ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

KRISTÝNA JURÁSKOVÁ

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů

Vizuální ergonomie v kancelářském prostředí

Visual ergonomics in office space

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: **Kristýna Jurásková**

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jakub Hlaváček

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	**Jurásková**	Jméno:	**Kristýna**	Osobní číslo:	**434009**
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:

Vizuální ergonomie v kancelářském prostředí

Název bakalářské práce anglicky:

Visual ergonomics in office space

Pokyny pro vypracování:

Téma projektu se věnuje problematice oční únavy vyvolané nadměrným zatěžováním očí spojeného s prací na počítači. Studentka popíše možné příčiny vzniku obtíží a jejich případné důsledky. Dále budou popsány oční cviky jako prevence před očním nepohodlím spojeným s nadměrným používáním počítače a princip tzv. úlevových brýlových čoček a filtru modrého světla. V práci bude uveden návrh pro vytvoření optimálního pracovního prostředí a popis brýlové korekce pro jednotlivé refrakční vady. Závěr práce bude věnován výsledkům dotazníkové studie, která se zabývá danou problematikou. Cílem praktické části bude posouzení korekce a pracovních podmínek, které mohou mít vliv na vidění. Pracovní podmínky budou porovnány s doporučeními.

Seznam doporučené literatury:

[1] CHUNDELA, L. , Ergonomie, ed. 3, V Praze: České vysoké učení technické, 2013, ISBN 978-80-01-05173-3
[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] SCHEIMAN, M., WICK, B., Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders, ed. 4., Lippincott Williams & Wilkins, 2013, 752 s., ISBN 978-1-45117-525-7

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Jakub Hlaváček

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **17.05.2020**
Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.	prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis vedoucí(ho) katedry	podpis děkana(ky)

Název bakalářské práce: Vizuální ergonomie v kancelářském prostředí

Abstrakt:

Téma práce je věnováno problematice oční únavy, možným mechanizmům vzniku, metodám předcházejícím nadměrné zrakové námaze a postupům vedoucím ke snížení očního diskomfortu pramenícího z dlouhodobého používání digitálních zařízení. Dlouhodobá práce do blízka nebo na střední vzdálenost zatěžuje nejen komplex očního bulbu a přídatných očních orgánů, ale i krční páteř a svaly s ní spojené, což může vést k bolestem hlavy, nauzee nebo až k celkové podrážděnosti. Mechanizmus vzniku zrakové nepohody pramení z kombinací ovlivnitelných a neovlivnitelných faktorů. Příznační zástupci neovlivnitelných faktorů jsou věk, zdravotní predispozice, sociální a ekologické podmínky a za ovlivnitelné faktory to jsou životní styl, pracovní prostředí a stres, případně nevhodná korekce. Pro experimentální část bylo využito dotazníkového šetření k získání dat týkajících se vizuálních a fyzických příznaků v průběhu práce nebo po práci na počítači a k nabytí informací ohledně současného stavu kancelářské ergonomie na pracovištích.

Klíčová slova:

Zraková únava, oční gymnastika, ergonomie, okohybné svaly, svaly krku, úlevové čočky

Bachelor's thesis title: Visual ergonomics in office space

Abstract:

The bachelor thesis is focused on problematics of eye fatigue, possible mechanisms of origin, methods preventing excessive visual exertion and procedures leading to reduction of eye discomfort. Long-term work at close or medium distances strains not only the complex of the eyeball and accessory organs, but also the cervical spine and the muscles associated with it, which can lead to headaches, nausea or even overall irritability. The mechanism of visual discomfort arises from a combination of controllable and uncontrollable factors. Significant representatives of uncontrollable factors are age, health predisposition, social and ecological conditions and for the influential factors are lifestyle, work atmosphere and stress, or inappropriate correction. For the experimental part, a questionnaire survey was used to obtain data on visual and physical symptoms during or after work on a computer and to get information about the current state of office ergonomics in the workplace.

Key words:

Eye fatigue, eye gymics, ergonomics, eye motile muscles, neck muscles, relaxation lenses

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Jakubu Hlaváčkovi za trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Vizuální ergonomie v kancelářském prostředí“ 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

1. Úvod 1
1.1. Rešerše 2
1.2. Cíle práce a motivace 2
2. Svaly krku, oko a jeho přídatné orgány 3
2.1. Krční svaly 3
2.1.1. Povrchové svaly krku 3
2.1.2. Svaly jazylky 3
2.1.3. Hluboké krční svaly 5
2.2. Oko a jeho přídatné orgány 6
3. Možné příčiny a důsledky oční únavy 8
3.1. Stres 8
3.2. Patofyziologie CVS 8
3.3. Syndrom suchého oka 9
3.4. Účinek nekorigované refrakční vady 10
3.5. Muskuloskeletální diskomfort 10
3.6. Vliv deficitu melatoninu na vidění 11
4. Ergonomie 13
4.1. Displej 13
4.2. Světelné podmínky 13
5. Oční cviky 15
5.1. Oční gymnastika 15
5.2. Pravidlo 20/20/20 16
5.3. Free space techniky 16
5.3.1. Jump pen 16
5.3.2. Tři kočky 16
5.3.3. Nácvik díry v dlani 17
5.3.4. Brock string 17

6. Korekce zohledňující práci s digitálním zařízením 20
6.1. Relaxační (úlevové) brýlové čočky 20
6.2. Degresivní (kancelářské) brýlové čočky 20
6.3. Terapeutické zbarvení čoček 20
6.4. Filtrace modrého světla 20
7. Experimentální část 21
7.1. Metodika 21
7.2. Výsledky dotazníkového šetření 22
7.2.1. McMonnies dotazník 22
7.2.2. Computer Use Questionnaire 23
8. Diskuse 38
9. Závěr 41
Seznam použité literatury 42
Seznam symbolů a zkratek 46
Seznam obrázků 47
Seznam grafů 48
Seznam tabulek 49

1. Úvod

Samotnému tématu vizuální ergonomie v kancelářském prostředí předchází popis krčních svalů, oka a jeho přídatných orgánů. Nedílnou součástí je objasnění příčin zrakového diskomfortu vzniklého prací na PC. Následující kapitola pojednává o základních náležitostech ergonomie pracoviště. V neposlední řadě jsou představeny oční cviky jako prevence očního nepohodlí a součást zrakové relaxace. Šestá kapitola je zaměřena na brýlové čočky a úpravy brýlových čoček navržené (nejen) pro užití při práci s počítačem.

Řada studií uvádí, že s přibývajícím časem stráveným u monitoru narůstají diskomfort a problémy s viděním. Stav, jehož příznaky jsou bolest hlavy, rozmazané vidění či pocit suchých očí pojmenovává Americká optometrická asociace (AOA) jako „digitální zrakové napětí" nebo „digitální zrakovou únavu". [1]

Prací na digitálních zařízeních jsou oči vystavovány mimo jiné modré složce viditelného záření. Modré světlo (označováno zkratkou HEV – High Energy Visible) s definovanou vlnovou délkou mezi 380-450 nm má, jak zkratka napovídá, ve srovnání s ostatními částmi viditelného spektra vysokou energii. Nadměrná expozice HEV světlu může narušovat lidský biorytmus a tudíž celkovou výkonnost. [2] [3] Vliv modrého záření je detailněji popsán v závěru třetí kapitoly.

Za zvýšenou námahou a tudíž předčasnou únavou může být i nevhodná korekce a to např. stav překorigování nebo podkorigování. V mladém produktivním věku je člověk schopen si svoji oční vadu (fakultativní hypermetropie) vykompenzovat pomocí akomodace. Avšak pokud je oční čočka dlouhodobě přetěžována, zvláště pak prací na digitálním zařízení, musíme počítat s dřívějším nástupem akomodačních problémů. Jestliže je tato situace ještě umocněna deficitem vízu a jedinec se vyhýbá korekci, astenopické potíže jsou nevyhnutelné a řešení kompenzačními pomůckami nutné.

V reakci na čím dál častější výskyt digitálního zrakového napětí byly vyvinuty vedle již známých kancelářských brýlových čoček tzv. úlevové čočky pro uživatele digitálních zařízení ve věku 18-40 let. [4]. Dalšími pomocníky v prevenci digitální únavy jsou úpravy brýlových čoček, které filtrují modré světlo. Pro uživatele, kteří vyžadují řešení ve formě kontaktních čoček, jsou dostupné produkty garantující zvlhčení očí i při snížené frekvenci mrkání např. "úlevové kontaktní čočky" Biofinity Energys.

