

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

**MICHAELA ZÁRYBNICKÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta biomedicínského inženýrství  
Katedra přírodovědných oborů

# **Změny zrakových funkcí při stresové zátěži**

## **Changes in visual functions under the stress**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

**Autor bakalářské práce: Michaela Zárybnická**

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

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Zárybnická** Jméno: **Michaela** Osobní číslo: **478100**  
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:

**Vliv stresové zátěže na zrakové funkce**

Název bakalářské práce anglicky:

**Influence of stress on visual functions**

Pokyny pro vypracování:

Studentka v rámci teoretické části stručně zpracuje fyziologii vidění a dále formou rešerše problematiku vlivu stresu na fyziologické pochody, a to jak z dlouhodobého i krátkodobého trvání stresové situace. Bude se teoreticky věnovat možnému vlivu stresu jak na zrakové, tak i další tělesné funkce. Na základě zjištěných faktů rozebere možné vlivy stresu na zrakové funkce z různých hledisek. V praktické části práce u vybrané skupiny respondentů proměří zrakové funkce nejedíve v nestresovém, tj. klidném a pohodovém psychickém stavu, dále u stejné skupiny zopakuje měření v uměle navozené časové tísní. V období déle trvajících stresu, např. ve zkuškovém období proměří stejnou skupinu respondentů a výsledky všech tří měření porovná. Součástí práce bude i posouzení možnosti odstranění stresových vlivů v průběhu měření a uzpůsobení prostor, ve kterých je optometrické měření prováděno. Cílem práce je posouzení vlivu stresu při měření zrakových funkcí pro práci optometristy.

Seznam doporučené literatury:

- [1] ŠIKL, Radovan, Zrakové vnímání, ed. 1, Grada, 2012
- [2] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínium, 2006, ISBN 80-7262-404-0
- [3] KUCHYŇKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8
- [4] BENEŠ, Pavel, Přístroje pro optometrii a oftalmologii, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015, ISBN 978-80-7013-577-8
- [5] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ, Nauka o zraku, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, ISBN 80-7013-362-7


Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Mgr. Jana Urzová, Ph.D.**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **10.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

  
doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.  
podpis otkana(ky)

## **Název bakalářské práce: Změny zrakových funkcí při stresové zátěži**

### **Abstrakt:**

Tato práce se věnuje vlivu stresu a stresové zátěže na změnu zrakových funkcí. V teoretické části práci bylo nejdříve pojednáno o základní anatomické stavbě oka, tedy očnici, oční kouli a přídatných orgánech, následně byla zmíněna také anatomie a fyziologie sítnice. Byla popsána správná funkce oka a problémy, které mohou nastat v rámci zrakových funkcí. Důležitou součástí práce bylo zpracování problematiky stresu se zaměřením na možnosti jeho vlivu na funkci zrakového orgánu. Byly popsány související jevy: odpařovací stres, oční reakce po výkonu, onemocnění suchého oka a oxidační stres. V rámci praktické části mé práce byly změřeny zrakové funkce u skupiny osob v klidovém stavu a v situaci stresového zatížení. Výsledky byly porovnány a statisticky zpracovány.

### **Klíčová slova:**

fyziologie oka, zrakové vnímání, zrakové funkce, stres

## **Bachelor's Thesis title: Changes in visual functions under stress**

### **Abstract:**

This bachelor thesis deals with influence of stress and stress strain on the changes of visual functions. In the theoretical part of my thesis, the basic anatomical structure of the eye, ie the orbit, eyeball and accessory organs, was first discussed, followed by the anatomy and physiology of the retina. Proper eye function and problems that may occur with visual function have been described. An important part of my thesis was the elaboration of the issue of stress with a focus on the possibility of its influence on the function of the visual organ. Related phenomena have been described: evaporative stress, post-exercise eye reactions, dry eye disease and oxidative stress. In the practical part of my thesis, visual functions were measured in a group of people at rest and in a situation of stress. The results were compared and statistically processed.

### **Key words:**

physiology of the eye, visual perception, visual functions, stress

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala za užitečné rady, připomínky a doporučení Mgr. Janě Urzové, Ph.D. jakožto vedoucí mé práce, dále bych ráda poděkovala Bc. Haně Ouředníčkové, MUDr. Tereze Urzové a Mgr. Kláře Kárníkové za konzultace ohledně vlivu stresu.

Chtěla bych také vyjádřit velké díky své rodině, že mi poskytla dost času a prostoru na to, abych práci mohla vypracovat.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Změny zrakových funkcí při stresové zátěži*“ 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

Úvod .....	1
1 Anatomie zrakového orgánu .....	3
1.1 Oční koule (bulbus oculi) .....	3
1.2 Přídatné orgány .....	3
1.3 Stavba sítnice .....	4
2 Zrakové funkce .....	6
2.1 Fyziologie zraku .....	6
2.2 Popis jednotlivých zrakových funkcí .....	7
2.2.1 Schopnost adaptace .....	8
2.2.2 Akomodace .....	8
3 Stres .....	10
3.1 Zátěž, stres .....	11
3.2 Stresový syndrom .....	11
3.3 Reakce na stresor .....	12
3.4 Odpařovací noční stres .....	13
3.5 Oční reakce a vizuální výkon po stresovém zrychlení .....	14
3.6 Syndrom suchého oka .....	15
3.7 Stres a vizuální funkce v infantilním syndromu .....	16
3.8 Cévní stres .....	16
4 Experimentální část .....	17
4.1 Metodika měření .....	17
4.2 Výsledky měření .....	18
4.2.1 Blízký bod akomodační šíře .....	19
4.2.2 Nitrooční tlak .....	20
4.2.3 Měření objektivní refrakce .....	22
4.2.4 Měření subjektivní refrakce .....	24
4.3 Diskuze .....	26
5 Závěr .....	28
Seznam použité literatury .....	29
Seznam obrázků a tabulek .....	32



# Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou vlivu stresové zátěže na vybrané zrakové funkce. Zmíněná skutečnost má vliv i na práci optometristy.

V úvodní kapitole teoretické části mé práce se budu věnovat anatomii zrakového orgánu – popíšu stavbu oční koule a přídatných orgánů, celá jedna podkapitola je věnována popisu sítnice. Další část mé práce je věnována správné funkci oka, která závisí na jeho schopnosti přijímat a zpracovávat energii ze světla v prostředí, vytvářet akční potenciály ve specializovaných nervových buňkách a přenášet tyto potenciály prostřednictvím optického nervu do mozku.

Ve druhé kapitole popisují jednotlivé zrakové funkce - vlastnosti, díky nimž zrakový aparát člověka funguje. Mezi tyto zrakové funkce patří zraková ostrost, barvocit, adaptace na světlo a na tmou, kontrastní citlivost, prostorové vidění, akomodace a konvergence a zorné pole. O kvalitě našeho vidění rozhoduje souhra a fungování těchto jevů. Tyto funkce lze ovlivnit vnějšími vlivy.

Třetí kapitola, kterou jsem věnovala samotnému stresu, je pro mě osobně nejvíce zajímavá a zároveň inspirativní a díky těmto zmíněným důvodům, se domnívám, že se mi i nejlépe povedla zhodnotit a zpracovat. I když sám termín stres a jeho vztah k pojmu zátěž není vymezován všemi badateli shodně, zpravidla se stres spojuje se situacemi obtížnými, ohrožujícími, významně narušujícími rovnováhu organismu a vyvolávajícími závažné změny v hormonálním, oběhovém i imunitním systému. Je všeobecně vnímán negativně, jelikož ovlivňuje každodenní život a zdraví. Stres je považován za fenomén této doby, i přesto si myslím, že si spousta z nás neuvědomuje, do jaké míry by mohl mít vliv na náš zdravotní stav.

Poslední částí mé bakalářské práce je praktická část. Náplní této části je měření zrakových funkcí klientů ve dvou fázích. V první fázi měření budou změřeny vybrané pokusné osoby v době jejich naprosté duševní pohody a bez časové tísně. Druhá fáze měření bude spočívat v tom, že po uplynutí několika týdnů změřím stejnou skupinu lidí ve stavu prožívaného stresu. U každého měření bude nejprve provedeno objektivní měření na autorefraktometru, kde se u každého klienta zaměřím na hodnoty objektivní refrakce a také změřím nitrooční tlak, následně provedu měření subjektivní refrakce a zjistím blízký bod akomodační šíře. Pro posouzení vlivu stresu budou provedena stejná měření ve stavu naprosté duševní pohody

a následně ve stavu stresu. Všechny získané hodnoty zpracuji a u každé měřené osoby porovnam hodnoty zjištěné v první a druhé fázi měření. Závěrem je hodnocení praktické části a porovnání výsledků s částí teoretickou.

