionu

#### 4.1.1 Rozmnožování viru

Jsou známy dva cykly v rozmnožování virů, lytický a lyzogenní. Cyklus, který vede k rozmnožení viru, a tedy k rozpadu buňky, značíme jako lytický cyklus. Zprvu dochází ke kontaktu virionu s hostitelskou buňkou, následuje průnik celého virionu nebo pouze nukleové kyseliny do buňky (fúze, mikroinjekce, fagocytóza), nukleová kyselina se dostane do jádra buňky, kde se může začít replikovat, začíná produkce nových virových bílkovinných částic – kapsomer a glykoproteinů, na ribozomech buňky, zde virus maturuje, konečnou fází je zánik hostitelské buňky a uvolnění virionových částic do organismu. Lyzogenní cyklus je popisován jako začlenění části virové DNA do chromozomu hostitelské buňky. Statut provirus je označován stavem, kdy je DNA viru začleněno do DNA hostitelské buňky. [27] [29] [30] [31]



Obrázek 10 Životní cyklus bakteriálního viru (fága) [20]

Na rozdíl od ostatních virů způsobující klasická infekční onemocnění se virus způsobující onemocnění Covid-19 nerozmnožuje v lidském organismu dle daného schématu. Virus se replikuje tak, jak mu to konkrétní hostitelský organismus dovolí. Individuální jedinci mohou mít teda zcela jiný vývoj infekce v závislosti na různých faktorech. Takovými faktory mohou být genetická a antigenní výbava jedince<sup>4</sup>, současný stav imunitního systému a celková zdatnost<sup>5</sup> organismu. [32]

## 4.2 Koronaviry

Koronaviry jsou pozitivní RNA viry. Dělí se celkem do čtyř skupin  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - a  $\delta$ -, z nichž pouze skupiny  $\alpha$ - a  $\beta$ -koronaviry mohou infikovat savce, skupiny  $\gamma$ - a  $\delta$ -koronaviry infikují savce i ptáky. Viriony se jeví pod elektromikroskopem jako sluneční koróna, odtud plyne název koronaviry. (Obrázek 11) v současné době je známo sedm koronavirů způsobující onemocnění u lidí, nejčastěji jde o běžná onemocnění horních dýchacích cest. Onemocnění způsobuje majoritně mírné klinické příznaky. u rizikových skupin, dětí, seniorů, jedinců se sníženou imunitou, mohou navodit závažné onemocnění dolních cest dýchacích. Příležitostně zapříčiňují pneumonii. Mimořádně lidské koronaviry způsobují závažné onemocnění, např.: těžký akutní respirační syndrom. Koronaviry se přenášejí kapénkově. Buněčný receptor pro koronaviry je povrchová molekula CD13. [14] [33] [34] [35]

Od roku 2002 byly objeveny dva koronaviry prvotně způsobující onemocnění u zvířat, které bylo následně přeneseno na člověka. Jedná se o SARS-CoV a MERS-CoV. SARS-CoV, závažný akutní respirační syndrom, původcem nemoci je netopýr, zdrojem přenosu jsou cibetky a fretky. Lze ho najít pod druhem *Betacoronavirus* v podrodu *Sarbecovirus*. Onemocnění propuklo roku 2002 v čínské provincii Guangdong. SARS-CoV má sice nižší smrtnost, 10 %, je ale nakažlivější. Léčba SARS-CoV je momentálně pouze symptomatická, byly již vyvinuty monoklonální protilátky, které zastavují činnost helikázy viru, a tím zabraňují replikaci viru, ovšem nebyly zatím schváleny pro použití na lidech. MERS-CoV, má původce u netopýra, ovšem zdroj přenosu viru na člověka je velbloud. První osoby, u kterých bylo objeveno onemocnění MERS, přicestovali ze Saúdské Arábie roku 2012. Smrtnost MERS dosahuje v současnosti 35 %. Přesná smrtnost není známa, jelikož ne všichni infikovaní jsou symptomatictí. Vakcinace proti onemocnění MARS-CoV není známá. [36]

---

<sup>4</sup> Nejen geneticky daná krevní skupina jedince, ale i postnatální vývoj a budování imunitního systému

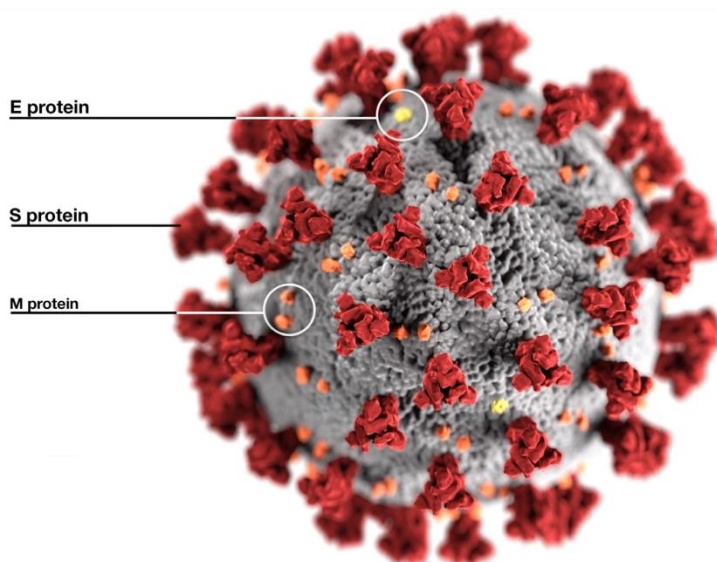
<sup>5</sup> Například aktuálně působící stres