Důležitým předpokladem k docílení zrakové pohody je rovněž zařazení oční gymnastiky např. v rámci doporučených přestávek během pracovní doby. Stejně tak nesmíme podcenit

vybavení kanceláře, které by nemělo být v rozporu s požadavky na optimální pracovní prostředí tohoto druhu. [5]

1.1. Rešerše

K problematice, které se v této práci věnuji, jsem prostudovala zdroje uvedené v seznamu literatury. Z odborné literatury je zřejmé, že pro zrakovou únavu zatím neexistuje přesná definice. Výstupy zahraničních studií říkají, že se jedná o multifaktoriální problém, kdy je nutné rozlišovat primární symptomy zrakové únavy a sekundární příznaky systémového onemocnění.

1.2. Cíle práce a motivace

Cílem práce je definovat zdroje oční únavy související s kancelářskou prací, potenciální následky a popis způsobů řešení, kterými jsme schopni oči udržet déle v dobré kondici. Oddálení, v ideálním případě odstranění očního nepohodlí je možno s použitím oční gymnastiky, nejvhodnější optické pomůcky jako např. úlevové brýlové čočky anebo uspořádání pracovní plochy. Snížit oční únavu lze aplikací jedné ze zmíněných metod, avšak nejlepších výsledků dosáhneme součinností všech.

Přínosem je zvýšená produktivita lidí, pro které je práce na počítači, tabletu či mobilním telefonu zdrojem výdělků.

2. Svaly krku, oko a jeho přídatné orgány

2.1. Krční svaly

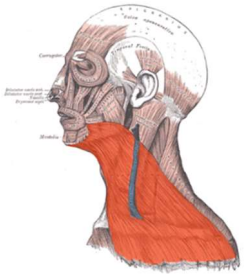
Z interakce oko-mozek-tělo lze vyvodit souvislost mezi vizuálně náročnou prací, bolestí hlavy a aktivitou krčních svalů. Jestliže vidíme neostře a akomodační systém sám není schopen zajistit ostrost vjemu, dochází ke kompenzačnímu postavení hlavy, čímž svaly krku trpí a jejich jednostranné pnutí může zapříčinit bolest hlavy.

Krční svaly se dělí na tři základní skupiny: povrchové svaly, svaly jazylky a hluboké krční svaly [6].

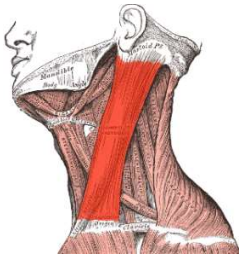
2.1.1. Povrchové svaly krku

Muskulus platysma inervovaný nervem facialis je podkožní sval začínající jako plochý, široký sval na ventrální straně hrudníku a ramene, jdoucí přes klíční kost a po stranách krku až k okraji mandibuly se zakončením v kůži obličeje. V mládí napíná kůži na krku. [6][7][8]

M. sternocleidomastoideus (inervace nervus accesorius a větvemi plexu cervicalis) přechází od manubrium sterni přes sternální část klavikuly a upíná se v processus mastoideus spánkové kosti. Při oboustranné kontrakci předsunuje nebo předklání hlavu. Jednostranná kontrakce zajišťuje úklon a rotaci hlavy. [6][7][8]



Obr. 2-1 M. platysma [9]

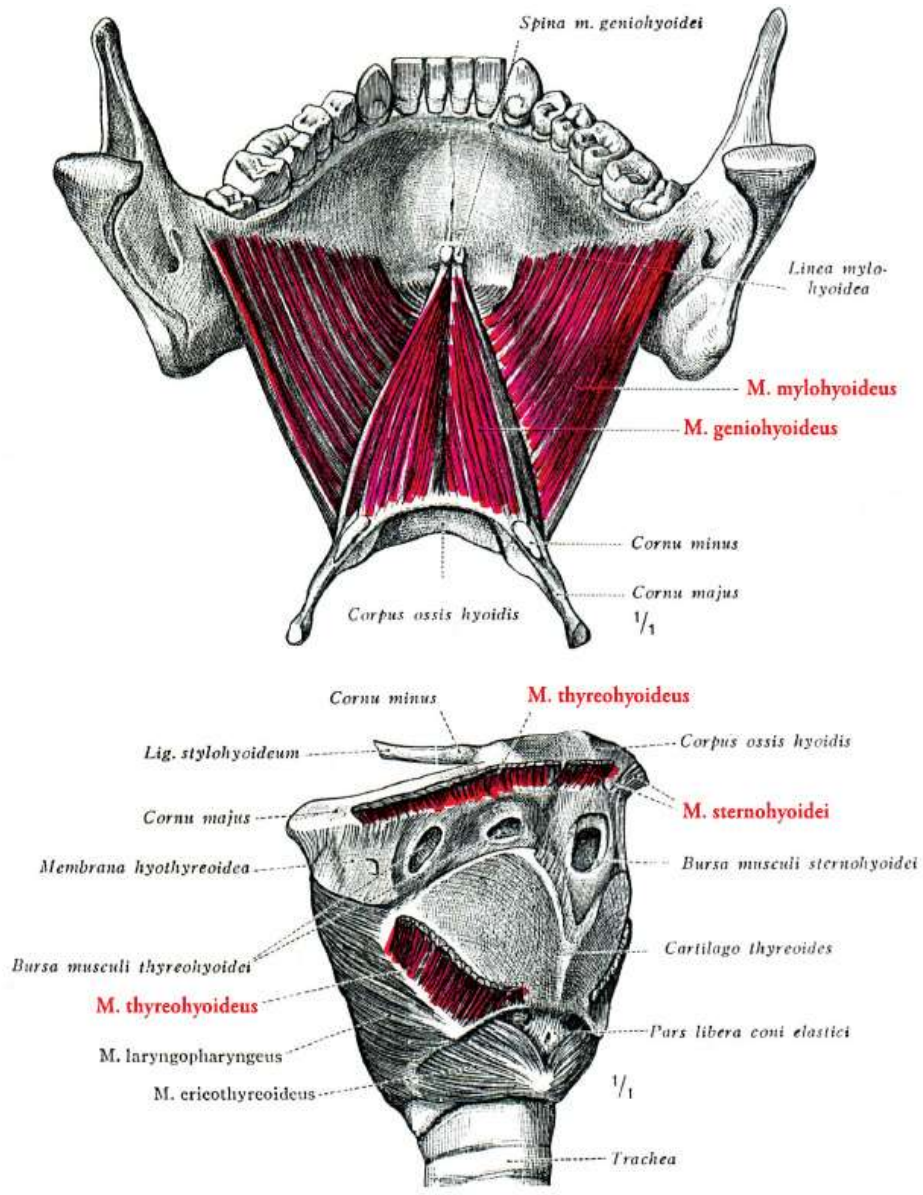


Obr. 2-2 M. sternocleidomastoideus [10]

2.1.2. Svaly jazylky

Suprahyoidní svaly jsou rozloženy mezi mandibulou, spodinou spánkové kosti a jazylkou. Z vnitřní boční strany mandibuly vychází m. mylohyoideus tvořící spodinu ústní dutiny a je inervován n. trigeminem. Z processus styloideus vede m. stylohyoideus, který táhne

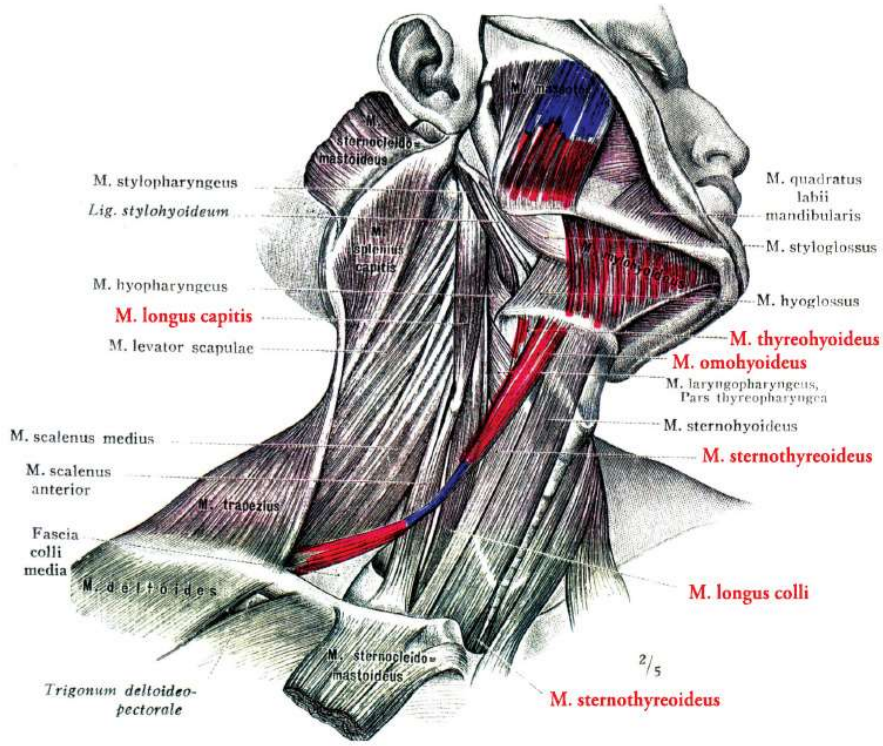
jazylku nahoru a dozadu a je inervován n. facialis. M geniohyoideus začíná na vnitřní přední straně mandibuly a táhne jazylku vpřed. M. digastricus je situovaný od zadní strany processu mastoideu (zadní bříško) přes úpon na jazylce k vnitřní straně mandibuly (přední bříško). Zadní bříško je inervováno n. facialis, táhne jazylku dozadu a nahoru, a přední bříško je inervováno n. trigeminuse, táhne mandibulu dolů. [6][7][8]