# 1 Anatomie zrakového orgánu

Základní částí zrakového orgánu je oční koule (bulbus oculi), která představuje vlastní orgán pro vnímání obrazové informace. Ze zadní části bulbu vystupuje zrakový nerv, který zachycenou informaci přenáší do zrakové dráhy a centra. Funkci a ochranu oka zabezpečují přídatné orgány (adnexa). [1, 2]

Nezbytnou část ochrany oka tvoří i slzný film, reflektorická část produkce slz je zajištěna slznou žlázou. Všechny struktury ležící uvnitř kostěné očnice s výjimkou vlastního bulbu nazýváme „měkkou očnicí“. Kostěná očnice je průsečíkem zájmu mezi oftalmologií a ORL, stomatochirurgií a neurochirurgií. [2, 1]

## 1.1 Oční koule (bulbus oculi)

Stěna oční koule je tvořena třemi koncentrickými vrstvami. Zevní vrstva se diferencuje v bělimu a rohovku. Bělíma (sclera) zaujímá zadních 5/6 povrchu, rohovka (cornea) zaujímá zbylou přední 1/6. Bělíma udržuje tvar bulbu a poskytuje mu i mechanickou ochranu. V oblasti limbu přechází skléra v rohovku. Rohovka (cornea) tvoří průhledný přední oddíl a je vyklenuta dopředu. Větším zakřivením rohovky vzniká mezi rohovkou a bělimou cirkulární rýha. Střední vrstvu stěny bulbus oculi tvoří živnatka (uvea). Jedná se o vrstvu tvořenou řídkým kolagenním vazivem obsahující četné cévy a melanocyty. Část živnatky od výstupu zrakového nervu k oblasti ora serrata se označuje jako cévnatka (choroidea). Přední část živnatky je přeměněna v řasnaté těleso (corpus ciliare) a duhovku (iris). Přední část živnatky odstupující z corpus ciliare se odpoutává od skléry a vytváří duhovku. Duhovka (iris) má vzhled tenké cirkulární ploténky s kruhovým otvorem uprostřed (pupilla). Ve vnitřní vrstvě bulbus oculi, tunica nervosa, se rozprostírá sítnice (retina). Část sítnice, která leží v zorné ose oka, je předurčena pro nejostřejší vidění. Čočka je bikonvexní těleso připojené pomocí závěsného aparátu k povrchu corpus ciliare. Sklivec vyplňuje prostor za čočkou. [1, 2]

## 1.2 Přídatné orgány

Přední část oka je kryta dvěma kožními řasami, víčky (palpebra superior et inferior). Víčko je zpevněno tarzální ploténkou z hustého kolagenního vaziva, které obsahuje složenou mazovou žlázu. Víčka dále obsahují kosterní sval m. orbicularis oculi, resp. jeho palpebrální část. Svěrač víček uzavírá oční štěrbinu periodicky při mrkání. Mrkací reflex slouží k ochraně

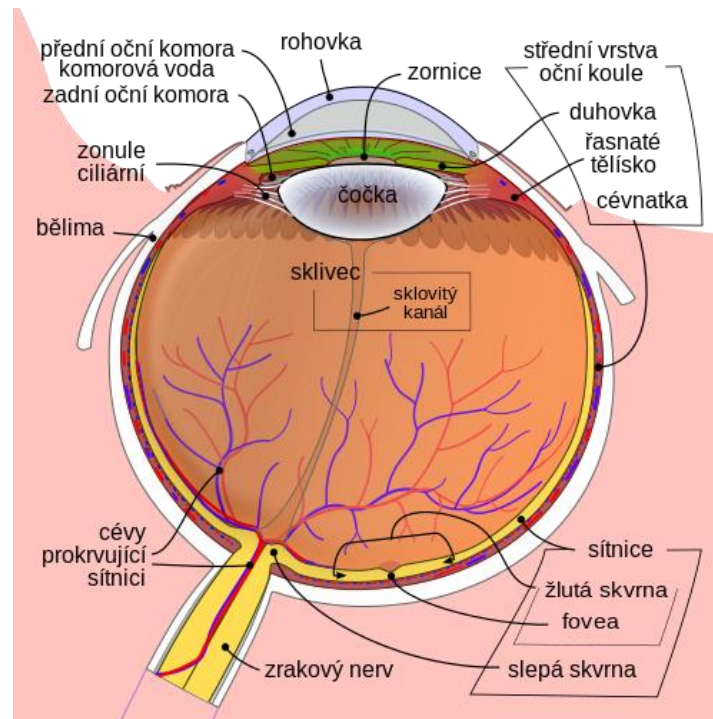
rohovky, nadměrné podráždění navodí křečovitě sevření. [1] Slzná žláza má dvě části, orbitální a palpebrální. Orbitální část je uložena v temporálním horním kvadrantu za okrajem očníce. Za normálních okolností je nepřístupná klinickému vyšetření na rozdíl od víčkové části žlázy, kterou z větší části zkontrolujeme při nadzvednutí temporální poloviny horního víčka a v současném pohledu nazálně dolů. Obě části žlázy zásobuje a. a. n. lacrimalis. Slzná žláza zajišťuje pouze sekreci reflektorickou, tj. jako reakci na různé podněty (dráždění, emoce). Bazální sekreci zajišťují drobné žlázy spojivky. [2] K přídatným orgánům oka se dále řadí okohybné svaly. K okohybným svalům patří čtyři přímé a dva šikmé kosterní svaly. [1, 2]

### 1.3 Stavba sítnice

Mikroskopická stavba sítnice je velmi složitá, neboť ji tvoří jedenáct vrstev. Uvedu proto jen její základní funkční součásti. [1, 2]

Zevní vrstva, která přiléhá k cévnatce, je tvořena jednovrstevným epitelem, jehož buňky jsou „přeplněny“ pigmentem. Tato vrstva spolu s pigmentovou vrstvou cévnatky působí jako světelná izolační vrstva, která pohlcuje dopadající světelné paprsky a zabraňuje jejich odrazu uvnitř oka. Do pigmentové vrstvy jsou zanořeny světločivé výběžky smyslových buněk sítnice. [1, 2]

Vnitřní vrstva sítnice obsahuje vlastní primární smyslové buňky (fotoreceptory) a neurony, které sbírají informace z fotoreceptorů a odvádějí je prostřednictvím zrakového nervu z oka do mozku. Tato vrstva je proto označována jako pars nervosa retinae. Smyslové buňky sítnice tvoří ve svém souboru smyslový epitel oka. Smyslové buňky se v sítnici vyskytují ve dvojí podobě: tyčinky a čípky. Tyčinky registrují množství dopadajícího světla a představují většinu smyslových buněk sítnice, jejich celkový počet je asi 130 milionů. Čípky slouží ke vnímání barev, je jich mnohem méně (asi sedm milionů) a jsou uloženy v macula lutea, zde představují jediný typ smyslových buněk. Jejich vodivé výběžky navazují synapsemi na vrstvu drobných bipolárních neuronů, které ve svém souboru představují ganglion retinae. Na vodivé výběžky bipolárních neuronů navazuje vrstva velkých multipolárních neuronů, které tvoří ganglion nervi optici. [2, 3]



**Obrázek 1:** Schématické zobrazení oka [4]

Sítnice se skládá ze dvou typů fotoreceptorových buněk: tyčinek a čípků. Čípky jsou buňky, které jsou primárně odpovědné za skotopické vidění, jsou hojnější v centrální části sítnice a dosahují své maximální hustoty přibližně 15 až 20 stupňů od fovey, malé prohlubně v sítnici oka, kde je zraková ostrost nejvyšší. V lidské sítnici je přibližně 90 milionů tyčinek. Čípky zajišťují barevné vidění a vysokou prostorovou ostrost a jsou buněčným typem, který je při aktivaci fotopického vidění neaktivnější při vyšších úrovních světla. Lidská sítnice obsahuje přibližně 6 milionů čípků. Je třeba poznamenat, že v místě zrakového nervu, kde chybí fotoreceptorové buňky, je „slepá skvrna“ zorného pole. Při srovnání typů fotoreceptorových buněk mají tyčinky více fotopigmentu a vykazují vysokou amplifikaci, vysoce konvergentní retinální dráhy a vysokou citlivost, zatímco čípky mají rychlejší odezvu s krátkými integračními časy, jsou směrově selektivní a vykazují vysokou ostrost. Čípky obsahují vždy jen jeden typ pigmentu, zatímco jsou uspořádány v chromatické organizaci tří různých pigmentů. Ve fovey toto uspořádání nabývá podoby toho, co se označuje jako „mozaika“ čípků. Molekuly fotopigmentu jsou zabudovány do membrán fotoreceptorů. [5, 6, 7]

## 2 Zrakové funkce

Funkce oka závisí na jeho schopnosti přijímat a zpracovávat energii ze světla v prostředí, vytvářet akční potenciály ve specializovaných nervových buňkách a přenášet tyto potenciály prostřednictvím optického nervu do mozku. Rohovka, duhovka, ciliární tělo a čočka hrají roli při přenosu a zaostřování paprsku na smyslovou složku oka, sítnici. Struktury jako choroidální, komorový a sklovitý humor a slzný systém jsou důležité pro fyziologickou rovnováhu, vhodné udržování tlaku a výživu očních tkání. [5, 3]

### 2.1 Fyziologie zraku

Zraková ostrost závisí na správném lomu nebo ohybu světla procházejícího strukturami různé hustoty, když je světlo přenášeno rohovkou, komorovou vodou, čočkou a sklivcem, než dopadne na sítnici. Čočka je součástí refrakčního systému: jeho tvar je změněn kontrakcí nebo relaxací ciliárního svalu, aby se zaměřil na objekty, které jsou blízko nebo daleko.

Každá část lidského oka je mimořádně specializovaná struktura a důležitý optický nástroj. Čočka zaostřuje paprsky přicházející do oka a na sítnici vzniká miniaturní převrácený obraz, při tom dochází k podráždění husté mozaiky receptorů citlivých na světlo, které převádějí vzorce světelné energie do formy signálů, které náš mozek dokáže „přečíst“. Nervový systém zodpovědný za vidění začíná u sítnice, jedná se v podstatě o vysunuté části mozku, které zahrnují typické mozkové buňky, jakož i specializované detektory citlivosti na světlo, tyčinky a čípky. Čípky fungují za denního světla a zprostředkovávají barevné vidění. Tyčinky fungují při nízkém osvětlení a poskytují vizi pouze odstínů šedé. V lidské sítnici je velmi málo čípků poblíž okraje sítnice, kde není žádné barevné vidění. Oblasti sítnice se směrem od středu liší, a to nejen rozložením tyčinek a čípků, ale i způsobem přenosu informací do mozku. Vlákná optických nervů z vnitřních (nasálních) polovin přecházejí do chiasmu, zatímco vlákna z vnějších polovin nepřecházejí. [9, 3, 7]

Ve skutečnosti vnímáme zkreslené převrácené obrazy a v okolním prostoru vidíme oddělené pevné předměty. Ze vzorců vyplývajících ze simulace sítnice vnímáme svět objektů. Oko je často přirovnáváno k fotoaparátu, který zdaleka není správný. Oči zajišťují, že do mozku vstupují informace převedené do neurální aktivity, která svým kódem a vzory mozkové aktivity představuje objekty. [8]