### 4.2.1 Adenoviry

Skupina DNA neobalených virů, dělí se na dvě podskupiny; mastadenoviry a aviadenoviry. Napadají člověka i zvířata a způsobují onemocnění trávicího traktu, záněty i onemocnění respiračního rázu. z oftalmologického hlediska mohou způsobovat konjunktivitidy. [37]

## 4.3 Onemocnění Covid-19

V posledních letech se společnost zabývá novým virem SARS-CoV-2, nesoucí pozitivní RNA, způsobující onemocnění Covid-19. Projevil se roku 2019 v čínském městě Wu-Chan. Po genetické stránce ho lze zařadit do rodu Betacoronavirus podrodu Sarbecovirus, kam řadíme SARS-CoV, právě s ním má společných 70 % genetické informace. Virion SARS-CoV-2 je složen ze čtyř struktur proteinů, membránový obal složen z fosfolipidů chrání fosforylovaný nukleokapsidový N protein, na povrchu membránového obalu se nacházejí proteiny; povrchový s protein, glykoprotein složený ze dvou podjednotek, je považován za hlavní antigen, proti kterému jsou cíleny veškeré vakcíny, které jsou do posud známy, obalový E protein, a transmembránový M protein. (Obrázek 11) pro vstup virionu do hostitelské buňky je odpovědný již zmíněný glykoprotein S, neboli spike-protein. Jako receptor pro vstup do hostitelské buňky využívá virion angiotenzin konvertující enzym 2 - ACE2 receptor, vyskytující se na povrchu buňky. [21] [36]



Obrázek 11 Model virionu koronaviru SARS-CoV-2 [36]

Inkubační doba při nakažení Covid-19 je minimálně dva a maximálně čtrnáct dní od kontaktu s nakaženou osobou. Nejčastější příznaky nakažení virem jsou kašel, horečka, ztráta či porucha chuti a čichu a únava. Mezi méně časté se řadí bolest krku a hlavy, pneumonie, gastroenteritida,

podrážděné či červené oči, případně vyrážka nebo změna barvy prstů. Vážnými symptomy jsou obtížné dýchání, dezorientace, špatné ovládní motoriky těla či ztráta řeči nebo bolest na hrudi. Rýma se vyskytuje pouze u 5 % infikovaných, lze tedy říci, že se virus nejvíce množí v řasinkovém epitelu. Ten pokrývá zadní část nosohltanu i průdušnici. Smrtnost u SARS-CoV-2 je určena globálním průměrem na 2,2 % k datu 28. ledna 2021. [32] [36] [38]

### 4.3.1 Vliv onemocnění na oko

Z hlediska oftalmologie se objevily zprávy naznačující, že CoV ovlivňuje oko. v roce 2004, ke konci krize SARS-CoV, byl identifikován nový lidský koronavirus. Virus byl nejprve izolován od 7měsíčního dítěte, než byl identifikován u sedmi dalších jedinců. Během infekce mělo dítě příznaky a vyšetření nálezy bronchiolitidy a konjunktivitidy. Větší znepokojení zdravotníků vyvolává série publikovaných případů, která zdůraznila přítomnost SARS-CoV RNA v slzách. v roce 2004 byly vzorky slz odebrané od 36 pacientů s podezřením na SARS-CoV odeslány na RT-PCR pro SARS-CoV. RNA SARS-CoV byla identifikována u tří z těchto pacientů. z těchto tří měl jeden pacient identifikovanou RNA ve všech třech vzorcích stolice, respiračního výtěru a slz. u jednoho pacienta byla ve vzorcích stolice a slz identifikována RNA, ale respirační stěr nebyl odeslán. u posledního pacienta byla RNA identifikována pouze ve vzorcích slz, zatímco vzorky stolice byly negativní a výtěr z dýchacích cest nebyl odeslán. Zjištění této studie naznačují, že SARS-CoV může být prezentováno v slzách, a zdůrazňují potřebu vhodných preventivních opatření k zabránění přenosu očními tkáněmi a sekrety. Dodnes však stále není jasné, jak může SARS-CoV skončit v slzy. Navrhované teorie zahrnují spojivku, která je přímým místem inokulace SARS-CoV z infikovaných kapének, migraci infekce horních cest dýchacích přes nazolakrimální vývod nebo dokonce hemostatickou infekci slzné žlázy. Kromě toho byly výsledky napříč studiemi nekonzistentní. Další studie, která hodnotila jak slzy, tak spojivkové seškraby od 17 pacientů s potvrzenou infekcí SARS-CoV, nepřinesla žádný pozitivní výsledek z RT-PCR. Autoři přisoudili zjištění ke třem možnostem. za prvé, RT-PCR nebyla dostatečně citlivá, aby zachytila malá množství SARS-CoV RNA. za druhé, odběr vzorků byl jednorázový proces, který mohl vynechat okno, pokud vylučování viru v oční tkáni trvalo pouze krátkou dobu. Konečně existuje také možnost, že SARS-CoV v oční tkáni neexistoval. Jak však epidemie SARS-CoV utichla, tyto zásadní otázky zůstaly nezodpovězeny. [39]