Obr. 2-3 Suprahyoidní svaly [11]

Svaly infrahyoidní (inervace ansa cervicalis profunda) jsou lokalizovány mezi jazylkou a sternem. M. sternohyoideus se upíná na sternu a překrývá následující dva svaly. M. thyrohyoideus má úpon na štítné chrupavce a navazuje na m. sternothyroideus. M. omohyoideus má uprostřed šlachu dělící tento sval na horní a dolní bříško. Sval vede od jazylky

laterokaudálně k incisuře scapulae. Infrahyoidní svaly kromě fixace jazylky stahují jazylku a laryng kaudálně. [6][7][8]

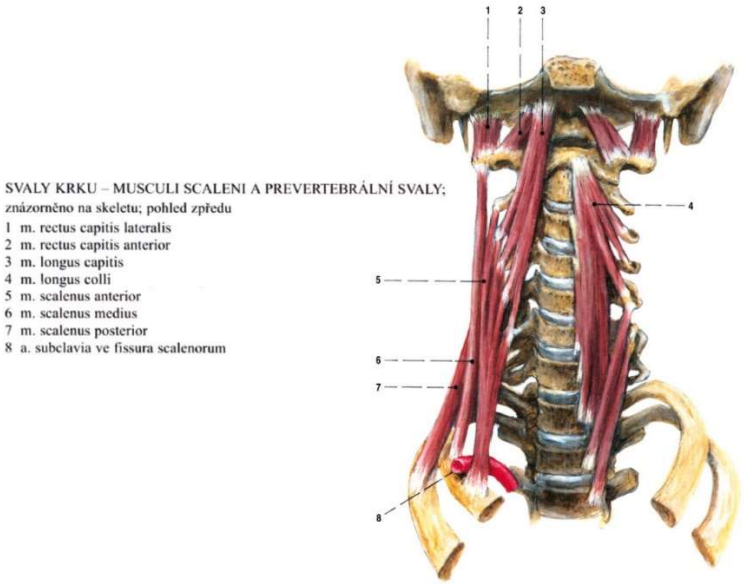


Obr. 2-4 Infrahyoidní svaly [11]

2.1.3. Hluboké krční svaly

Musculi scaleni (inervace plexus cervicalis) je soubor tří svalů: m. scalenus anterior, medius et posterior. Jdou od příčných výběžků druhého až sedmého krčního obratle a připojují se na první (m.scalenus anterior et medius) a druhé (m. scalenus posterior) žebro. Plní funkci při rotaci a flexi krční páteře. [6][7][8]

Prevertebrální svaly jsou ploché, uloženy na ventrální straně cervikální páteře. Po délce krční páteře vedou m. longus colli a m. longus capitis, které předklánějí krční páteř a hlavu. Mezi příčnými výběžky atlasu a bazí týlní kosti se upínají krátké svaly – m. rectus capitis lateralis a rectus capitis anterior. Jejich funkcí je úklon a flexe hlavy. [6][7][8]



Obr. 2-5 M. scaleni a prevertebrální svaly [11]

2.2. Oko a jeho přídatné orgány

Oko je zrakovým orgánem, kterým přijímáme až 90% informací. Dá se tedy říct, že je nejdůležitějším smyslem. Oční bulbus sestává ze stěny bulbu a z jeho obsahu. [6]

Na schopnosti adaptace vidění na různé vzdálenosti se částečně podílí řasnaté tělísko, které má tvar řasnatého prstence a je tvořeno vazivovým stromatem a ciliárním svalem. M. ciliaris je z hladké svaloviny, jejíž buňky jsou uspořádány meridionálně, radálně a cirkulárně a je inervován vlákny parasympatiku okulomotorického nervu [6][12]. Z řasnatého tělíska vybíhají vlákna upínající se na čočku a slouží jako závěsný aparát čočky. Kontrakce ciliárního svalu způsobí uvolnění závěsného aparátu, čímž dojde k vyklenutí čočky a oko tak zvýší svou dioptrickou hodnotu. Tomuto procesu říkáme akomodace. V opačném případě dochází k relaxaci ciliárnímo svalu, současně k napnutí zonulárních vláken a oční čočka se oploští. [8]

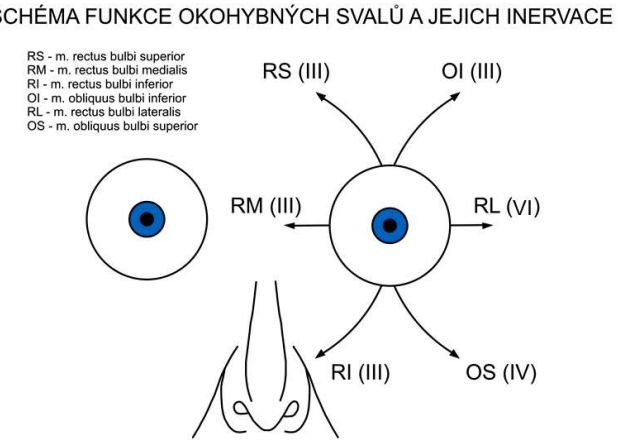
V prostoru před čočkou řasnaté tělísko přechází do mezikruží, tedy do duhovky dělící frontální část oka na přední a zadní komoru. Funkce duhovky spočívá v regulaci množství světla vstupujícího do oka prostřednictvím změny průměru jejího centrálního otvoru, zornice. Stahem m. sphincter pupillae dojde k zúžení zornice – mióze. Cirkulárně uspořádaný svěrač zornice je inervován parasympatickými vlákny okulomotoriu. Rozvěrač zornice, m. dilatator pupillae je uspořádán radiálně a je zodpovědný za mydriázu. Jeho inervaci zajišťují sympatická vlákna krčního sympatiku. [8][12]

Slzné ústrojí sestává z glanduly lacrimalis nacházející se v horní temporální části očnice, z přídatných slzných žlázek (Krauseho a Wolfringovy) a z vývodných slzných cest. Produktem slzné žlázy jsou slzy s obsahem imunoglobulinu A, který chrání přední segment oka před

infekcemi. Mimo jiné slzy plní funkci smáčivou, kdy jsou pohybem víček roztírány po povrchu rohovky a bulbární spojivky, a zásobní, tedy přívod živin a kyslíku. Slzy jsou odváděny dvěma slznými kanálky skrz slzný vak do dutiny nosní. [6][12]

Vysychání vodné složky slz zabraňuje lipidová vrstva produkovaná Meibomskými žlázami. Hydrofilní mucinová vrstva vzniklá v pohárkových buňkách epitelu spojivky umožňuje přilnutí slz k epitelu rohovky. Tento třívrstvý komplex nazýváme slzný film. [13]

Okohybné svaly jsou z příčně pruhované svaloviny a pohybují oční koulí. Řadíme k nim i víčkový zdvihač, musculus levator palpebrae superior. Kromě m. obliquus inferior mají všechny počátek ve šlaše anulus tendineus communis situované v hrotu očnice. Spodní šikmý sval vede od mediálního dolního okraje orbity, kříží m. rectus inferior a ústí v dolním laterálním kvadrantu. Inervaci m. obliquus superior opatřuje n. trochlearis, m. rectus lateralis n. abducens a m. obliquus inferior, m. rectus medialis, m rectus superior et inferior jsou inervovány okulomotorickým nervem. [6][12]



Obr. 2-6 Schéma okohybných svalů [14]

3. Možné příčiny a důsledky oční únavy

Jak je již zmíněno v úvodu, zraková únava nemá svoji přesnou definici, projevuje se však bolestí hlavy, pocitem suchých podrážděných očí a rozmazaným viděním. Ovšem musíme rozlišovat únavu generovanou přepracováním, stresem či fyziologickým stárnutím organismu. Abychom zrakovou únavu odstranili nebo alespoň snížili, je třeba najít primární příčinu, od níž se následně odvíjí optimální řešení. Např. jestliže si přibližně čtyřicetiletý pacient emetrop stěžuje, že má rozmazané vidění na počítač, je nutné zjistit, zda není adeptem pro presbyopickou korekci. V jiném případě může jít, např. o nesprávné umístění monitoru, kdy horní hrana obrazovky je umístěna výše než je horizontála okem. Uživatel počítače tak má příliš zakloněnou hlavu a přepínání předních svalů krku vede k bolestem hlavy, nebo naopak držení hlavy může být správné, ale uživatel PC má o to více otevřené oči, při mrkání nedojde k úplnému dovření oční štěrbiny a výsledkem je neúplné roztírání slz a osychání oka.