## 2.2 Popis jednotlivých zrakových funkcí

Zrakový aparát člověka funguje díky vlastnostem, které nazýváme zrakové funkce. Mezi tyto zrakové funkce patří zraková ostrost, barvocit, adaptace na světlo a na tmu, kontrastní citlivost, prostorové vidění, akomodace a konvergence a zorné pole. O kvalitě našeho vidění rozhoduje souhra a fungování těchto funkcí. Tyto funkce lze ovlivnit vnějšími vlivy. [2,1]

Zraková ostrost je základní funkcí oka. Místem vnímání barev a centrálního vidění je centrální krajina, nazývaná macula lutea – žlutá skvrna podle zbarvení pigmentu, který je v této oblasti přítomen. Východiskem pro určení zrakové ostrosti je zjištění rozlišovacího potenciálu oka, tj. schopnosti identifikovat dva prostorově oddělené objekty jako dva. Pro určení zrakové ostrosti se používají optotypy. Základní znak je při normální zrakové ostrosti potřeba vidět ve vzdálenosti 5-6 m, pod zorným úhlem 5 minut, jeho detaily pod zorným úhlem 1 minuty. [1] Zápis, který se pro tuto funkci používá je X/Y, X značí velikost čteného optotypu, a to v cm, Y označuje vzdálenost od oka vyšetřovaného v m. Dále se používá zápis podle desetinného čísla, které získáme převedením výše uvedeného zlomku. Třetí možností zápisu je log Mar stupnice. [2, 1]

Zraková ostrost se testuje na kontrastním optotypu, nejvíce jsou využívány černé znaky na bílém podkladě. Vzdálenost při vyšetřování je 6 metrů. Pro toto měření si můžeme vybrat ze dvou variant pomůcek. Můžeme použít brýlovou skříň se zkušební obrubou, brýlová skříň obsahuje velkou škálu čoček, které budeme předsazovat klientovi do zkušební obruby, a klient se dívá na optotyp. Druhou možností je použití foropteru. Tento přístroj má v sobě zabudovanou otočnou zásobu čoček, které můžeme předsazovat pomocí ovládacího panelu vyšetřovanému, který sleduje optotyp. Pro svá vyšetření jsem zvolila brýlovou skříň a zkušební obrubu. [3, 1]

Barvocit je schopnost rozeznávat barvy, proto má velký význam pro každodenní život. Fyziologickým prostředníkem jsou čípky. Díky citlivosti čípků na určité vlnové délky, je dáván „barevný“ signál do mozku. [2] Barevné vnímání je z fyzikálního hlediska podmíněno vlnovou délkou světla, které tvoří obraz na sítnici. Oblast viditelného záření je v rozsahu 360 nm až 760 nm. Každý barevný vjem je charakterizován barevným tónem, sytostí a jasem. [3, 1]

Prostorové vidění (stereopse) tvoří třetí, nejvyšší fázi binokulárního vidění. Náš mozek se při správném rozvoji zrakových funkcí se naučí rozlišovat hloubku obrazu. Pomocí čehož se lépe orientujeme v prostoru. [2, 3]

### 2.2.1 Schopnost adaptace

Pod pojmem adaptace rozumíme schopnost oka přizpůsobit se na různé hladiny okolního osvětlení. Při přechodu z temna do prudkého světla jsou oči oslněny, ale rychle se přizpůsobují. Vydatně tomu napomáhá rychlá reakce zornic, která svým zúžením podstatně omezí množství světla vstupujícího do oka. [1, 3]

Adaptace je snížená aktivace neuronů při zpracování podnětů v důsledku dlouhodobě neměnné stimulace. [10] Je to zraková funkce, má velkou možnost odchylek, což si kolikrát nejsme schopni ani uvědomit. Přechodem ze světla do tmy nebo ze tmy do světla spouští kaskádu biochemických procesů, jejíž hlavním protagonistou je 11-cis-retinal. Těmito procesy se aktivují tyčinky. Tyčinky jsou receptory, které umožňují skotopické vidění, resp. k aktivaci čípků, umožňují fotopické vidění. [2, 3] Adaptace na tmu je komplikovanější.

Kontrastní citlivost definujeme jako převrácenou hodnotu kontrastního prahu. Kontrastní práh je nejmenší viditelný kontrast, tedy minimální kontrast potřebný k rozlišení dvou různých světelných částí objektu. [2, 3]

Jednotkou kontrastní citlivosti jsou c/st (čáry na stupně). Kontrastní citlivost se zakresluje do grafů a mapuje kontrastní citlivost oka pro různé prostorové frekvence. Kontrastní citlivost se mění s věkem, a to ve všech prostorových frekvencích, největší pokles je ve vyšších věkových skupinách. Rozlišovací schopnost lidského oka nelze posuzovat pouze podle hodnot vizu, určených při vysokém kontrastu (běžné optotypy), neboť tento test nepodává informace o rozlišovacím potenciálu oka při nižších kontrastech, které jsou z praktického hlediska důležité. Pouze vyšetření citlivosti na kontrast může předpovědět, jak bude pacient rozeznávat typické objekty okolního prostředí v běžném životě. [11, 2, 1]

### 2.2.2 Akomodace

Akomodace je fyziologická zraková funkce, schopnost čočky se stáhnout a zaostřit tak na kratší vzdálenost. S přibývajícím věkem čočka tuto schopnost ztrácí a musíme ji kompenzovat korekčními pomůckami. Je to schopnost oka měnit optickou mohutnost svého refrakčního systému. V praxi označujeme tímto pojmem zesílení optické lomivosti tak, aby se všechny objekty ležící mezi dalekým a blízkým bodem zobrazily ostře na sítnici. Změna refrakčního stavu oka je způsobena změnou zakřivení lomivých ploch čočky a dalšími mechanismy. Jedná se o automatický reflex, který je však i ovladatelný vůlí. Vlastní akomodace se skládá z aktivní složky (činnost ciliárního svalu) a složky pasivní (účast čočky,



jejího závěsného aparátu a sklivce). Účinnost akomodace tedy ovlivňují především tyto dva faktory schopnost čočky měnit tvar a síla ciliárního tvaru. [2, 1]

Při pohledu do blízka dochází ke konvergenci, akomodaci a mióze. Jedná se o zvláštní účelovou reakci sloužící k ostrému zobrazení blízkého předmětu na sítnici. Je-li konvergence přítomna při pohledu do dálky, mluvíme o heteroforii nebo heterotropii. [1, 2]

Při pohledu na určitý bod v prostoru (tzv. fixační bod) vnímáme i široký prostor okolo toho bodu, který označujeme jako zorné pole. Je to část prostoru, z něhož do našeho oka přicházejí takové světelné paprsky, které je oko schopné zachytit a zpracovat. Zorné pole je faktorem utvářející náš každodenní život, to, co všechno jsme schopni zrakem zachytit, se nachází v našem zorném poli. Rozlišovací schopnost od centra k periférii klesá, ale periferní vidění (převážně tyčinkové) je vysoce citlivé k vnímání pohybu a je nezbytné pro prostorovou orientaci. Na sítnici směrem od fovey ubývá čípků a přibývá tyčinek. V periférii jsou již jen tyčinky, kterých je v sítnici asi 120 milionů, vyšetření zorného pole nazýváme perimetrií, provádíme je pro každé oko zvlášť. V perimetru se během vyšetření vyšetřovanému v zorném poli rozsvěcuje řada světelných podnětů v různých směrech a vzdálenostech od pohledové osy. Zkoumaný subjekt po rozsvícení daného podnětu dá co nejrychleji vyšetřujícímu vědět, že podnět vnímá. Výsledkem vyšetření na perimetru je mapa zorného pole zobrazující místa, kde klient na podněty nereagoval, nebo reagoval špatně. [1, 3, 10, 12]

### 3 Stres

Stres je jedním z velice často používaných pojmů a je považován za určitý fenomén naší doby. Proto je prospěšné poznat jeho příčiny, průběh i možnosti prevence, případně se seznámit i s výzkumnými trendy v této oblasti. [13, 14]

Stres je možné vnímat pohledem laika či pohledem odborníků z různých oborů. Tyto různé aspekty se sice liší svými definicemi, nicméně sjednocujícím prvkem je ohrožení či narušení integrity živé, příp. i neživé hmoty. [13] Původní význam anglického slova stress je napětí, namáhání, tlak. Stres je soubor regulačních mechanismů nastupujících při ohrožení vnitřní homeostázy organismu. Stresor je z vnějšku působící faktor. Tím může být např. tělesná zátěž, chlad, horko, hlad nebo ohrožení organismu útokem. Živý organismus odpovídá na každý pokus o vychýlení z klidového stavu a změnu vnitřního prostředí reakcí řady systémů. Reakcí se rozumí okamžitá odpověď na zevní podnět, která je vždy stejná a je geneticky zakotvená. Častým opakováním stejného podnětu se však odpověď začíná měnit, její intenzita slábne, protože se organismus přizpůsobuje, vytváří se adaptace. Adaptací se rozumí schopnost živé hmoty přizpůsobit se stejnému nebo podobnému podnětu a zvýšit odolnost proti podnětu intenzivnějším. Celý soubor adaptačních mechanismů se nazývá adaptační syndrom. Stres je mimo jiné nazýván typickým problémem naší doby. Nic nenasvědčuje tomu, že by v budoucnu vymizel. Spíše naopak-vyšší šance přinášejí vyšší nároky, rubem vyšších nároků je větší stres. Stres vyvolávání, jak náročné a využívané šance, tak (alespoň u většiny lidí) stav, kdy šance využívány nejsou – „všichni chytají příležitost za pačesy, jen já stagnuji“. Aby bylo vše ještě složitější, nositelem daného přístupu nemusí být zdaleka jen jedinec sám, ale i jeho okolí, zvláště pak pro něho významní blízcí lidé. [14, 13]



**Obrázek 2:** Schématické zobrazení stresu [15]

### 3.1 Zátěž, stres

I když sám termín stres a jeho vztah k pojmu zátěž není vymezován všemi badateli shodně, zpravidla se stres spojuje se situacemi obtížnými, ohrožujícími, významně narušujícími rovnováhu organismu a vyvolávajícími závažné změny v hormonálním, oběhovém i imunitním systému. Stresové situace jsou ty, v nichž dochází k výraznějšímu rozporu mezi expozičními a dispozičními faktory. Stres může v podstatě nastat buď: protože jsou působící podněty extrémně silné, případně obtěžující podněty překračují. [14, 16]