### 4.3.2 Vakcinace proti Covid-19

Očkovací látky použity v již zmíněných vakcínách, využívají buď mRNA, nebo adenovirus. Společnosti BioNTech/Pfizer a Moderna používají mRNA viru. AstraZeneca a Johnson & Johnson/ Janssen Pharmaceuticals očkují pomocí adenoviru. BioNTech, Moderna a AstraZeneca byly vytvořeny a schváleny již v prosinci 2020. Rychlost vývoje vakcín byla dána především faktem, že vědci již dobře znali spike protein z předchozích nemocí podobného původu. Princip a účel vakcín je stejný, jen způsob kterým se toho docílí je jiný. Cíl vakcín je vytvoření neutralizační látky pro spike protein, tzn. vytvoření látky, která zbrání virionu průchodu do buňky. [40] [41]

**mRNA vakcíny** jsou látky, které obsahují část genetické informace viru, takzvanou messenger ribonukleovou kyselinu – mRNA, která je ovinuta tukovým obalem. Část obsažená ve vakcíně je sekvence nukleotidů, podle kterých si vir vytváří povrchový s protein. při aplikaci vakcíny do svalů, fagocytuje dendritická buňka danou obalenou mRNA do své cytoplasmy pomocí ACE2 receptoru. v cytoplasmě buňky se rozpustí tukový obal a samotná mRNA se začne na ribozomech syntetizovat jako povrchový s protein. Část vytvořených proteinů je exportována na MHC II molekuly na povrchu buňky a část je zlikvidována proteázou. [40] [41]

**Adenovirové vakcíny** využívají k implikaci očkovací látky do buňky adenoviry. v případě vakcíny Janssen a AstraZeneca byly použity opičí adenoviry. Adenovirové vakcíny mají stejný cíl jako mRNA vakcíny, rozdíl je v tom, jak vakcínu dendritická buňka zpracuje. Po zavedení vakcíny, nastává fagocytóza dendritickou buňkou. Virion následně putuje z cytoplasmy do jádra buňky, kde je přepsána jeho DNA na mRNA. z jádra buňky se mRNA přesune skrze jaderné póry do cytoplasmy. Ribozomy v cytoplasmě se mRNA ujmou a nesyntetizují s protein. Nesyntetizovaný s protein je vystaven na MHC II molekulách na povrchu buňky, nebo je zničen proteázou buňky. [40]

**Novavax je** vakcína nejnovější ze zmíněných očkovacích látek. Jde o laboratorně nasyntetizovaný spike protein, který je vpraven do těla spolu s adjuvans<sup>6</sup>. v těle dojde k fagocytóze pomocí dendritických buněk. v cytoplasmě dendritických buněk spike protein putuje rovnou na povrch, aby byl vystaven na MHC II molekulách. Nedochozí tedy k průniku do jádra ani k syntéze buňkou. [42] [35]

---

<sup>6</sup> Anorganická látka posilující imunitní reakci organismu

Dendritická buňka s vystaveným spike proteinem na povrchu putuje lymfatickým systémem těla. Jednotlivé složky imunitního systému těla si od ní převezmou část s proteinu a začnou s výrobou protilátek a látek neutralizačních. [40]

## 5 Praktická část

Druhá část práce, praktická část, je věnovaná vzneseným hypotézám k tématu práce, podrobně popisuje metodiku měření refrakce a kvality a slzného filmu, uvedeny jsou i veškeré přístroje a materiály, které byly při měření probandů použity. v závěrečné části jsou vyobrazené a výsledky měření probandů i výsledky statistických výpočtů. Součástí je i diskuse o výsledných datech.

### 5.1 Hypotézy

Na základě vybraného téma byly stanoveny hypotézy, které by mohly být východiskem pro zpracované téma. Vzhledem k vybranému tématu lze vznést tři následující hypotézy;

*H<sub>0</sub>: Po očkování nedochází k žádné statisticky významné změně refrakčního stavu oka.*

*H<sub>1</sub>: Po očkování nedochází k statisticky významné změně kvality slzného filmu.*

*H<sub>2</sub>: Po očkování nedochází k statisticky významné změně kvantity slzného filmu.*

### 5.2 Metodika vyšetření refrakce a slzného filmu

Probandi byli vybráni na základě několika kritérií. Mezi kritéria patřil věk, hranice byly stanoveny od jednadvaceti let do padesáti, z důvodu ukončení vývoje oka vývoj oka, a zároveň aby čočka byla čistá bez zákalu. Jedinec by měl být zdravý bez žádných systémových onemocnění a neměl by být léčen. Důraz byl kladen především na onemocnění štítné žlázy, diabetes mellitus jakéhokoli typu a vysoký krevní tlak. Kontraindikací byla i hormonální antikoncepce, která by mohla ovlivňovat slzný film, či antidepressiva. u alergií byla kladena otázka, na jakou látku jsou daní jedinci alergičtí, případně zdali u nich alergie momentálně probíhá. Pokud u probandů alergie právě probíhala, byli vyřazeni z měření. Probandi byli poučeni o průběhu vyšetření.