3.1. Stres

Při práci na PC jsou na akomodační systém oka kladeny vysoké nároky. Dlouhodobou fixací na krátkou vzdálenost (30 – 70 cm) přetěžujeme ciliární sval, zejména pak čtením při nízké intenzitě světla nebo oslňováním či střídáním kontrastů, což může způsobit exces akomodace. Negativní vliv na únavu očí má mimo jiné stres. Vlivem stresu dojde k aktivaci sympatiku, který vyvolá mydriázu a brání akomodaci do blízka. Vzniká tak potřeba nadměrného akomodačního úsilí a zároveň je oko přesvětlováno, protože duhovka není schopna clonit mimoparaxiální paprsky, výsledkem je rozmazané vidění, v extrémních případech může dojít až ke spasmu akomodace. Neschopnost relaxace ciliárního svalu způsobí, že pacient nevidí na dálku a potýká se s deformacemi obrazu tzv. makropsí. [15][16]

3.2. Patofyziologie CVS

Termínem CVS (Computer vision syndrome) se označuje skupina problémů navozených dlouhodobou prací na počítači nebo na jiných digitálních zařízeních. [17]

Příznaky CVS jsou rozděleny do 4 hlavních skupin: a) astenopie, b) povrch oka, c) vizuální a d) extraokulární. Astenopie je termín popisující oční únavu způsobenou jakoukoli příčinou a je hlavní složkou CVS. Příznaky související s povrchem oka zahrnují suché, červené a podrážděné oči. Vizuální příznaky CVS obsahují rozmazané vidění, dvojité vidění, potíže se zaostřením a bolesti hlavy. Extraokulární příznaky jako jsou bolesti krku, ramen a zad jsou často způsobeny špatnou ergonomií a držením těla. [17]

Symptomatologie CVS souvisí s expozicí očí přesvětlené obrazovce po delší dobu, což je dále komplikováno špatným držením těla a faktory prostředí (zejména okolním světlem). Sledování displeje v těsné vzdálenosti vyžaduje akomodaci, konvergenci a miózu. Je třeba si uvědomit, že práce na počítači se výrazně liší od čtení tištěného textu. Text a obrázky na obrazovkách počítačů se skládají z malých pixelů, a pokud je jich méně, výsledné snížené rozlišení vyvolává nadměrnou potřebu zaostřit obraz. Vlastnosti obrazovky, jako je jas, kontrast, oslnění a obnovovací frekvence obrazovky, zvyšují námahu na vizuální aparát. Nízká obnovovací frekvence způsobuje blikání a je známo, že přispívá k příznakům CVS. U uživatelů PC s myopií a hypermetropií se mohou po každodenní práci rozvinout rozmazané vidění, diplopie a přechodná myopie. Tato poškození jsou u většiny pracovníků přechodná, u některých však mohou přetrvávat i po práci. Suché oči jsou běžným příznakem CVS mezi uživateli počítačů v důsledku osychání rohovky sníženou frekvencí mrkání a neúplným mrknutím. Frekvence mrkání je při práci s počítačem ve srovnání s dobou odpočinku výrazně snížena. Malá velikost písma a nízký kontrast monitorů nedostačující kvality jsou dalšími faktory snižujícími frekvenci mrkání. [17]

3.3. Syndrom suchého oka

Z předešlé kapitoly je známo, že přední segment oka má ochranný slzný film, který je zároveň součástí optického systému oka. Vyrovnává povrch rohovky a tím zajišťuje správnou lomivost paprsků. Narušení této vrstvy vyvolává syndrom suchého oka (SSO), který přispívá ke zhoršení vidění. V průběhu let definice tohoto onemocnění prošla úpravami a z roku 2017 je charakterizováno ztrátou homeostázy. Jde o multifaktoriální onemocnění s doprovodnými symptomy, jako jsou nestabilita slzného filmu, hyperosmolarita, zánět a poškození povrchu oka (souhrnné označení pro slzný film, rohovku, spojivky, ale i víčka, řasy, slzné žlázy). [18][19]

K samotnému řešení je třeba rozlišovat, zda se jedná o SSO nebo o jiné onemocnění, které se mimo jiné projevuje suchým okem. V druhém případě pravděpodobně budeme muset pacienta odkázat na oftalmologa. Pro účel klasifikace suchého oka slouží tzv. třídící testy, jejichž součástí jsou Break-up-time test i s variantou barvení fluoresceinem, měření osmolarity a barvení povrchu oka lisaminovou zelení. K verifikaci SSO musí být pozitivní výsledek alespoň z jednoho ze základních diagnostických testů. Pro obnovení homeostázy slzného filmu je nezbytná hydratace organismu. Tu nejpodstatnější složku léčby ale tvoří zvlhčující kapky doplňující vodnou složku nebo lipidovou vrstvu. Součástí terapie je i hygiena víček a teplé obklady Meibomských žlázek. Nahřívání víček probíhá formou aplikace suchého tepla, 40 ℃ po dobu pěti minut dvakrát denně alespoň dva týdny. [18][19]

3.4. Účinek nekorigované refrakční vady

Vzhledem k potřebě udržet ostré a jednoduché vidění relativně malých bodů v průběhu práce na počítači, je důležité, aby byl sítnicový obraz přesně zaostřen. Tudíž hypermetropie a myopie by měly být vykorigovány tak, aby se zredukoval podnět k akomodaci a minimalizovalo se rozostření. K omezení příznaků CVS je důležité korigování malých astigmatických vad. Ve dvou podobných experimentech byly zkoumány účinky nekorigovaného astigmatismu při čtení z obrazovky počítače. V obou studiích bylo pozorováno, že přítomnost 0,50–1,00 D nekorigovaného astigmatismu vyvolala významné zesílení příznaků. Byly testovány subjekty se zbytkovým astigmatismem až do 1 D, kteří byli korigováni sférickými měkkými kontaktními čočkami, což je běžná klinická praxe. Zbytkový nekorigovaný astigmatismus způsobil významné zintenzivnění příznaků během práce na počítači. V souladu s tím bylo navrženo, že symptomy by mohly být zmírněny buď aplikací torických kontaktních čoček těmto jedincům, nebo alternativním užitím brýlové korekce k vyrovnání zbytkového astigmatismu během práce na PC. Nedávná laboratorní studie zaznamenala prostřednictvím písemného dotazníku oční symptomy (vnitřní i vnější) ihned po dlouhodobém čtení na monitoru počítače buď s obvyklou korekcí nebo s doplňkem -1,00 nebo -2,00 D cylindru přidaným do korekce. Kromě toho se korekční podmínky opakovaly dvakrát u 12 subjektů, aby se v dotaznících vyhodnotila opakovatelnost symptomů. Výsledky neprokázaly žádný významný rozdíl mezi obvyklými korekčními podmínkami, ale změna z 1 D na 2 D indukovaného astigmatismu vyvolala významné zesílení příznaků po ukončení práce. Přítomnost nekorigovaného astigmatismu podstatně sníží zrakovou ostrost. Zvýšení rozostření cíle znesnadní provádění úkolu, což povede k zesílení symptomů, jako je například únava očí a bolest hlavy. Proto může být korekce astigmatických refrakčních vad důležitá při minimalizaci symptomů spojených s CVS. [20]