Únosnou mezí se myslí nakumulování řady různých nepříjemností nebo dobou svého působení, přitom tyto podněty působí buď reálně, nebo je jako obtěžující a nebezpečné hodnotí v rozporu se skutečností. Opakem jsou nároky dlouhodobě minimální, či se jen velmi málo mění, a jeho pracovní kapacitu nevyužívá a neposkytuje potřebnou kvantitu nebo kvalitu stimulace. [14, 16]

Člověk se s podněty zátěžové situace buď vyrovná, adaptuje se na ně, zvládne je běžnými adaptačními mechanismy, nebo proběhne stresová reakce v rovině biologické, psychologické či behaviorální. Ze skutečnosti, že zátěž je permanentním průvodním jevem lidského života, pak vyplývá životní důležitost efektivní adaptace, bez níž by život nebyl vůbec možný. Není proto divu, že vědecké studium adaptace na lidské životní podmínky představuje výzvu pro badatele různého vědeckého zaměření. Zátěž obecně je možno ještě dále diferencovat podle různých hledisek. Například podle délky působení (krátkodobou, dlouhodobou), podle emoční odezvy na příjemnou i nepříjemnou, podle intenzity či podnětů, na zátěž minimální, lehkou (mírnou), střední a těžkou (intenzivní, silnou). [16, 14]

### 3.2 Stresový syndrom

Stresový syndrom – stresová reakce je fylogeneticky zakódovaná neurohumorální a metabolicko-funkční příprava organismu na boj nebo útek. Jedná se o výraznější odchylku od normálu, při které dochází k narušení integrity organismu. Mobilizují se silnější obranné nebo kompenzační mechanismy než při poruchách homeostázy. [14, 16]

*Rozlišujeme akutní a chronický stresový syndrom:*

Akutní stres – ten může trvat minuty, hodiny. Organismus mobilizuje energetické rezervy pro bezprostřední situaci „přežití“. Chronický stres – trvající týdny, měsíce, roky. Jsou aktivovány dlouhodobější nervové, hormonální a imunologické mechanismy. Chronický stres vede k potlačení růstu a sexuálních funkcí. [14, 16]

Stresory jsou faktory, které vyvolávají stres a které vedou ke zvýšení adrenokortikotropního hormonu, ACTH. Intenzita stresoru má velkou variační šíři. Významnou roli hraje nejen samotná intenzita, ale také míra akceptace stresoru. [14, 16, 17]

### 3.3 Reakce na stresor

Reakce na stresor a schopnost vnímání a zvládnání stresu je ryze individuální. Jedinci, kteří se stresu vyhýbají, jsou označováni jako vyhýbači a ti, kteří ho bytostně vyhledávají, jako konfrontéři. [14, 16]

Lidské stresory mohou být rozděleny na stresory:

- **Fyzikální** – teplo, chlad, tlak, vibrace, záření
- **Chemické** – jedy, alkohol, otravy, infekce
- **Biologické** – hlad, žízeň a patologické stavy jako operační, popáleninový, hemoragický stres
- **Psychosociální** – úzkost, strach ze zkoušky, vystoupení, ze sexuální nedostatečnosti, inkontinence, z hospitalizace... [14, 16]

Experimentální stresové situace u lidí – mezi použité experimentální stresory u člověka patří např. izolace v jeskyních (tma, ztráta kontaktu), spánková deprivace, fyzická zátěž, simulace zkoušky, úlekové reakce, simulace stresujícího závažného rozhodnutí, hospitalizační deprivace). Využívá se i sledovacích změn při reálných situacích. [14, 16]

V literatuře je uváděno, že léčba deprese je často účinná a má málo vedlejších účinků, proto by měli oftalmologové zvážit doporučení pro léčbu deprese u pacientů trpících poruchou zraku. [8] Z tohoto důvodu by měla být rehabilitace zraku dostupnější a doporučena. Otázkou je, jak to vidíme? Lze analyzovat z mnoha hledisek a z mnoha filosofii. Když má mozek poněkud málo práce, s ohledem na klasický účel, vnímání je pasivní sběr informací ze světa. Dalším opačným názorem je, že mozek nebo mysl jsou vysoce aktivní a vytvářejí vnímání stěží adekvátních informací získaných ze smyslů. Proč a jak zažíváme barvy, tvary, zvuky a bolesti? Co a proč je vědomí? Před třiceti, dokonce padesáti lety, byly tyto otázky obecně považovány za otázky mimo vědu. Poruchy zraku jsou opět závažným problémem veřejného zdraví, protože způsobují postižení, utrpení a ztrátu produktivity. Již dlouho se uznává, že ztráta zraku může vyvolat různé stupně psychického utrpení, nepochybně větší než strach vyplývající z jiných forem smyslového postižení [8, 9, 3]

### 3.4 Odpařovací noční stres

Jednoduchým testem lze rychle diagnostikovat odpařovací napětí. Odpařovací noční stres může zvýšit příznaky onemocnění suchých očí a špatné uzavření víčka mohou u pacientů po probuzení zvýšit symptomy suchého oka, ale metoda kvalitativního vyhodnocení úplnost uzavření víčka během spánku a jednoduché způsoby léčby problému mohou zmírnit příznaky. Produkce slz v noci klesá během spánku, když jsou oči zavřené. Rychlost produkce slz chrání rohovku a oční víčka poskytující mechanickou ochranu, ale během spánku slzná žláza produkuje pouze asi třetinu denního výstupu slz. Oko ztrácí fyziologické rezervy, vypořádá se s tímto odpařovacím stresem s věkem. Více času při pohledu na obrazovky, některé léky a opotřebením kontaktních čoček může urychlit nemožnost oka kompenzovat probíhající noční expozici. V rané dospělosti, mohou pak začít příznaky raného podráždění. [16, 17]

Vysoušecí stres (sušící stres), který se děje každou noc, vytváří zánět, což je hlavní mechanismus onemocnění suchého oka a dysfunkce meibomické žlázy. Jakmile selžou kompenzační a imunoregulační mechanismy, zánětová zátěž se zvyšuje. Věk zhoršuje odpařovací stres. Stárnutím, může více trpět funkce meibomické žlázy. Noční expozice vytváří zánět, který může vyvolávat další dysfunkci meibomické žlázy. Test vyšetření víčka Korb-Blackie může rychle zjistit, zda má pacient špatný výkon víčka, což vede k nočnímu vysoušení stresu během spánku. Test je jednoduchý a účinný. V temné místnosti je pacient požádán, aby zavřel oči a uvolnil obličej, jako by usnul. Svalové světlo z vyšetřovacího stojanu je umístěno proti uzavřenému hornímu víčku na špičkovém vrcholu tarsální destičky každého oka. Pokud je pozorováno prosakování nebo únik světla mezi horním a dolním víčkem, pacient má pravděpodobně noční nedostatečné utěsnění víčka. Ve studii z roku 2015 měli pacienti s pozitivním skóre vyhodnocení světelného úniku signifikantně vyšší výskyt symptomů suchého oka při probuzení ve srovnání s pacienty se záporným skóre hodnocení víčka (P menší než 0001). Mezi nedostatečnou fyzickou ochranou před víčkem a narušeným kompenzačním mechanismem z celé slzné jednotky je to perfektní bouře pro noční expozici, která přispívá k zánětu a suchému očnímu onemocnění. Je to začarovaný kruh. Diagnostický test, je snadný a rychlý na dokončení a léčba může být stejně jednoduchá. Mnoho oftalmologů doporučuje masti v noci, ale mohou dále vysušovat a dráždit oko. Odpařovací noční stres může zvýšit příznaky onemocnění suchých očí. [14, 16, 17]

Další možností je speciálně navržená klenutá silikonová noční maska (EyeEco), která vytváří kolem očí vlhkost, kde víčka neposkytují ochranu rohovky proti vlhkosti. Je potřeba

se zabývat rizikovým faktorem, problémem, který vyvolal sušení, které způsobilo zánět. Dále je potřeba vyřešit zánět. [17, 16]

### 3.5 Oční reakce a vizuální výkon po stresovém zrychlení

Předmětem této studie je vystavení člověka akutnímu akceleračnímu stresu při každodenních činnostech v reálném životě (např. provoz, sport, náhodné události) a jeho účinky na vizuální funkce. Když lidé podstoupí mimořádnou událost při vysokém akceleračním stresu, hraje klíčovou roli v prevenci další katastrofy vidění, protože doba odezvy je relativně krátká. [18, 19, 20]

Se zvyšováním událostí souvisejících s akcelerací může porozumění vizuálnímu výkonu a oční reakci zvýšit bezpečnost a přežití jednotlivců, kteří v reálném životě podstoupí vznikající akcelerační událost. Přestože byl účinek akcelerační síly na oční odezvy a vizuální výkon již dříve studován, je stále zapotřebí více výzkumných prací. Zejména minulé studie uvádějí, že vysoká gravitační expozice může vést ke zhoršení zraku, jako je šedý odstín, výpadek proudu a ztráta periferního vidění. [21, 22]

Předchozí výsledky jsou však obvykle založeny na subjektivních popisech a nejsou kvalitativní vzhledem k obtížím při navrhování experimentů. V minulých výzkumech bylo pozorováno, že u subjektů se vyvinula perzistentní reakce na oční strukturu a zhoršení citlivosti na kontrast při nízké a střední prostorové frekvence 30 minut po odstředování (9G). Množství kontrastní citlivosti (CS) se však mění prostorové frekvence a bezprostředně po odstředění zůstaly neznámé. Gravitační expozice vyvolaná odstředěním navíc zcela neodhalila skutečný stav vznikající událostí zrychlení v reálném životě z důvodu jeho postupného nástupu a dlouhého trvání. Krize při vysokém gravitačním stresu, které se vyskytly jednotlivcům v každodenní činnosti, jsou obvykle náhlé a přechodné, jako je sport, obchod a náhodné události. Gravitační napětí vyvolané v lidské odstředivosti při síle 9 G je však na počátku (65 sekund) pozvolné. Kromě toho přetrvávání v trvání není přechodné, ale dlouhé (15 sekund). Dále jsou osoby vystavené odstředivému gravitačnímu stresu, jako je okysličení nebo anti-G. [23, 24]