Pořadí vyšetření bylo zvoleno následovně; měření na ARK, monokulární vyšetření, binokulárního visu, kontrola na blízko, break-up time a na závěr Schirmerův test bez označení. Schirmerův test byl měřen jako poslední, po break-up timu. Schirmerův test je více invazivní a oko je po testu podrážděné. při prohození pořadí testu by mohlo dojít k většímu stresu bulbární spojivky a k většímu ovlivnění měření kvality slzného filmu.

### 5.2.1 Vyšetřovací podmínky, přístroje a použitý materiál

Vybraní pacienti byli pozváni separátně do jedné ze tří vyšetřovacích místností. Každá z místností byla vybavena a koncipována dle legislativních regulí. Dále pouze specifické údaje a parametry zařízení, na kterých bylo vyšetřováno; typ autorefraktometeru, typ optotypu, délka vyšetřovací místnosti ( $l$  místnosti) a typ šterbinové lampy (ŠL).

Tabulka 3 Parametry a vybavení vyšetřovacích místností

Místnost	ARK	Optotyp	$l$ místnosti [m]	ŠL
A	TOPCON KR800	ESSILOR CS POLA 600	5	TOPCON SL-D4
B	TOPCON TRK-2P	TOPCON CC100XP	5	TOPCON DC-4
C	NIDEK ARK-1	NIDEK SC-1600	5	NIDEK SL-1800

Při měření kvantity a kvality slzného filmu byly použity výhradně proužky od firmy Prime Pharmacare. BUT byl měřen metodou roztržení slzného filmu. pro aplikaci byly použity proužky I-DEW FLO s 1mg vysoko molekulového fluoresceinu sodného. pro aplikaci kapky do oka byl potřeba i roztok na kontaktní čočky, byl použit roztok od firmy BioTrue multi-purpose solution. pro měření kvantity slzného filmu byly použity proužky od stejné firmy, konkrétně I-DEW Tearstrips Schirmer Strips.

### 5.2.2 Vyšetření refrakce

Po úvodním rozhovoru byla vyšetřena refrakce. Pacientovi byly nasazeny zkušební obruby, byly mu přizpůsobeny a vycentrovány, pomocí centrovacích křížů. Následně byl zjištěn naturální visu monokulárně, následovalo zjištění nejlepší sféry, na závěr nejlepší sféry předložení  $\pm 0,25D$  pro kontrolu. Pomocí Jacksonova zkříženého cylindru, byly změřeny cylindry, po zvýšení o 0,50 cylindrické dioptrie, vždy kontrola visu a přidání  $+0,25D$  k sférické korekci, po konci korekce astigmatismu proběhla lehká sférická dokorekce. Nakonec kontrolní předložení sférických  $\pm 0,25D$  a kontrola visu. Použitím červeno-zeleného testu je možné monokulární vyvážení – červená i zelená by měly být stejné, nebo co nejvíce podobné svým kontrastem i ostrostí. Po kontrole výsledků, je možné ukončit monokulární vyšetření prvního oka a výsledky zapsat do protokolu. Stejným postupem bylo korigované i druhé oko.

Do tabulek byla následně zanesena hodnota sférického ekvivalentu, který byl vypočítán pro každé oko a měření zvlášť pomocí *Rovnice 1*.



*Rovnice 1 Sférický ekvivalent*

$$S.E. = \textit{sférický hodnota} + \frac{\textit{cylindrická hodnota}}{2} [D]$$

### 5.2.3 Break-up time (invazivní)

Po refrakci byl proband poučen o principu a průběhu vyšetření kvality slzného filmu. Štěrbínová lampa je nastavena na nejmenší zvětšení, pro zkoumání bylo použito zvětšení desetkrát. Použit byl nejširší paprsek a kobaltové světlo s difúzním paprskem. Zkoumající osoba si prvně důkladně umyje ruce. Proužek s fluorescenčním barvivem byl vyjmut ze sterilizovaného obalu, pomocí roztoku na kontaktní čočky se aplikuje na proužek kapka roztoku, tak aby nedošlo ke kontaktu mezi proužkem a hrdlem lahve. Proband se podívá nazálně, tedy k nosu, horní víčko se přidrží palcem a aplikuje se kapka s fluoresceinem na proužku na bulbární spojivku oka. Pokud možno tak, aby nedošlo kontaktu proužku a spojivky, tedy nedošlo ke stresu spojivky. Po promrkání je skrze štěrbinovou lampu pozorovatelný rovnoměrně rozprostřený obarvený slzný film. Na vyzvání osoba mrkne a nechá rozevřená víčka, dokud reflexivně nemrkne, nebo není dle zkoumající osoby konec testu. Po mrknutí zkoumané osoby se začíná pozorovat slzný film, počítaje sekundy do roztržení slzného filmu. Test končí ve chvíli, kdy se slzný film roztrhne, nebo proband, reflexivně mrkne. Tímto je test u konce a je možné zapsat výsledky testu. Stejný postup se koná i na druhém oku.