3.5. Muskuloskeletální diskomfort

Ženy hlásí obecně více zdravotních problémů s pohybovým aparátem než muži, ale jednotlivci, kteří pracují na počítačích, hlásí více problémů s krkem než jiná povolání bez rozdílu pohlaví. Byly zjištěny systémové souvislosti mezi vizuální námahou na krátkou vzdálenost a syndromy souvisejícími s prací na blízkou vzdálenost. Ze systému interakce motorických funkcí a neurologických drah se zdá, že ruční práce ovlivňuje celé tělo. Řada studií podporuje spojení mezi vizuálně náročnou prací, očními problémy, bolestmi hlavy a/nebo svalovou aktivitou/svalovými problémy. „Oko vede tělo“; pokud nevidíme jasně, upravíme

polohu těla tak, abychom usnadnili vidění. Studie pracovníků call centra ve Švédsku prokázala, že 21% z nich mělo problémy s očima i krkem. [21]

Ve studii o používání PC mezi studenty, bylo zjištěno spojení mezi množstvím hodin strávených před PC a příznaky problémů krku a ramen; mezi ženami bylo zjištěno další takové spojení mezi příznaky oční námahy a předloktím. Oční námaha během náročné práce na počítači je spojena se zvýšeným krevním průtokem ve svalech oční štěrbiny, možné rozdíly sekundární aktivity způsobují bolest očí. [21]

Byl shledán významný vztah mezi akomodací a zvýšenou aktivitou v trapézovém svalu, ale vyskytovaly se pouze za binokulárních podmínek. Účinek byl přítomen pouze tehdy, když byla přítomna jak konvergence, tak akomodace. Vizuálně náročné práce na blízkou vzdálenost mohou přispět ke zvýšení svalové aktivity, která v průběhu času může způsobit potíže s krkem/rameny. [21]

Byla nalezena korelace mezi optometrickými korekcemi a sníženým zrakovým nepohodlím a muskuloskeletální bolestí u pracovníků VDU (visual display unit). Muskuloskeletální nepohodlí se snížilo se správnou brýlovou korekcí. [21]

Byla vypozorována spojitost mezi jednotlivci s věkem podmíněnou makulární degenerací (AMD) a zvýšeným muskuloskeletálním nepohodlím v oblasti krku a ramene. Když byla zraková ostrost příliš nízká a AMD byla v příliš pokročilém stádiu, muskuloskeletální nepohodlí se snížilo. Hypotéza spočívá v tom, že namáhání očí zvyšuje nepohodlí pohybového aparátu, ale když motivace očí ve snaze vidět jasně zmizí z důvodu nízké zrakové ostrosti, oči se přestanou snažit a pohybové nepohodlí se snižuje. [21]

3.6. Vliv deficitu melatoninu na vidění

Modré záření je obsaženo zejména v denním světle a ke konci dne ubývá. S tím je spjata tvorba spánkového hormonu melatoninu a tzv. hormonu dobré nálady serotoninu. Sekrece melatoninu probíhá během noci a brzkých ranních hodin a serotonin je produkován v průběhu dne. Vlivem nadužívání digitálních zařízení a pobytu v interiérech osvětlovaných zářivkami či LED osvětlením v době subjektivní noci je tvorba melatoninu potlačována a to má za následek pocit nabuzení. [22] Narušení cirkadiánního rytmu může generovat únavu organismu, což mívá vliv i na vidění.

Za utlumenou tvorbou melatoninu bývá i působení běžně předepisovaných farmak, např. alfa a beta blokátory užívané k léčbě srdečních a cévních chorob (hypertenze, arytmie). Podobně je tomu i při podávání běžně dostupných medikamentů jako např. léky obsahující ibuprofen, ty snižují koncentraci melatoninu. Pacienti s těmito medikacemi hlásí vedlejší

účinky, jako jsou poruchy spánku, orientace, ale i vidění. Tyto komplikace zaznamenali i zdraví jedinci s úbytkem melatoninu. [22]

4. Ergonomie

„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ [23]

Tato kapitola se zabývá pouze těmi aspekty kancelářské ergonomie, které přímo souvisí se zrakovým aparátem.

4.1. Displej

Monitor by měl být umístěn tak, aby horní okraj byl ve výši očí a byl kolmo na přirozený směr pohledu. Vzdálenost displeje od očí se odvíjí od jeho velikosti, průměrná vzdálenost se pohybuje mezi 45 až 70 cm. Znaky musí mít ostré kontury a kolísání jasu v čase nesmí být v takové míře, aby bylo viditelné. [23][24]

Dívání se do monitoru je odlišné oproti čtení tištěné stránky. Často, zvlášť na PC monitorech, nejsou písmena na monitoru ostrá, úroveň kontrastu písmen k pozadí je utlumena a přítomnost odrazů a oslnění na obrazovce může ohrožovat zrak. Obnovovací frekvence udává počet, kolikrát se za vteřinu obnoví celá obrazovka. Pro hodně monitorů je obnovovací frekvence 60 Hz, to může způsobovat blikání a tím pádem vzniká dojem, že se obraz pohybuje. Optimální hodnota obnovovací frekvence je 70-85 Hz. Blikání může také stimulovat oči k akomodaci a únavě vizuálního systému. Proto je nezbytné nastavit jas, kontrast a velikost písma k dosažení nejlepšího výsledku pro pohodlné vidění. [25]

4.2. Světelné podmínky

Ve většině pracovních oblastí existuje několik příčin světlem vyvolané oční námahy, včetně oslnění z lesklých stěn a povrchů, odrazů z monitorů, nadměrného oslnění z vnějšího i vnitřního prostředí. Je důležité umístit obrazovku počítače tak, aby nedošlo k oslnění, zejména od stropního osvětlení nebo oken. Vnější světla a odrazy mohou být často sníženy nebo eliminovány zatažením závěsu nebo žaluzií. [25]

Při používání počítačů by osvětlení z monitoru mělo být přibližně poloviční než osvětlení v celé kanceláři. Snížení osvětlení lze dosáhnout použitím méně žárovek nebo žárovek s nižší svítivostí. Přesunutím monitoru a/nebo zavřením žaluzií je možné zajistit, aby okna v místnosti neoslňovala monitor, dokud nebude oslnění minimalizováno. Někdy je nutné nainstalovat stmívačový spínač pro stropní světla (pokud jsou příliš jasná) nebo použít stolní lampu s pohyblivým stínidlem, která rozkládá světlo rovnoměrněji po pracovní ploše. [25]

Pokud nelze oslnění ze světelných zdrojů omezit, je vhodné zvážit použití filtru proti oslnění. Tyto filtry snižují množství světla odraženého z obrazovky. V podmínkách, kde nelze vnější světlo redukovat, může kryt počítače snížit oslnění a odrazy. Ve většině případů antireflexní vrstva na brýlových čočkách pacienta pomůže snížit oslnění a odrazy. [25]

Obr. 4-1 Důležité aspekty při práci na PC [25]

5. Oční cviky

Práce na PC je repetitivní činnost vykonávaná převážně v sedě, což neprospívá pohybovému aparátu ani očím. Kromě pravidelných pauz, kdy by se měl pracovník věnovat jiné než povinné činnosti např. chůze či protažení celého těla, by měla být do zdravotních přestávek zařazena oční gymnastka.

5.1. Oční gymnastika

Soubor očních cviků můžeme označit jako oční jóga nebo oční gymnastika. Jelikož jsou oči dlouholetým vývojem formovány k pozorování vzdálených předmětů v různých směrech, je třeba oči cvičit, ideálně každý den. V současné době náš zrak ulpívá hlavně na elektronických zařízeních jako např. mobily, televize, počítače apod. Okohybné svaly se při cvičení pohybem očí zároveň sami přirozeně masírují a to přispívá k lepšímu a rychlejšímu metabolismu zrakového orgánu. [26][27]

Během cvičení je potřeba být uvolněný a snažit se pohybovat očima až do krajních poloh. Mezi cviky zapojit relaxaci očí tím, že budou na 5 až 10 vteřin zavřené. Kromě prvního a posledního kroku, ostatní probíhají při otevřených očích.