Nicméně jednotlivci obvykle nejsou ve skutečném životě vybaveni přípravou anti-G síly. Proto je nutné vyvinout jiný model, který bude stimulovat skutečnou událost zrychleného zrychlení a dále objasnit oční reakce a vizuální výkon u jedince podstupujícího gravitační

stres. Díky technologickým pokrokům byl vyvinut trenažér pro lidské vyhazování sedadel, který simuluje náhlý a přechodný akcelerační stres. [24, 23]

Trenažér je navržen tak, aby zlepšoval zkušenost pilota s učením během únikového vyhazování v případě nouze gravitační expozice. Požadovaná akcelerační síla doporučená pro optimální trénink může být přesně nastavena podle váhy účastníka. [24, 25]

### 3.6 Syndrom suchého oka

Suché oko, stav související s věkem, je multifaktoriální onemocnění slz a očního povrchu, které má za následek symptomy nepohodlí, poruchy zraku a nestability slzného filmu. Faktory životního prostředí jsou také často zapojeny do suchého oka, včetně expozice znečišťujícími látkami, ultrafialovému (UV) záření a ozonu, jakož i chronickému používání konzervovaných očních kapek, jako je např. léčba glaukomu. Tyto faktory zvyšují oxidační stres a zánět povrchu oka. Zde jsme zhodnotili buněčné, zvířecí a klinické studie, které poukazují na roli oxidačního stresu při onemocnění suchého oka. Bio-markery používané k označení oxidačního poškození v povrchových tkání oka zahrnují 8-hydroxy-2-deoxyguanosin (8-OHdG), 4-hydroxynonenal (HNE) a malondialdehyd (MDA). Antioxidační obrana v očním povrchu se vyskytuje ve formě slzných proteinů, jako jsou např. laktoferriny a proteiny S100A a enzymů jako jsou Superoxydismutáza (SOD), peroxidáza, kataláza a mitochondriální oxidační enzymy. Nerovnováha mezi hladinou reaktivních druhů kyslíku (ROS) a působením ochranných enzymů povede k oxidačnímu poškození a případně k hoření. Malý počet intervenčních studií naznačuje, že oxidační stres může být přímo zaměřen v topické terapii léčby suchým okem. Např. studie in vitro naznačují, že L-karnitin a pterostilben, borůvková složka může snižovat oxidační stres a ve studiích na zvířatech může být užitečná kyselina alfa-lipoová (ALP) a selenoprotein -P. Příklady ošetření používaných v klinických studiích zahrnují oční kapky vitamínu B12 a ionofóru jodidu. S nedávným důrazem na stárnoucí medicínu a preventivní holistické zdraví, jakož i na roli vědy o životním prostředí, bude mít výzkum oxidačního stresu v očním povrchu v nadcházejících letech pravděpodobně rostoucí dopad. Suché oko je multifaktoriální onemocnění slz a očního povrchu, které má za následek symptomy nepohodlí, poruchy zraku a nestability slzného filmu s možným poškozením slz. Oční povrch je doprovázen zvýšenou osmolaritou slzného filmu a zánětem očního povrchu. [26, 25]

### 3.7 Stres a vizuální funkce v infantilním syndromu

Infantilní nystagmusový syndrom (INS) je nedobrovolná oscilace očí, o které bylo hlášeno, že zhoršuje vidění a zhoršuje se při stresu. Toto šetření se zaměřilo na měření vizuální funkce z hlediska zrakové ostrosti a doby odezvy, když jsou subjekty INS vystaveny stresu. Nástup INS je hned při narození nebo v prvních několika postnatálních týdnech. Je celoživotní a v současné době nevyléčitelný. Ve většině případů je ISN spojeno s vrozenou bilaterální aferentní senzorkou vadou. Přibližně 20 % však není nalezena žádná vada, 1 a nystagmus je popsán jako idiopatický (INS). Nystagmus sám o sobě způsobuje skluzy sítnice, u které by se dalo očekávat, že omezí vidění. U subjektů s INS se však zraková ostrost pohybuje od normálních hodnot (0,3 LogMAR) po těžce narušené (1,2 LogMAR). U dospělých je intenzita nystagmu charakteristicky závislá na poloze oka v hlavě s oblastí minimální průměrné rychlosti, která se nazývá „nulová zóna“. Předchozí studie použily kritéria polohy pro foveaci, která se liší od 0,58 do 68,5,8,9 s prahovými hodnotami rychlosti pohybujícími se od 1,678/s do 108/s 5,10,11. Mnoho studií používá akceptovanou foveaci kritérium s polohou očí mezi 628 terče 12 a rychlostí 48/s 5,8,12,13. Nystagmus a vizuální výkon jsou citlivé na psychologické faktory, a mnoho lidí s touto podmínkou anekdoticky hlásí snížené vidění pod náročnými a /nebo stresové podmínky. Předchozí experimentální studie uvádějí, že intenzita nystagmu se zvyšuje se zvýšenou snahou „vidět“ nebo pokus o fixaci, 14-16 nebo klesá s relaxací. [27, 28, 29]

### 3.8 Cévní stres

Cévní stres přispívá ke ztrátě zraku související s věkem. Podle nedávného publikovaného článku Experimentální biologie a medicína stres zhoršuje ztrátu zraku související s věkem. Studie vedené Dr. Rajashekharom Gangarajuem na Oddělení oftalmologie a Oddělení anatomie a neurobiologie na Centru zdravotnictví University of Tennessee v Memphisu, ukazuje, že chronická aktivace endoteliálních buněk, které lemují povrch krevních cév, podporuje věkově závislé ztráty zrakové ostrosti u zvířecího modelu. Během stárnutí přestávají některé buňky růst a fungovat. Tyto „senescentní“ buňky mohou mít také vedlejší účinky na jiné buňky a bránit jim ve výkonu jejich funkcí. Aktivace endoteliálních buněk vede k závažné zánětlivé reakci, která zahrnuje uvolnění prozánětlivého cytokinu TNF-alfa. Skupina Dr Gangarajua již dříve ukázala, že TNF vede k předčasnému stárnutí v endoteliálních buňkách. [30, 29]



## 4 Experimentální část

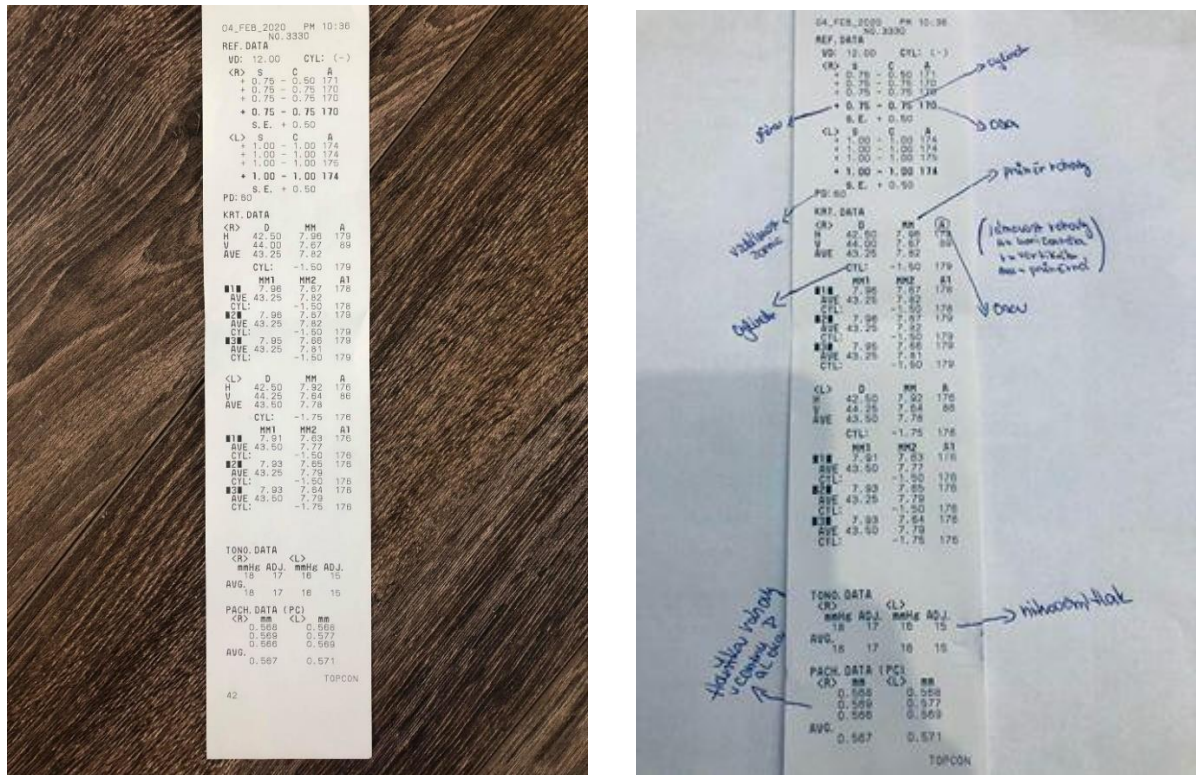
V praktické části své bakalářské práce jsem se věnovala měření zraku osob při stresové zátěži a porovnáváním zrakových funkcí v bezstresovém stavu a při stresu.

### 4.1 Metodika měření

Měření probíhalo ve dvou fázích. V první fázi měření jsem změřila vybrané pokusné osoby v době jejich naprosté duševní pohody, bez časové tísně. Druhá fáze měření spočívala v tom, že jsem po uplynutí několika týdnů změřila stejnou skupinu lidí ve stavu stresu. I přesto, že na spoustě z nich to bylo viditelné, jsem se dotazovala, zda se cítí ve stresu. Nejvíce z nich mělo stres týkajícího se zkoušek, které je čekaly nebo osobních problému např. rozchod s partnerem anebo se obávali již se rozvíjející nepříznivé situaci v ČR. Výsledky obou měření jsem následně porovнала. Téměř všechna měření byla prováděna na fakultě FBMI ČVUT v Kladně. První fáze měření probíhala již koncem měsíce března, bohužel kvůli situaci, která v České republice nastala, jsem mohla použít do své práce pouze 20 ze 45 naměřených osob, ostatní nebylo možné změřit podruhé, tedy ve druhé fázi.