### 5.2.4 Schirmerův test bez označení

Po invazivním break-up time metodě proběhlo měření kvantity slzného filmu. Pro kvantitu slzného filmu byl použit Schirmerův test bez označení. Postup byl následovný. Proband byl pokaždé poučena o úkonu, tzn.: nesahat do očí ani na papírky, mrkat volně, nedělat neúměrné pohyby hlavou i tělem. Osoba vykonávající test si prvně důkladně umyla ruce. Papírky byly vyjmuty ze sterilizovaného obalu, zahnuty u počátku stupnice, konkrétně k číselnému bodu pět. Proband se podíval nahoru a pomocí prstu bylo staženo spodní víčko, za které byly temporálně vloženy proužky, posléze opatrně puštěny tak, aby nevypadl vložený proužek. Stejný postup proběhli na druhém oku. Po dobu jedné minuty se nechaly proužky za okraji víček. Po uplynutí časového intervalu, se stáhlo spodní víčko prvního oka pro vyjmutí proužku, ten byl odložen na připravený ubrousek, následovalo druhé oko se stejným postupem. Následně byla naměřené hodnoty zaznamenány.

## 6 Výsledky

Pro zpracování výsledků byla použita internetová stránka Statistics Kingdom. Pro zhodnocení naměřených hodnot byl zvolen Wilcoxon Signed-Rank test. Test se používá na zhodnocení dvou měření, kdy kontrolovaná hodnota nemá normální Gaussovo rozdělení. Hladina významnosti neboli hladina alfa byla zvolena 5 %.

V *Tabulka 4* jsou zobrazeny veškeré naměřené hodnoty a statisticky vypočítaná p hodnota, pro každé oko zvlášť před a po očkování.

Tabulka obsahuje všechny tři testy, tedy refrakci, break-up time i Schirmerův test. Vyobrazeny jsou vždy hodnoty před a po očkování, pro každé oko individuálně. Hodnota byla stanovena pomocí Wilcoxon Signed-Rank testu. Závěrem tabulky je stanovaná směrodatná odchylka pro každý test a oko separátně.

Pro refrakci pravého oka vyšla p hodnota 0,5071, pro levé oko 0,5113. U invazivního break-up time byla hodnota p vypočítána pro pravé oko 0,6978 a pro levé oko, výrazně nižší, 0,0532. Hodnota p pro Schirmerův test byla vypočtena pro pravé oko 0,7296 a pro levé oko 0,5717.

Tabulka 4 Naměřené hodnoty a výsledky měření

Typ měření	Refrakce						Break-up time						Schirmerův test						
	OP			OL			OP			OL			OP			OL			
	před	po		před	po		před	po		před	po		před	po		před	po		
	-4,50	-4,50	-3,25	-3,25	-3,25	-3,25	7	13	8	8	6	6	23	30	31	26			
	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	3	15	10	10	10	10	30	35	10	24			
	0,00	-0,25	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	10	20	10	10	15	15	35	35	35	35			
	+0,50	0,00	-0,75	-0,75	-0,75	-0,75	40	10	40	12	12	12	35	27	29	30			
	-2,00	-1,75	-2,50	-2,50	-2,00	-2,00	10	14	15	11	11	11	25	13	17	9			
	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0,00	0,00	40	36	40	38	38	38	35	35	35	35			
	-4,00	-4,00	-5,25	-5,25	-5,25	-5,25	9	14	20	16	16	16	8	17	17	14			
	0,00	0,00	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	20	8	16	15	15	15	6	20	9	10			
	-0,75	-1,00	-1,75	-1,75	-1,75	-1,75	8	15	15	12	12	12	19	17	21	24			
	-0,50	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	10	4	4	4	4	4	0	0	1	1			
	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0,00	0,00	40	11	30	10	10	10	30	23	23	19			
	+0,25	+0,75	+0,50	+0,50	+0,75	+0,75	16	12	10	18	18	18	25	27	20	18			
	0,00	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	7	6	8	6	6	6	13	16	14	18			
	0,00	+0,25	0,00	+0,50	+0,50	+0,50	5	3	5	8	8	8	17	23	19	29			
	-3,25	-3,00	-2,75	-2,75	-2,50	-2,50	11	8	20	7	7	7	21	20	22	17			
	0,00	+0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	20	20	20	10	10	10	30	21	13	19			
	+0,25	+0,50	0,00	+0,75	+0,75	+0,75	10	7	15	8	8	8	14	17	16	23			
p hodnota	0,5071			0,5113			0,6978			0,0532			0,7296			0,5717			
$\sigma$	0,2696			0,2589			11,3732			8,6688			6,6249			5,5823			

naměřené  
hodnoty

## 7 Diskuse

Cílem této bakalářské práce je posouzení změny refrakčního stavu oka a ovlivnění kvality a kvantity slzného filmu po očkování proti Covid-19.

První testovanou hypotézou, tj. změna refrakčního stavu, se data statisticky příliš nelišila, což potvrdila p hodnota 0,5071. Docházelo k průměrné směrodatné odchylce 0,2696, což naznačuje klasické kolísání refrakčního stavu, které může být až  $o \pm 0,5$  D a při systémových onemocnění dokonce až  $o \pm 1,0$  D.