1. Zavřít oči na 30 vteřin
2. 10x se podívat doprava a doleva
3. 10x se podívat nahoru a dolů
4. 5x se podívat do úhlopříčky zprava nahoře vlevo dolů
5. 5x se podívat do opačné úhlopříčky – tedy zleva nahoře doprava dolů
6. 5x zakroužit očima doprava
7. 5x zakroužit očima doleva
8. 5x ostřit střídavě do dálky a na blízko
9. 5x zašilhat nahoru
10. 5x zašilhat dolů
11. 10x zamrkat
12. 10x jemně masírovat krouživými pohyby. [26][27]

5.2. Pravidlo 20/20/20

Po 20 minutách práce na PC oči uvolnit díváním na jakýkoliv předmět vzdálený minimálně 20 stop (≈ 6 m) po dobu 20 vteřin. Neopomínat mrkání. [28]

5.3. Free space techniky

Tyto techniky jsou používány hlavně u dětí se strabismem, ale osvědčily se i u dospělých pacientů, kteří mají malé fúzní rezervy. Cílem je tedy posílení vergenčního systému. Oblibu si získaly svou jednoduchostí a nenáročnými požadavky na vybavení, proto jsou vhodné i pro domácí cvičení. [29]

Fúzní rezervy (=fúzní vergence) poskytují komplexnější přehled o binokulárním stavu. Popisují schopnost motorického systému sloučit vjemy pravého a levého oka i v případě, že lokalizace fixovaného předmětu v prostoru je pro každé oko jiná. Jednotkou rozsahu fúzních rezerv je prizmatická dioptrie pD. [30]

5.3.1. Jump pen

Tímto cvičením se pacient naučí percepci fyziologické diplopie. Jako pomůcky postačí prsty, ideálně dvě tužky. Pacient před sebou drží dvě tužky a střídavě fixuje na bližší a vzdálenější hrot tužky. Zaostřením na vzdálený hrot se blízký hrot rozdvojí (zkřížená diplopie), tj. obraz pravého oka se nachází vlevo a obraz levého oka je vpravo. Fixuje-li na blízký hrot, vzdálený je rozdvojený (nezkřížená diplopie). [29]

5.3.2. Tři kočky

Pacient drží obrázek se dvěma kočkami ve vzdálenosti na délku ruky. Mezi kočkami jsou drobné kontrolní rozdíly pro účel ověření správného fúzování obrazů. Pacient umístí tužku do poloviny vzdálenosti oči – obrázek tak, aby se nacházela uprostřed koček a snaží se obrazy koček sfúzovat. Spojením dvou neúplných koček vzniká vprostřed kočka třetí a pacient usiluje o co nejdelší udržení tohoto vjemu. Pro znesnadnění úkolu se uplatňuje větší rozestup koček. [29]

Obr. 5-1 Tři kočky [29]

5.3.3. Nácvik díry v dlani

Cvičení spočívá ve vytvoření optického klamu. Pacient si dá před jedno oko ruličku a před druhé dlaň těsně ke konci ruličky. Pacient se dívá vnitřkem ruličky a vlivem konvergence se otvor ruličky přesune do dlaně. Tím vzniká dojem díry v dlani. [29]

5.3.4. Brock string

Úkolem metody je vyvíjet kinestetické povědomí o konvergování a divergování. Dále rozvíjet schopnost dobrovolné konvergence a dostat blízký bod konvergence co nejblíže k očím (vzhledem k věku, např. dvacetiletý člověk má NPC v 10 cm a třicetiletý přibližně v 13 cm). K cvičení potřebujeme bílý provázek s různě barevnými korálky a tužku. [25]

Brock string je zjednodušeně dlouhý bílý provázek se třemi dřevěnými korálky odlišné barvy. Používá se primárně u pacientů s nedostatečnou konvergencí k vytvoření pocitu a povědomí o konvergenci a k normalizování blízkého bodu konvergence. Může být také použita u esoforiků k učení přesnosti vergenční reakce. K použití Brock stringu se jeden konec připne ke klice od dveří nebo jinému podobnému předmětu a pacient drží druhý konec na špičce nosu. [25]

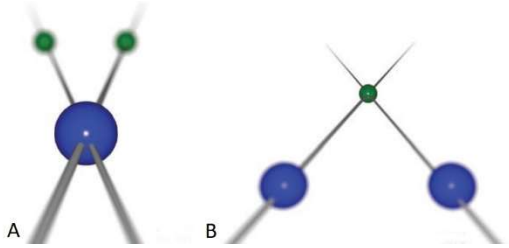
Krok 1

Je doporučeno použít nejprve pouze 2 korálky a provázek dlouhý cca 120 cm. Pacient musí provázek držet na špičce nosu. První korálek (červený) by měl být ve vzdálenosti cca 60 cm od pacienta a druhý (zelený) o dalších 30 cm dále. Požádejte pacienta, aby se díval na bližší korálek a popsal, co vidí. Měl by říct, že vidí zelený a 2 červené korálky, z důvodu fyziologické diplopie. Kromě toho by měl pacient vnímat 2 provázky křížící se v zeleném korálku s jedním provázkem z jeho pravého oka a druhého provázku z jeho levého oka. Požádejte pacienta, aby

se zaměřil na vzdálený korálek (červený) a měl by říci, že vidí jeden červený korálek s provázky křížícími v červeném korálku. Pacient uvidí také dva zelené korálky. Je důležité vysvětlit pacientovi účel cvičení. Jestliže pacient obtížně splnil vše, co se psalo výše, je několik možností, jak optometrista může vyřešit tyto problémy. [25]

- Nechte pacienta dotknout se korálku, který se snaží spojit. Tato kinestetická odezva někdy stačí k pomoci pacientovi dosáhnout jednotné vidění.
- Použít mínusové čočky k stimulaci akomodační konvergence.
- Navrhněte, aby se pacient snažil získat pocit, že kouká do blízka a jeho oči se kříží. [25]

Jakmile je pacient schopen fúzovat blízký a vzdálený korálek, instruujte ho, aby fixoval na bližší korálek 5 vteřin a poté zafixoval na vzdálenější korálek a opět setrval 5 vteřin. Toto opakuje třikrát a poté posuňte bližší korálek o cca 2,5 centimetru blíže k pacientovi, zatímco vzdálený korálek je stále v 60 cm. Nechte pacienta třikrát opakovat krok střídavého fixování na vzdálenou a blízkou kuličku, na každou 5 vteřin. Pokračujte přibližováním bližšího korálku, dokud pacient může úspěšně konvergovat na vzdálenost cca 5 cm od jeho nosu. [25]



Obr. 5-2 Vnímání pacienta při pohledu na blízký (A) nebo vzdálený (B) korálek při použití metody Brock string [25]

Krok 2

Jestliže nyní dokáže pacient konvergovat 2,5 – 5 cm před nos, měl by mít povědomí o tom, co je konvergence, pohled do blízka nebo křížení očima. Následujícímu kroku se říká „brouk na provázku“ a provádí se stejně, jako v kroku 1 s rozdílem, že korálky již nejsou na provázku. Cílem tohoto druhého kroku je pokračovat ve vývoji schopnosti konvergovat. Instruujte pacienta, aby fixoval na konec provázku a snažil se vidět 2 provázky křížící se na konci provázku. Nyní by měl pacient velmi pomalu fixovat blíž k sobě, dokud nebude fixovat na vzdálenost cca 2,5 cm před nosem. Je důležité zdůraznit pacientovi, že změna fixace z dálky

do blízka by měla být velmi pozvolná. Poté, co pacient umí konvergovat až k nosu, obraťte postup a naučte ho divergovat na konec provázku. Tuto proceduru opakujte několik minut. [25]

Krok 3

Posledním krokem je eliminovat používání provázku. Instruujte pacienta, aby se díval do blízka a snažil očima konvergovat dobrovolně. Tato konvergence by měla být velice pomalá a pozvolná. [25]

6. Korekce zohledňující práci s digitálním zařízením

6.1. Relaxační (úlevové) brýlové čočky

Brýlové čočky fungují na bázi přídavku do blízka. Protože cílová skupina jsou nositelé ve věku 18-45 let, jde o nízké adice do 1 D. Výrobci prezentují, že tato technologie napomáhá ke snížení oční námahy díky přidaným dioptriím ve spodní části čočky. Snižují akomodační úsilí, které je během práce s počítačem nepřetržitě aktivní. Dalším benefitem je úleva od bolesti zad, jelikož díváním se spodní částí čočky podporuje správné držení těla. [32]

6.2. Degresivní (kancelářské) brýlové čočky

Tyto čočky jsou navrženy pro presbyopy, kteří vyžadují větší zorné pole při pohledu na krátkou a střední vzdálenost. Jak název napovídá, jedná se o kancelářskou obdobu progresivních brýlových čoček. Podobně jako u progresivních čoček dochází k plynulé změně vrcholové lámavosti, přičemž u degresivních čoček je horní část určena k pohledu na střední vzdálenost a dolní část slouží jako čtecí zóna. Parametry pro zhotovení výrobci požadují ve formě adice a hodnoty na dálku nebo hodnoty na blízko a degrese, avšak zjednodušeně lze říct, že se výroba odvíjí od hodnot na blízko. [33]