U každého měření jsem nejprve provedla objektivní měření na autorefraktometru, kde jsem se zaměřila u každého klienta na hodnoty objektivní refrakce a také nitrooční tlak a následně jsem provedla subjektivní měření. Zjišťovala jsem blízký bod akomodační šíře, schopnost zaostření na Jaeger 1 na předem definovaný text při vlastní korekci.

Snažila jsem se vybrat nejdůležitější měření, kde by se rozdíl mohl projevit, také jsem se snažila dodržovat veškeré zásady, jak by se mělo u měření postupovat. Nejdříve jsem začínala u každého klienta měřením na autorefraktometru, kde jsem se soustředila především na hodnoty objektivní refrakce, klienta jsem poprosila, aby se posadil za přístroj, vydezinfikovala jsem před každým klientem přístroj především v místech, kde je potřeba, aby se klient opřel, a poté jsem jej poprosila, aby se opřel čelem a bradou o přístroj, pokud bylo potřeba, upravila jsem přístroj podle výšky klienta. Poprosila jsem každého klienta, ať se soustředí na obrázek a prováděla jsem vyšetření. Na tomto přístroje mě ještě zajímala hodnota nitroočního tlaku, takže jsem klienta upozornila, že během vyšetření ucítí fouknutí do oka, které může působit lehce nepříjemně. Fouknutí vzduchu oploští rohovku, přitom platí, že čím je nitrooční tlak vyšší, tím hůř lze rohovku oploštit.



Obrázek 3: schématické zobrazení výsledků z autorefraktometru [32]

Měření jsem v první fázi prováděla celkem na 45 dospělých osobách, bohužel jsem pro druhou fázi mohla využít hodnoty pouze 20 z nich. Každý člověk byl před započítáním měření dotázán na svůj psychický stav, zda se cítí stresován či ne, opravdu tedy záleželo na vlastním posouzení dané osoby. Každého člověka jsem se ptala, jak aktuálně se cítí na stresové stupnici od 0 do 10, 0 je v naprosté klidové pohodě a 10 je největší stres. Říkala jsem jim také, ať situaci porovná s největším stresem, který zažili. Dále jsem se dotazovala, co je v současné době stresuje nejvíce, nejčastěji se odpovědi týkaly zkoušek, které dotyčné čekaly, nebo osobní problémy, jako například rozchod s partnerem nebo současná situace v České republice. Pokud byla subjektem udávána hodnota do 5, snažila jsem se je stresovat uměle, např. časovou tísň, zvoněním mobilního telefonu apod. tuto variantu jsem musela absolvovat pouze u tří osob. Za konzultace ohledně stresu a jeho vyvolání děkuji MUDr. Tereze Urzové a Mgr. Kláře Kárníkové.

## 4.2 Výsledky měření

Měření probíhalo ve dvou fázích. V první fázi měření jsem změřila vybrané pokusné osoby v době jejich naprosté duševní pohody, bez časové tísně. Druhá fáze měření spočívala v tom, že jsem po uplynutí několika týdnů změřila stejnou skupinu lidí ve stavu stresu. I přesto,

že na mnoha z nich to bylo viditelné, jsem se dotazovala, zda se cítí ve stresu. Nejvíce z nich pociťovalo stres týkající se zkoušek, které je čekaly nebo osobních problémů např. rozchod s partnerem anebo se obávali již se rozvíjející nepříznivé situací v ČR. Výsledky měření jsem shrnula do tabulek zařazených v následujících podkapitolách.

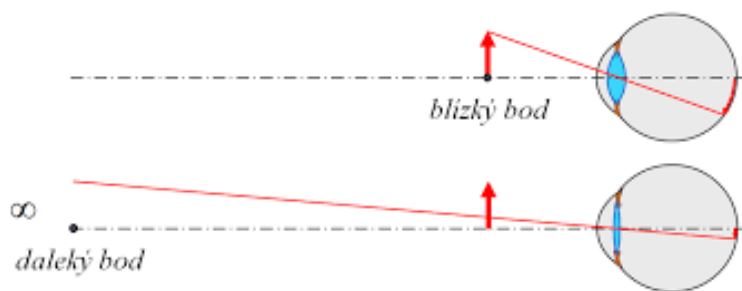
#### 4.2.1 Blízký bod akomodační šíře

Akomodační šíře (AŠ) vyjadřuje rozdíl vzdáleností mezi blízkým a vzdáleným bodem v dioptriích.

**Blízký bod** = bod ve vzdálenosti od oka, v níž je vidění ostré při maximální akomodaci. Vlivem věku se blízký bod od oka vzdaluje. Je to způsobeno tuhnutím čočky (presbyopie = vetchozrakost).

**Vzdálený bod** = bod ve vzdálenosti od oka, která je u osob s normálním zrakem v nekonečnu (bez akomodace).

Blízký bod je určen nejmenší vzdáleností předmětu od oka, který je vidět ostře při maximální akomodaci. Jeho hodnota je závislá na akomodační schopnosti čočky. S přibývajícím věkem čočka postupně ztrácí svou elasticitu a nemůže již tolik měnit při akomodaci své zakřivení a vzdálenost blízkého bodu od oka se zvětšuje. [33]



Obrázek 4. Schématické zobrazení blízkého a dalekého bodu [34]

V tabulce 1 jsou zaznamenány naměřené hodnoty, v levém sloupci jsou hodnoty z první (bezstresové) fáze, v pravém sloupci hodnoty měřené při stresové zátěži.

**Tabulka 1: Blízký bod**

Osoba	Pravé oko		Levé oko		Bino	
1.	11,0	10,9	11,5	11,6	10,5	10,0
2.	11,5	11,0	12,0	12,5	10,0	10,3
3.	9,5	10,5	12,0	12,0	11,5	11,0
4.	10,0	10,0	9,5	9,7	10,5	10,0
5.	10,0	10,0	12,0	12,0	11,0	11,0
6.	8,0	8,5	8,5	8,8	7,5	7,6
7.	11,5	11,0	11,5	11,3	10,5	10,5
8.	12,5	12,3	12,2	12,5	11,5	12,0
9.	10,0	10,3	9,0	9,3	8,5	8,9
10.	17,5	16,0	20,0	21,0	13,5	13,5
11.	9,5	9,3	9,5	9,8	10,0	10,5
12.	8,0	8,2	8,5	8,7	8,5	8,6
13.	11,5	11,2	12,0	12,0	11,0	11,5
14.	11,0	11,5	12,0	12,3	12,0	12,3
15.	8,0	8,3	8,0	9,0	8,5	8,9
16.	11,5	11,6	11,5	12,0	12,0	12,3
17.	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,5
18.	7,5	8,0	11,5	11,0	10,5	10,5
19.	8,0	8,5	8,0	8,5	8,0	8,3
20.	10,5	11,0	7,5	8,0	7,5	7,0

Z této tabulky naměřených hodnot je vidět, že u jednotlivých osob jsou rozdíly statisticky nevýznamné. Nejvyšší zjištěné rozdíly byly 7 %, a to zvýšení i snížení naměřené hodnoty.

#### 4.2.2 Nitrooční tlak

Pro nitrooční tlak je při každém měření získána pro danou osobu trojice hodnot, jak je vidět z následující tabulky. Tyto hodnoty získané v první a druhé fázi měření jsem porovnávala.

Nitrooční tlak je zkráceně tlak uvnitř oka. Normální hodnota nitroočního tlaku se pohybuje v rozmezí 1,3 až 2,9 kPa, což znamená 10 až 20 mm Hg. Tlak uvnitř oka je u zdravého člověka poměrně stabilní, změní se jen o několik málo bodů během dne. Tlak je ovlivněn tedy i původem jiný najdeme u černocho a jiný u bělocha. Zvýšený nebo naopak snížený tlak může signalizovat nějaký závažnější onemocnění a dá se měřit pomocí přístrojů. Nitrooční tlak lékař změří při podezření na nějakou oční vadu, zvýšení nebo snížení může zjistit už při pohmatu, dnes se ale především v očních ordinacích a na klinikách používá speciální

oftalmologický manometr, který s velkou přesností změří hodnotu tlaku. Zvýšená hodnota nitroočního tlaku může signalizovat začínající nebo pokročilý glaukom (zelený zákal). Naopak snížená hodnota potom např. diabetické koma nebo nějakou formu zánětu. Jsou také autorefraktometry, které mají také funkci měření nitroočního tlaku. Postup je tedy opět stejný, jako při měření objektivní refrakce. Klienta poprosíme, aby se posadil za přístroj, otřeme dezinfekcí místa, kterými se klient přístroje dotýká, tedy u čela a brady. Poprosíme jej, aby se opřel čelem a bradou a aby chvíli vydržel nemrkat. Upozorníme klienta, že během vyšetření ucítí fouknutí do oka, které může působit lehce nepříjemně. Fouknutí vzduchu oploští rohovku, přitom platí, že čím je nitrooční tlak vyšší, tím hůř lze rohovku oploštit. [35]

**Tabulka 2: Nitrooční tlak**

Osoba	První fáze měření			Druhá fáze měření		
1.	21	20	21	21	22	21
2.	18	17	16	15	16	18
3.	20	20	21	20	21	20
4.	21	22	22	21	22	22
5.	20	21	23	24	21	21
6.	24	23	24	23	23	24
7.	21	20	21	20	21	21
8.	21	20	24	23	20	22
9.	22	21	22	23	22	22
10.	18	17	18	18	19	18
11.	18	16	18	21	19	18
12.	19	20	22	20	21	21
13.	19	17	19	19	18	19
14.	21	20	20	21	21	20
15.	17	19	19	20	19	17
16.	20	20	21	21	21	20
17.	22	24	24	23	24	24
18.	18	16	17	17	18	16
19.	20	21	20	21	21	21
20.	20	22	22	20	22	21

Z této tabulky hodnot opět vyplývá, že rozdíly mezi hodnotami jsou nevýznamné. Je vidět, že rozdíly mezi hodnotami získanými v rámci jedné fáze měření mohou vykazovat dokonce vyšší odchylky než při porovnání první a druhé fáze.