Druhou testovanou hypotézou byla kvalita slzného filmu, kde data byla získávána metodou invazivního break up time. Stav před a po taktéž kolísaly a výsledky nepotvrdily, že by očkování nějakým způsobem ovlivnilo kvalitu slzného filmu. Toto potvrdila p hodnota, která vyšla pro oko pravé 0,6978 a pro oko levé 0,0532. Zde byla nejvyšší směrodatná odchylka jak pro oko pravé, 11,3732, tak pro oko levé, 8,6688.

Třetí hypotéza byla stanovena na kvantitu slzného filmu. Při sběru dat a následného statistického zhodnocení, kdy vyšla p hodnota 0,7296 pro pravé oko a 0,5717 pro oko levé, jsou stavy před a po očkování podobné, tudíž nedošlo k statisticky významné odchylce.

Na základě získaných dat v této bakalářské práci a následným statistickým zhodnocením za pomoci Wilcoxon Signed-Rank testu lze říci, že z pohledu optometrie je vakcína proti Covidu-19 bezpečná a neovlivňuje u zdravých lidí refrakční stav, kvalitu a ani kvantitu slzného filmu.

Jelikož byl v době pandemie zaveden zákon o nošení roušek, můžeme se domnívat, že pocit suchého oka byl zapříčiněn zpětným dýcháním si do obličeje. Dochází k rychlejšímu vysušování slz, a tedy k pocitu suchého oka. Tento stav můžeme přirovnat k zapnuté klimatizaci.

## 8 Závěr

Mou motivací pro napsání práce nebylo nalézt převratný rozdíl v refrakci či slzném filmu před a po očkování jedinců, ale napsat práci, která mě bude zajímat, bude aktuální a prohloubí mé znalosti, jak v hledání informací, tak praxi optometristického měření základní refrakce, i v komunikaci a jednání s lidmi.

První část teoretické části se věnuji optometrii. Věnuji se zde popisu refrakčních vad a jejich korekce, anatomii slzného filmu, a jak lze vyhodnotit jeho kvalitu či kvantitu různými metodami. Druhá část teoretické části se zabývá okrajově virologií a imunitním systémem člověka. Popisuji základní chování imunitního systému jedince a typy imunizace proti nežádoucím patogenům. Virologie obsahuje anatomický popis viru a jeho rozmnožování. v problematice Covid-19 jsem se zajímala o strukturu viru samotného, jak se nákaza virem projevuje a jaké může mít následky. Zmíněny jsou soudobé vakcíny a jejich včlenění se do lidského organismu.

V praktické části jsem popsala metodiku měření, použité přístroje a materiál. při měření refrakce nenastaly žádné neočekávané komplikace. To neplatí u měření kvality a kvantity slzného filmu, kdy někteří jedinci popisovali oslnění světlem ze šterbinové lampy. Intenzita byla vždy nastavena na minimálně možnou, abych mohla provést měření, přesto někteří jedinci popisovali oslnění či pocit většího slzení. Dva probandi mi popisovali i krátké štípání v očích po vpravení kapky s fluoresceinem do oka. Co se týče Schirmerova testu, zde jsem očekávala diskomfort probandů, na začátku jsem je vždy upozornila na případné nepohodlí, nicméně všichni probandi úspěšně dokončili test bez větších komplikací kvůli diskomfortu.

Ke konci pandemie byla již proočkována většinová část populace, navazující výzkum by mohl být například ohledně třetí (posilující) dávky, domnívám se však, že výsledky by byly velmi podobné. Co by mohlo být zajímavé je porovnání refrakce před a po samotném onemocnění Covid-19. Někteří pacienti uvádějí, že mají pocit zhoršení zraku po prodělaní onemocnění. Zdali je to způsobené virem SARS-CoV2 a žádnými jinými faktory je jen otázkou.

Statistické měření potvrdilo H1, tedy po očkování proti covid-19 nedošlo k žádné statisticky významné změně refrakčního stavu oka či jeho slzného filmu.

## 9 Bibliografie

- [1] P. Wikipedie, „Krátkozrakost,“ 19. červenec 2021. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Kr%C3%A1tkozrakost&oldid=20198617>. [Přístup získán 29. říjen 2021].
- [2] P. Kuchyňka, Oční lékařství, 2. přepracované a doplněné vydání editor, Praha: Grada Publishing, a.s., 2016, p. 936.
- [3] M. Aanton, Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody, 3. přepracované editor, Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004.
- [4] P. WikiSkript, „Dalekozrakost [online],“ 18. srpen 2018. [Online]. Available: <https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Speciáln%C3%AD:Citovat&page=Dalekozrakost&id=407281&wpFormIdentifier=titleform>. [Přístup získán 14. listopad 2021].
- [5] P. Rozsival, Oční lékařství, první vydání editor, P. L. Houdek, Editor, Praha 1: Galén, 2006.
- [6] L. Online, „Afakie - když oku chybí čočka,“ 2009.
- [7] [Online]. Available: <https://connect.cuni.cz/p2kvdbio5po/>. [Přístup získán 2 prosince 2021].
- [8] E. Vlková, P. Šárka a F. Vlk, Lexikon očního lékařství, 1. vydání editor, Brno: Prof. Ing. Franišek Vlk, DrSc., Nakladatelství a vydavatelství, 2008.
- [9] M. P. Beneš, „MASARYKOVA UNIVERZITA v BRNĚ LÉKAŘSKÁ FAKULTA,“ 2012. [Online]. Available: <https://is.muni.cz/th/y2kon/benes-DIS.p.pdf>. [Přístup získán 15 12 2021].
- [10] J. Heissigerová, Ophthalmologie pro pregraduální postgraduální přípravu, Praha 4: Maxdorf s.r.o., 2018.
- [11] S. Synek, „Kontaktní čočky; učební texty pro studium optometrie,“ Brno, 2009.
- [12] Primavista, „Prima Vista,“ [Online]. Available: <https://primavista.it/schirmers-test/?lang=en>. [Přístup získán 05 03 2022].