6.3. Terapeutické zbarvení čoček

Existují speciální brýlové čočky, které poskytují 100% UV ochranu a bariéru proti modrému záření. Čočky zabraňují oslnění a zároveň snižují přecitlivělost na světlo. Nevýhodou je zkreslení barevného vnímání. [34]

6.4. Filtrace modrého světla

Dalším preventivním opatřením proti vysokoenergetické složce viditelného spektra jsou brýlové čočky s povrchovou úpravou, která redukuje propustnost této složky. V současnosti jsou monitory vybaveny režimy minimalizující vyzařování modrého světla, přesto se mohou najít pracoviště, která nedisponují nejmodernějším vybavením. Filtr modrého světla může být nezbytný např. v interiérech opatřených zářivkami. [35]

7. Experimentální část

Původní koncept experimentální části spočíval ve stanovení vízu za jednotných podmínek, v posouzení stávající korekce a pracovního prostředí u minimálně 20 probandů. K měření objektivní refrakce by bylo použito přenosného autorefraktometru Plusoptix řady A. Subjektivní refrakce by byla měřena pomocí zkušební brýlové obruby se zkušební sadou brýlových čoček a papírového optotypu na 5 m. Pacienti by byli následně informováni o formách prevence oční únavy, tedy o oční gymnastice, variantách brýlové korekce na počítač a nabyli by rad pro vytvoření optimálního pracovního prostředí. Avšak z důvodu vyvstalé pandemické situace nebylo možno výzkum touto cestou implementovat. Proto pro zpracování experimentální části byla zvolena alternativní metoda dotazníkového šetření.

7.1. Metodika

Praktická část mé bakalářské práce probíhala na základě vyhodnocování získaných dat z anonymního elektronického dotazníku, který vznikl spojením McMonnies dotazníku a Computer Use questionnaire.

McMonnies je určen ke zjištění suchého oka a má danou metodologii, kdy každá odpověď je bodově ohodnocena, tedy byl vyhodnocen na základě získaných bodů. Klasifikace je rozdělena do tří intervalů, přičemž normální stav je hodnocen maximálně 10-ti body, hraniční hodnoty indikující podezření na suché oko jsou v rozmezí 10–20 bodů a patologicky suché oko je hodnoceno 20-ti a více body. Protože se problém se suchým okem netýká pouze nositelů kontaktních čoček, byla na otázku „Současně používaná korekce zraku" zařazena do dotazníku možnost odpovědi „Brýle". V otázce „Zažíváte některý z následujících očních symptomů?" mohli respondenti zvolit více odpovědí a to z důvodu, že problém se suchým okem je často provázen více příznaky současně.

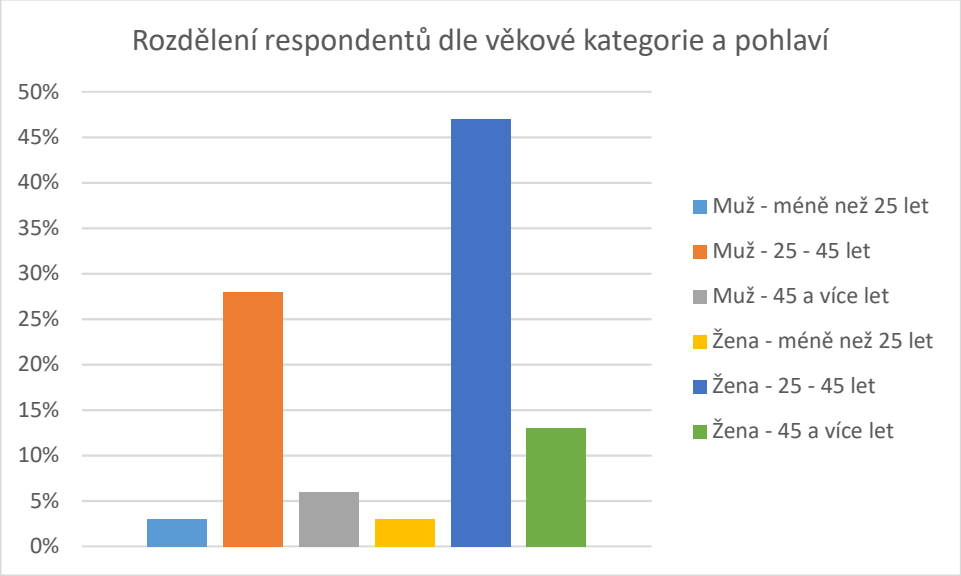
Computer Use questionnaire má otázky nastaveny pro obecné užití PC, proto byly vybrány otázky předpokládající spojitost s užitím PC v kancelářském prostředí a jeho vlivem na vidění. U otázek „Korekce zraku při práci na PC v zaměstnání", „Korekce zraku při práci na PC doma" a „Byla Vám předepsána korekce pro práci s PC, ale nepoužíváte ji?" byla nabídka odpovědí rozšířena o druhy korekcí, které v původním dotazníku chyběly. Dále byly doplněny dotazy týkající se aspektů kancelářské ergonomie a zrakové hygieny. U vybraných otázek byly sledovány hypotetické souvislosti mezi jejich odpověďmi. Z ostatních výsledků byl vyhodnocován současný stav kancelářské ergonomie a porovnáván s doporučeními. Pro

rozčlenění respondentů byl vybrán společný znak – typ používané korekce při práci na PC v zaměstnání, doma a předepsané korekce pro práci s PC, kterou nepoužívá. Tím vzniklo 12 okruhů respondentů včetně těch bez jakékoliv korekce. Dotazníkový výzkum spočíval v pozorování frekvence a závažnosti vizuálních a fyzických příznaků pro daný okruh z výběru populace.

Dotazníky byly rozeslány zaměstnancům několika českých firem prostřednictvím e-mailu. Jmenovitě se jedná o firmy Aero Vodochody Aerospace a.s., B. Braun Medical s.r.o., Česká spořitelna a.s., Linde Material Handling, mBank S.A. a další.

7.2. Výsledky dotazníkového šetření

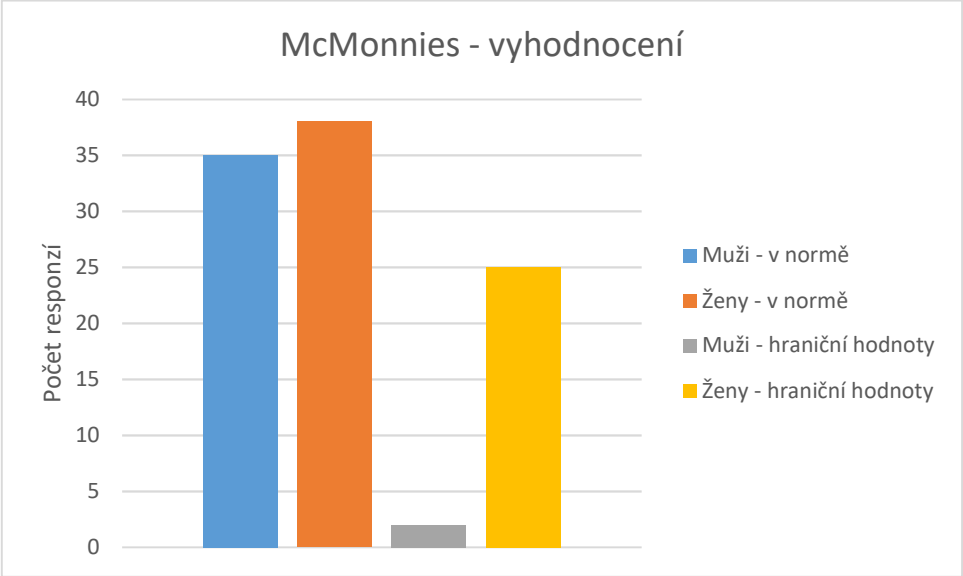
Dotazníkové studie se zúčastnilo celkem 125 respondentů s kancelářskou profesí. Po korekci výsledků muselo být 25 responzí vyřazeno nejčastěji z důvodu nepochopení dotazu. Respondenti byli rozřazeni podle věkových kategorií a pohlaví. Nejvíce byly zastoupeny ženy ve věkové kategorii 25-45 let a nejméně ženy a muži pod 25 let (Graf 7-1).



Graf 7-1 Rozdělení respondentů dle věkové kategorie

7.2.1. McMonnies dotazník

Z celkového počtu 100 dotázaných u otázky *„Zažíváte některý z následujících očních symptomů?"* označilo 30 % více než jeden symptom. Se 73% převahou se výsledné hodnoty pohybovaly v normě a u 27 % se vyskytly hraniční hodnoty signalizující podezření na suché oko (Graf 7-2).