### 4.2.3 Měření objektivní refrakce

Měření objektivní refrakce se provádí na autorefraktometru. Vyšetřované osobě jsou stanoveny přibližné parametry oka. Autorefraktometr je moderní přístroj pro snadné a rychlé měření parametrů oka. Tento přístroj ihned zjistí dotyčného dioptrie, zakřivení rohovky, cylindr či osu oka. To vše v přesných hodnotách až na desetinné místo. Autorefraktometr promítá obraz na sítnici a tím zjistí vše potřebné ke správné korekci zraku – objektivní refrakce. Vyšetřování tímto přístrojem není bolestivé. Klient se pohodlně posadí a opře si hlavu o opěrku na čelo a bradu. Tím je držení hlavy velmi snadné a stabilní. Poté stačí jen zaměřit zrak na obrázek uprostřed okuláru. Po cca 30 sekundách je vše zhodnoceno a z autorefraktometru vyjedou výsledky. I proto je tento přístroj stále ve více ordinacích. Po provedení objektivní refrakce, z které jsou stanoveny pouze přibližné parametry oka, se provádí subjektivní refrakce. Dioptrická hodnota je měřená očním specialistou, který určí parametry očí pomocí optotypu a zkušebních obrub. Může se lišit od parametrů naměřených přístrojem. [36]



Obrázek 5. Autorefraktometr [37]

První fáze měření, která probíhala ve stavu naprosté duševní pohody, bez časové tísně, proběhla celkem u 45 osob. Vzhledem k vyhlášení nouzového stavu v souvislosti s koronavirem, mohlo měření ve druhé fázi proběhnout pouze u necelé poloviny z nich (pouze u 20 osob). Druhá fáze měření spočívala v tom, že jsem po uplynutí několika týdnů změřila stejnou skupinu lidí ve stavu stresu. V tabulce 3 jsou zaznamenány pouze hodnoty pro ty probandy, u nichž proběhly obě fáze měření.

Tabulka 3: Objektivní refrakce

Osoba	OR I. fáze	OR II. fáze
1.	-0,50 -0,25 -0,50 40°	-0,25 -0,25 -0,50 40°
2.	-0,25 +0,25	-0,50 +0,25
3.	+0,75 -0,50 172° +1,00 -1,25 171°	+0,75 -0,25 180° +1,25 -1,25 170°
4.	-1,75 -0,75 121° -2,25 -0,50 68°	-1,75 -0,50 115° -2,25 -0,50 68°
5.	-3,00 -0,25 171° -2,50 -0,25 103°	-2,50 -0,50 165° -2,50 -0,50 105°
6.	-4,25 -1,00 5° -4,75 -1,00 6°	-4,25 -1,00 5° -4,75 -1,00 6°
7.	-0,50 -0,50 -0,25 92°	-0,25 -0,25 -0,50 92°
8.	-2,25 -0,75 172° -1,50 -1,25 1°	-2,00 -0,50 175° -1,50 -1,25 1°
9.	-0,75 -0,75 -0,50 47°	-0,50 -0,75 -0,50 47°
10.	+0,75 -0,75 170° +1,00 -1,00 174°	+0,75 -0,75 170° +1,00 -1,00 174°
11.	-3,50 -3,25	-3,25 -3,0
12.	-0,50 +0,50	-0,50 +0,50
13.	-0,25 180° 180°	-0,25 180° 180°
14.	+0,25 -0,25	+0,75 -0,50
15.	-2,00 -1,25	-2,00 -1,25
16.	-3,75 -1,75 167° -3,75 -1,75 6°	-3,75 -1,75 167° -3,75 -1,75 6°
17.	-0,25 -0,25 80° -0,25 -0,25 40°	-0,50 -0,25 85° -0,50 -0,25 42°
18.	-0,50 -0,75 86° -0,50 -0,50 91°	-0,50 -0,50 86° -0,25 -0,50 91°
19.	-0,75 -0,75	-0,75 -0,75
20.	-0,25 -0,75 90° -0,50 -0,50 90°	-0,25 -0,75 90° -0,50 -0,50 90°

#### 4.2.4 Měření subjektivní refrakce

Na základě objektivního měření následuje subjektivní stanovení refrakční vady oka. Refrakční vady lze určit i bez předchozí objektivní zkoušky, tím se ovšem celý proces měření prodlouží.

Pacient čte nahlas optotyp na dálku bez korekce v daném sledu postupu. Optometrista si zaznamená, zda pacient správně určí znaky či písmena, které jsou uvedeny na daném optotypu tzv. naturální visus. Je tedy nutná vzájemná spolupráce. Nejprve se pacientovi nasadí zkušební obruba, kde důležitý aspekt tvoří správné nasazení na obličej vyšetřovaného. Je nutné nastavit pupilární distance, upravit opěrku nosníku, délku stranice, vzdálenost od vrcholu rohovky a inklinaci brýlového středu. Jakmile je vše správně nastaveno, začíná se s monokulární částí korekce. Příslušná korekce je vkládána do zkušební obruby před jedno oko, zpravidla se začíná vyšetřovat pravé oko, zatímco před druhým okem je okluzní clona, která zabraňuje vjemu pro nevyšetřované oko. Poté následuje stejný vyšetřovací postup pro levé oko. Po stanovení monokulární korekce se přechází k vyšetření binokulárního vidění, kde je nutné zajistit vyváženost výsledné refrakce.

Další možností měření subjektivní refrakce je pomocí foropteru. Jde o mechanický nebo digitální přístroj, který je součástí vyšetřovací jednotky. Foropter se předsune před obličej vyšetřovaného a ten se dívá před sebe. Postup při stanovení subjektivní refrakce je takový, že nejdříve je vhodné stanovit sférickou složku korekce a dále zjistit přítomnost astigmatismu. Pokud je přítomen astigmatismus, nejdříve se stanoví osa cylindru a dále optická mohutnost cylindru. Toto vyšetření se provádí pomocí Jacksonova zkříženého cylindru. Další možné vyšetření astigmatismu lze provést pomocí zamlžovací metody. [38]

Výsledky měření subjektivní refrakce jsou přehledně shrnuty v tabulce 4, v levém sloupci jsou hodnoty získané v první fázi měření, v pravém sloupci hodnoty z druhé – stresové fáze. Je vidět, že přestože hodnoty nejsou zcela totožné, není možné potvrdit vliv stresu na jejich zhoršení. V některých případech, např. osoby 1, 7 a 11 jsou dokonce naměřené hodnoty ve druhé fázi nepatrně nižší. U žádné měřené osoby nedošlo ke změně větší než 0,25 dpt, což znamená, že odchylky jsou nevýznamné a mohou být způsobeny jinými vlivy.



Tabulka 4: Subjektivní refrakce

Osoba	SR I. fáze	SR II. fáze
1.	-0,75 -0,50 -0,50 38°	-0,50 -0,25 -0,50 40°
2.	-0,25 +0,25	-0,50 +0,25
3.	+0,50 -0,25 170° +0,75 -1,00 170°	+0,50 -0,25 180° +0,75 -1,00 170°
4.	-1,50 -0,50 119° -2,00 -0,50 65°	-1,50 -0,25 120° -2,25 -0,50 67°
5.	-3,25 -0,25 171° -2,50 -0,25 103°	-3,50 -0,50 168° -2,50 -0,50 105°
6.	-4,00 -1,50 7° -4,50 -1,00 6°	-4,25 -1,00 6° -4,75 -1,00 6°
7.	-0,50 -0,50 -0,25 90°	-0,25 -0,25 -0,50 90°
8.	-2,00 -0,75 172° -1,25 -1,00 1°	-2,00 -0,50 175° -1,50 -1,00 1°
9.	-0,50 -0,50 -0,50 48°	-0,50 -0,75 -0,50 47°
10.	+0,75 -0,75 170° +1,00 -1,00 174°	+0,75 -0,75 170° +1,00 -1,00 174°
11.	-3,50 -3,25	-3,25 -3,0
12.	-0,25 +0,50	-0,25 +0,50
13.	-0,25 180° 180°	-0,25 180° 180°
14.	+0,25 -0,25	+0,75 -0,50
15.	-2,25 -1,25	-2,00 -1,25
16.	-3,50 -1,75 170° -3,50 -1,75 8°	-3,50 -1,75 170° -3,75 -1,75 7°
17.	-0,25 -0,25 80° -0,25 -0,25 40°	-0,50 -0,25 85° -0,50 -0,25 42°
18.	-0,25 -0,50 83° -0,50 -0,50 91°	-0,50 -0,25 86° -0,25 -0,50 91°
19.	-0,75 -0,75	-0,75 -0,75
20.	-0,25 -0,75 93° -0,50 -0,50 92°	-0,25 -0,75 93° -0,50 -0,50 92°

### 4.3 Diskuze

Během svého měření jsem došla k výsledku, že psychický stres nemá vliv na změny v uvedených hodnotách. Můj závěr vyplývá z toho, že hodnoty, které jsem u pokusných osob naměřila v době jejich naprosté duševní pohody, a později po uplynutí nějakého časového úseku při stresové zátěži, byly téměř neměnné. Psychický stres nemá vliv na změnu naměřených hodnot, ale ovlivňuje stav oka jako orgánu, jak udávají praktici. Tímto chci poděkovat paní Bc. Haně Ouředníčkové za konzultace ohledně stresu.