- [13] B. Drnková, Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie a hygienapro zdravotnické obory, 1. vydání editor, Praha: Grada Publishing, a.s., 2019.
- [14] V. Horejší, J. Bartůňková, T. Brdička a R. Špíšek, Základy imunologie, 6. aktualizované vydání editor, Praha: Stanislav Juhaňák - Triton, 2017.
- [15] J. Schindler, Mikrobiologiepro studenty zdravotnických oborů, Praha 7: Grada publishing a.s., 2010.
- [16] L. a. k. Hamplová , Mikrobiologie. Imunilogie, Epidemiologie, Hygienapro bakalářské studium a všechny typy zdravotních škol, Praha 10: TRITON, 2015.
- [17] B. Drnková, Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie a hygienapro zdravotnické obory, 1. vydání editor, Praha : Grada publishing, 2019.
- [18] P. wikiskript, 19 07 2021. [Online]. Available: [https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=NK\\_bu%C5%88ky&oldid=448646](https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=NK_bu%C5%88ky&oldid=448646). [Přístup získán 02 04 2022].
- [19] p. wikipwdie, „Lymfoidní progenitor,“ 08 08 2021. [Online]. Available: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Speciáln%C3%AD:Citovat&page=Lymfoidn%C3%AD\\_progenitor&id=20345126&wpFormIdentifier=titleform](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Speciáln%C3%AD:Citovat&page=Lymfoidn%C3%AD_progenitor&id=20345126&wpFormIdentifier=titleform). [Přístup získán 11 5 2022].
- [20] J. Jelínek a V. Zicháček, Biologiepro gymnázia, 9. vydání editor, Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2011.
- [21] M. Trojánek, „Nový koronavirus (SARS-CoV-2) a onemocnění COVID-19,“ Praha 2, 2020.
- [22] E. M. L. R.-G. C. A. C. G. E. O.-O. J. H. B. M. D. B. a. M. R. Hannah Ritchie, „Our world in data,“ OurWorldInData.org, 2020. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>. [Přístup získán 2 prosince 2021].
- [23] S. J. Sušický M., „COVID-19 čkování [online],“ ČVUT, Fakulta informačních technologií, Praha ve spolupráci s firmou Profinit EU, s.r.o., Praha, 2021., 16 leden 2021. [Online]. Available: <https://ockovani.opendatalab.cz/statistiky>. [Přístup získán 2 prosinec 2021].
- [24] „Evropská komise,“ 19 listopad 2021. [Online]. Available: <https://ockovani.opendatalab.cz/statistiky>. [Přístup získán 2 prosince 2021].

- [25] M. Šindelková, „Medicínské centrum Praha,“ 17 prosinec 2020. [Online]. Available: <https://www.mc-praha.cz/mcp/prehled-vakcin-proti-covid-19-mechanismy-ucinku-vyhody-a-nevyhody/>. [Přístup získán 2 prosinec 2021].
- [26] M. zdravotnictví, „COVID PORTÁL,“ 29. listopad 2021. [Online]. Available: <https://covid.gov.cz/situace/informace-o-vakcine/informace-o-dostupnych-vakcinach>. [Přístup získán 2 prosinec 2021].
- [27] V. Zicháček, Biologie, 11. vydání editor, Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2014.
- [28] P. Lysková, „Viry,“ [Online]. Available: <https://dokumenty.upce.cz/FCHT/kbbv-vk/biologie/virologie.pdf>.
- [29] S. O. s.r.o., „StudyHub Online s.r.o.,“ StudyHub, 05 10 2021. [Online]. Available: <https://studyhub.cz/blog/lyticky-cyklus/>. [Přístup získán 27 10 2021].
- [30] V. Vymětalová, Biologiepro biomedicínské inženýrství I. díl, 3. přepracované vydání editor, Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2019.
- [31] M. Benešová, Odmaturuj z biologie, 2. přepracované vydání editor, Brno: Didaktis, 2013.
- [32] J. Beneš a D. Nováková, „Patogeneze covid-19: principy virové infekce a imunitní odpovědi,“ 2021. [Online]. Available: [https://www.iakardiologie.cz/incpdfs/kar-202102-0003\\_10\\_001.pdf](https://www.iakardiologie.cz/incpdfs/kar-202102-0003_10_001.pdf). [Přístup získán listopad 2021].
- [33] „Státní zdravotní ústav,“ 22. leden 2020. [Online]. Available: <http://www.szu.cz/tema/prevence/koronaviry-prehled-1>. [Přístup získán 23: listopad 2021].
- [34] p. wikipedie, „Wikipedie,“ 8 srpen 2021. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Speciáln%C3%AD:Citovat&page=MERS&id=20346302&wpFormIdentifier=titleform>. [Přístup získán 23 listopad 2021].
- [35] W. H. Organization, 11. březen 2019. [Online]. Available: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-\(mers-cov\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-(mers-cov)).
- [36] p. I. I. f. a. U. Karlovy, „WikiSkripta,“ MEFANET, 24. srpna 2021. [Online]. Available: <https://www.wikiskripta.eu/w/COVID-19>. [Přístup získán 28. říjen 2021].
- [37] „ASCAMED s.r.o.,“ [Online]. Available: <https://asco-med.cz/adenovirus/>. [Přístup získán 02 04 2022].



- [38] „World Health Organization,“ 2021. [Online]. Available: [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1). [Přístup získán 14. listopad 2021].
- [39] I. Seah a R. Agrawal, „Can the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Affect the Eyes? a Review of Coronaviruses and Ocular Implications in Humans and Animals,“ 16 březen 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/09273948.2020.1738501>. [Přístup získán 30. listopad 2021].
- [40] P. Šebo, Interviewee, *5. diskusní (online) panel: Vakcíny*. [Interview]. 19. ledna 2021.
- [41] V. M. Project, „How mRNA vaccines work,“ [Online]. Available: <https://www.chop.edu/video/how-mrna-vaccines-work>. [Přístup získán 3. leden 2022].
- [42] I. Novavax, „Novavax,“ 22 June 2022. [Online]. Available: <https://www.novavax.com/science-technology/coronavirus-disease-2019-covid-19#news>. [Přístup získán 01 05 2022].
- [43] R. i. Koch, „Robert Koch - institut,“ 08 říjen 2020. [Online]. Available: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/NRZ/EM/Aufnahmen/EM\\_Tab\\_covid.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/NRZ/EM/Aufnahmen/EM_Tab_covid.html). [Přístup získán 22 říjen 2021].
- [44] H. D. Perry, „AJCM,“ Management and Pharmacoeconomics of Dry Eye Disease: The Role of Cyclosporine, 15. April 2008. [Online]. Available: <https://www.ajmc.com/view/apr08-3141ps079-s087?p=1>. [Přístup získán 3. November 2021].
- [45] S. z. ú. Česká vakcinologická společnost ČLS JEP, „Národní zdravotnický informační portál [online],“ 2021. [Online]. Available: <https://www.nzip.cz/clanek/26-co-je-ockovani-proti-infekcnim-onemocnenim>. [Přístup získán 2 12 2021].
- [46] A. H. Tunncliffe, Introduction to Visual Optics, ABDO Collage of Education, 2004.

## Seznam symbolů a zkratek

Symbol	Jednotka	Význam
nm	-	nanometry
D	-	dioptrie
$\mu\text{l}$	-	Mikrolitry
%	-	Procenta
min	-	Minuty
$\alpha$	-	Alfa
$\beta$	-	Beta
$\gamma$	-	Gama
$\delta$	-	Delta
$\sigma$	-	Směrodatná odchylka

Zkratka	Význam
RNA	Ribonukleonová kyselina
DNA	Deoxyribonukleonová kyselina
CoV	Coronavirus
WHO	World Health Organization
MHC	Major histocompatibility complex
BUT	Break-up time
NIBUT	Neinvazivní break-up time
mRNA	Messenger ribonukleonová kyselina
OP	Oko pravé
OL	Oko levé
S.E.	Sférický ekvivalent
$H_0$	Nulová hypotéza
$H_1$	Alternativní hypotéza
$H_2$	Alternativní hypotéza
FDA	Food and Drug Administration
ŠL	Štěrbínová lampa

## Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Grafické znázornění myopie [5]</i> .....	10
<i>Obrázek 2 Grafické znázornění hypermetropie [6]</i> .....	11
<i>Obrázek 3 Grafické znázornění astigmatismu</i> .....	12
<i>Obrázek 4 schéma slzného filmu [12]</i> .....	15
<i>Obrázek 5 NIBUT před roztržením slzného filmu</i> .....	16
<i>Obrázek 6 NIBUT po roztržení slzného filmu</i> .....	16
<i>Obrázek 7 Schirmerův test [13]</i> .....	17
<i>Obrázek 8 Diferenciace buněčných typů [20]</i> .....	21
<i>Obrázek 9 Stavba virionu</i> .....	24
<i>Obrázek 10 Životní cyklus bakteriálního viru (fága) [21]</i> .....	24
<i>Obrázek 11 Model virionu koronaviru SARS-CoV-2 [37]</i> .....	26

## Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Klasifikace refrakčních vad [3] [4].....</i>	<i>9</i>
<i>Tabulka 2 Tabulková adice dle věku pro pracovní vzdálenost 30 cm [3].....</i>	<i>10</i>
<i>Tabulka 3 Parametry a vybavení vyšetřovacích místností .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 4 Naměřené hodnoty a výsledky měření .....</i>	<i>34</i>