Stres může způsobit zvýšení tělesného tlaku, což může vést k sekundární změně na cévách očního pozadí. U hypertenze se rozlišují s ohledem na její časový průběh tři stádia:

- I. stádium, jedinou zjizitelnou známkou esenciální hypertenze je zvýšený krevní tlak.
- II. stádium, je možné pozorovat změny na EKG a změny na očním pozadí
- III. stádium, srdeční selhání, dušnost, výrazné změny na sítnici [39]

Stres může také působit na zvýšení hladiny kortizolu, což může vést až k sekundární změně na pigmentové vrstvě sítnice. Kortizol je nejdůležitější stresový hormon. Jeho hlavním cílem je mobilizace organismu při stresu, především jeho vlivem na energetický metabolismus. [40]

Stres může mít také vliv na změnu funkce štítné žlázy, tento stav může vést ke vzniku sekundárního exoftalmu, nebo dokonce poruše slzného filmu. Je potřeba znát u každého klienta anamnézu, léky a další zdravotní problémy a se vším počítat.

Psychický stres opravdu dopad nemá, jak mimo jiné plyne z mých měření, ale z dostupné literatury plyne, že fyzický stres vliv má. Projevuje se ve formě přetížení zrakového aparátu do blízka a na PC (střední vzdálenost) má vliv na akomodační spasmus a tím oko vykazuje hodnoty refrakce o -0,25 až -1,00 falešně. CVS (computer vision syndrome) syndrom počítačového vidění, je spojovaný s prací na počítači, tabletech, mobilních telefonech, sledování televize či čtení e-knih. Mezi symptomy CVS patří rozmazané vidění, bolest hlavy, astenopické potíže, diplopie, bolesti krční páteře, pocit suchého oka. Je velice důležité vědět, zda jsou tyto symptomy opravdu z práce na digitálním zařízení nebo se objevují téměř při každé práci na blízko. Zpracování této problematiky by už ale bylo nad rámec této práce. Nejčastějším symptomem, který se projevuje při časté a dlouhodobé práci na počítači, je akomodační nedostatečnost. V tomto stavu má pacient problém stimulovat akomodaci. V tomto období se dostávají presbyopické potíže, bývá to před 40. rokem věku, tedy

prepresbyopie. [41] Fyzický stres ve formě přetížení může mít také vliv při často vznikajících foriích.

## 5 Závěr

Tato bakalářská práce byla věnována vlivu stresu na vybrané zrakové funkce. V teoretické části jsem se věnovala anatomii zrakového orgánu, správné funkci oka a problémech, které mohou nastat. Detailněji jsem se zaměřila na popis jednotlivých zrakových funkcí. Těžiště mé práce bylo zpracování problematiky stresu.

Měření hodnot v praktické části probíhalo v různých časech a většina byla provedena na fakultě FBMI ČVUT v Kladně. Měření začínalo již v období konce března, bohužel kvůli situaci, která v České republice nastala, jsem mohla použít do své práce pouze 20 ze 45 změřených osob, ostatní jsem nedokázala změřit podruhé, tedy ve druhé fázi.

V první fázi jsem subjekty měřila ve stavu naprosté duševní pohody a po uplynutí několika týdnů, jsem tyto subjekty měřila ve stavu stresu nebo alespoň v uměle navozeném stavu stresu, což bylo potřeba pouze u třech osob. Vždy to bylo na vlastní posouzení dané osoby, i přestože to bylo na většině objektivně vidět např. pocení rukou, nesoustředěnost....

Z výsledků měření provedených v průběhu praktické části mé práce se mi nepodařilo potvrdit vliv psychického stresu na zrakové funkce. Mnou naměřené hodnoty z první a druhé fáze měření se nijak statisticky výrazně neliší. Výsledky z posuzování vlivu psychického stresu na zrakové funkce potvrzují domněnky, že je vliv tohoto typu stresu minimální, možná žádný a zcela jistě v praxi optometristy zanedbatelný. Počet mých měření sice nestačí na úplné odmítnutí tohoto vlivu, nicméně mnou naměřené hodnoty to naznačují.

## Seznam použité literatury

- [1] ROZSÍVAL, Pavel. Oční lékařství. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [2] KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN978-80-247-5079-8.
- [3] Borish's clinical refraction. 2nd ed. Editor William J. BENJAMIN. St. Louis, Mo.: Butterworth-Heinemann, c2006. ISBN 9780750675246.
- [4] Obrázek 1: Schématické zobrazení oka - <https://www.google.cz/imghp?hl=cs>
- [5] MENDEZ A, BURNS ME, ROCA A, LEM J, WU LW, SIMON MI, BAYLOR DA, CHEN J. Rapid and reproducible deactivation of rhodopsin requires multiple phosphorylation sites. *Neuron*. 2000 Oct;28(1):153-64. [2007]
- [6] KAWAMURA S, TACHIBANAKI S. Rod and cone photoreceptors: molecular basis of the difference in their physiology. *Comp. Biochem. Physiol., Part A Mol. Integr. Physiol.* 2008 Aug;150(4):369-77. [2008]
- [7] SCHÖN C, SOTHILINGAM V, MÜHLFRIEDEL R, GARCIA GARRIDO M, BECK SC, TANIMOTO N, WISSINGER B, PAQUET-DURAND F, BIEL M, MICHALAKIS S, SEELIGER MW, CONSORTIUM RC. Gene therapy successfully delays degeneration in a mouse model of PDE6A-linked retinitis pigmentosa (RP 43). *Hum. Gene Ther.* 2017 Dec 07; [PubMed]
- [8] ELLIS WH. A Source book of Gestalt Psychology. Routledge and Kegan Paull; 1938.
- [9] VON HOLST E. Relations between the central nervous system and the peripheral organs. *The British Journal of Animal Behaviour*. 1954;2(3):89-94
- [10] ŠIKL, Radovan. Zrakové vnímání. Praha: Grada, 2012. *Psyché (Grada)*. ISBN 978-80-247-3029-5
- [11] BENEŠ, Pavel. Přístroje pro optometrii a oftalmologii. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [12] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ. Nauka o zraku. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [13] BARTŮŇKOVÁ, Staša. Stres a jeho mechanismy. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1874-6.

- [14] NOVÁK, Tomáš. Jak bojovat se stresem. Praha: Grada, 2004. Psychologie pro každého. ISBN 80-247-0695-4.
- [15] Obrázek 2: Schématické zobrazení stresu- <https://www.google.cz/imghp?hl=cs>
- [16] PAULÍK, Karel. Psychologie lidské odolnosti. Praha: Grada, 2010. Psyché. ISBN 978-80-247-2959-6.
- [17] Laura M. PERIMAN, MD, [ocularsugeryNews](http://ocularsugeryNews.com).
- [18] BÍL M, BÍLOVÁ M, MULLER I. Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accid Anal Prev.* 2010;42:1632–1662
- [19] BROUGHTON KL, SWITZER F, SCOTT D. Car following decisions under three visibility conditions and two speeds tested with a driving simulator. *Accid Anal Prev.* 2007;39:106–116.
- [20] CHEUNG B, HOFER K. Acceleration effects on pupil size with control of mental and environmental factors. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74:669–674.
- [21] HORNG CT, LIU CC, WU DM, et al. Visual fields during acute exposure to a simulated altitude of 7620 m. *Aviat Space Environ Med.* 2008;79:666–669.
- [22] CHOU PI, WEN TS, WU YC, HORNG CT, LIU CC. Contrast sensitivity after Gz acceleration. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74:1048–1051.
- [23] TSAI ML, LIU CC, WU YC, et al. Ocular responses and visual performance after high-acceleration force exposure. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50:4836–4839.
- [24] BROOKS CJ, GIBBS PN, JENKINS JL, McLEOD S. Desensitizing a pilot with a phobic response to required helicopter underwater escape training. *Aviat Space Environ Med.* 2007;78:618–623
- [25] TANZER DJ, SCHALLHORN SC, BROWN MC. Ejection from an aircraft following photorefractive keratectomy: a case report. *Aviat Space Environ Med.* 2000;71:1057–1059.
- [26] International Dry Eye WorkShop 2007
- [27] LORENZ B, GAMPE E. Analysis of 180 patients with sensory defect nystagmus (SDN) and congenital idiopathic nystagmus (CIN). *Klin Monbl Augenheilkd.* 2001;218:3–12.
- [28] ABADI RV, BJERRE A. Motor and sensory characteristics of infantile nystagmus. *Brit J Ophthalmol.* 2002;86:1152–1160.

- [29] DELL'OSSO LF. Fixation characteristics in hereditary congenital nystagmus. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1973;50:85– 90.
- [30] Experimentální biologie a medicína (<http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1535370218794915>)
- [31] KŘIVOHLAVÝ, Jaro. *Psychologie nemoci*. Jaro Křivohlavý. Vyd. 1. Praha : Grada, 2002. 198 s. ISBN 8024701790.
- [32] Obrázek 3: Schématické zobrazení výsledků na Autorefraktometru  
<https://www.google.cz/imghp?hl=cs>
- [33] <https://www.wikiskripta.eu/w/Akomodace>
- [34] Obrázek 4: Schématické zobrazení blízkého a dalekého bodu  
<https://www.google.cz/imghp?hl=cs>
- [35] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Nitrooční\\_tlak](https://cs.wikipedia.org/wiki/Nitrooční_tlak)
- [36] PRAKTICKÁ REFRAKCE. In: Listy očních optiků, Essilor International, 2007
- [37] Obrázek 5: Schématické zobrazení Autorefraktometru
- [38] ANTON MILAN: Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů Brno 1993, ISBN: 80-7013-148-9
- [39] <https://www.ulekare.cz/poradna-lekare/psychika-stres-a-vysoky-krevni-tlak-312759>
- [40] <http://www.edukafarm.cz/data/soubory//casopisy/Biotherapeutics%20-2018/10%20Stres%20Kortizol.pdf>
- [41] ROSENFELD, M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics*. Volume 31, Issue 5. September 2011. Pages 502-515.

## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Schématické zobrazení oka [4] .....	5
Obrázek 2: Schématické zobrazení stresu [15] .....	10
Obrázek 3: Schématické zobrazení výsledků z autorefraktometru [32].....	18
Obrázek 4: Schématické zobrazení blízkého a dalekého bodu[34].....	19
Obrázek 5: Autorefraktometr [37].....	22
Tabulka 1: Blízký bod akomodační šíře.....	20
Tabulka 2: Nitrooční tlak.....	21
Tabulka 3: Objektivní refrakce.....	23
Tabulka 4: Subjektivní refrakce.....	25