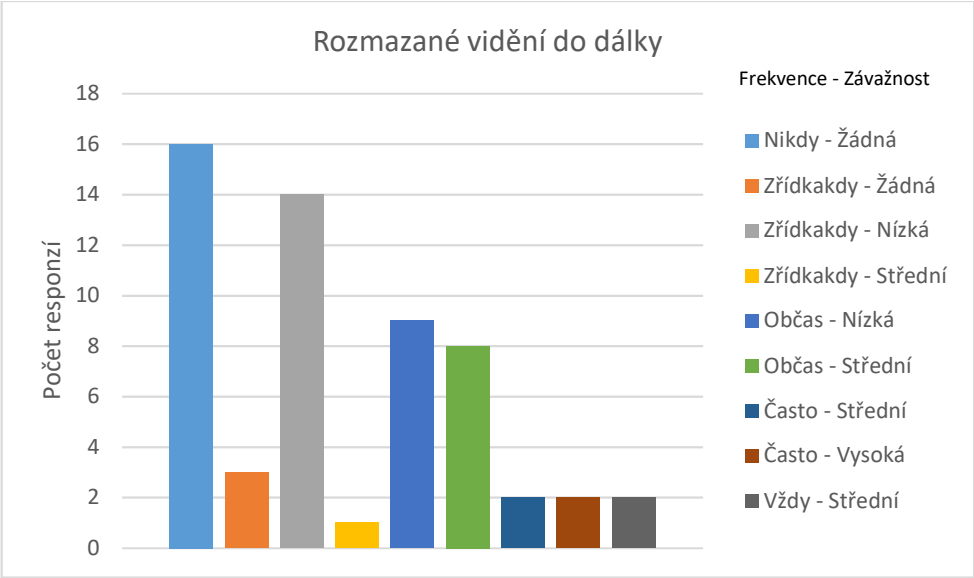
Graf 7-2 Rozložení výsledků z dotazníku pro zjištění suchého oka

7.2.2. Computer Use Questionnaire

Tato část obsahuje výsledky z nasbíraných dotazníkových dat ze dvou nejvíce zastoupených okruhů – respondenti nepoužívající korekci a používající jednoohniskovou korekci při práci s PC.

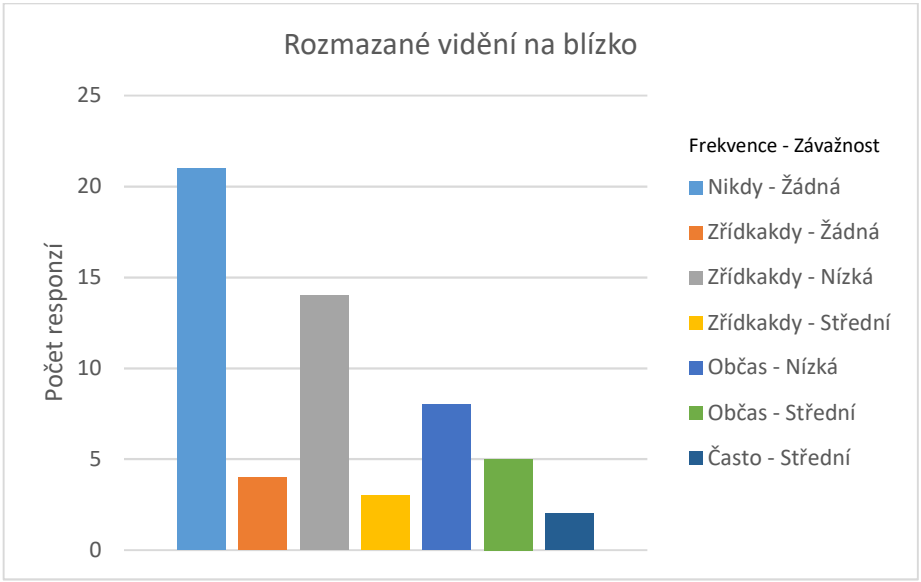
Respondenti bez korekce

Okruh respondentů bez korekce na PC zaujímal největší část a to v podílu 57 % z celkového výběru populace. Z grafu je patrné, že dohromady 41 dotazovaných zaznamenalo rozmazané vidění do dálky při nebo po práci na PC (Graf 7-3), průměrně s občasným výskytem za nízké až střední závažnosti.



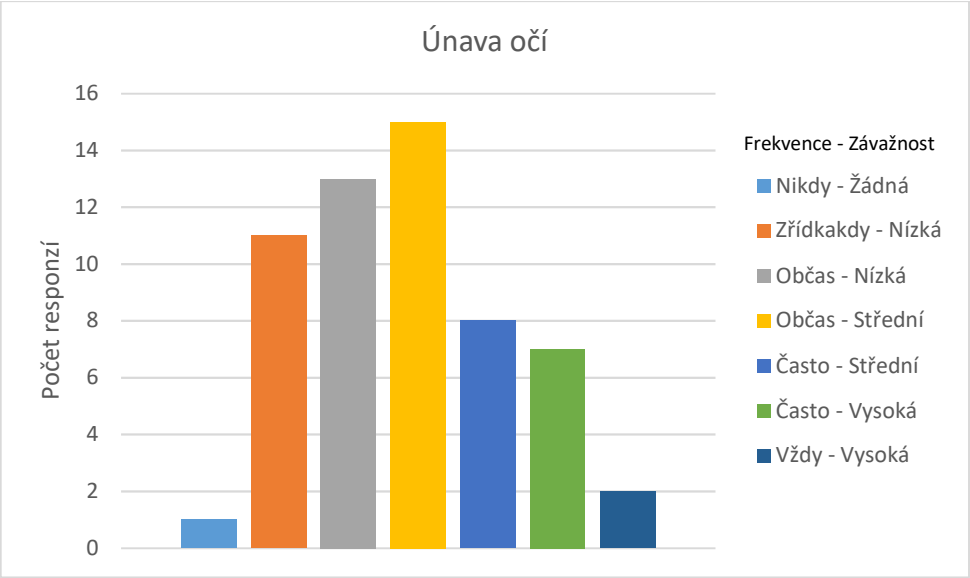
Graf 7-3 Rozmazané vidění do dálky během práce nebo po práci na PC – bez korekce

V 36 případech je subjektivně vnímáno rozmazané vidění do blízka, jak lze vyčíst z grafu nejčastěji s nízkou závažností (Graf 7-4).



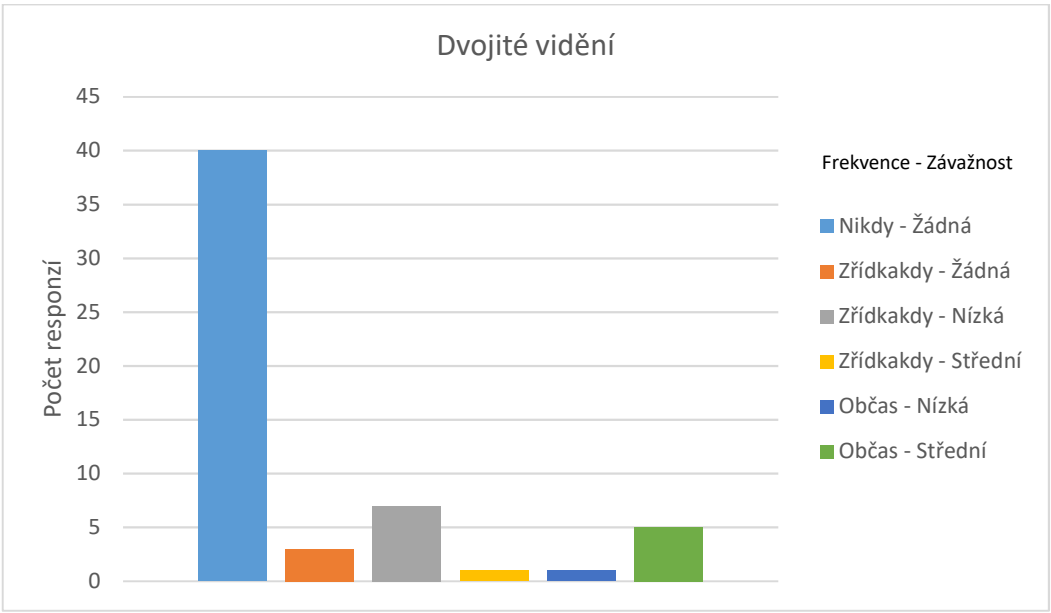
Graf 7-4 Rozmazané vidění na blízko během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Graf 7-5 je jasným ukazatelem, že 56 z 57 dotázaných pociťuje oční únavu a to s píkem ve střední závažnosti s občasným výskytem.



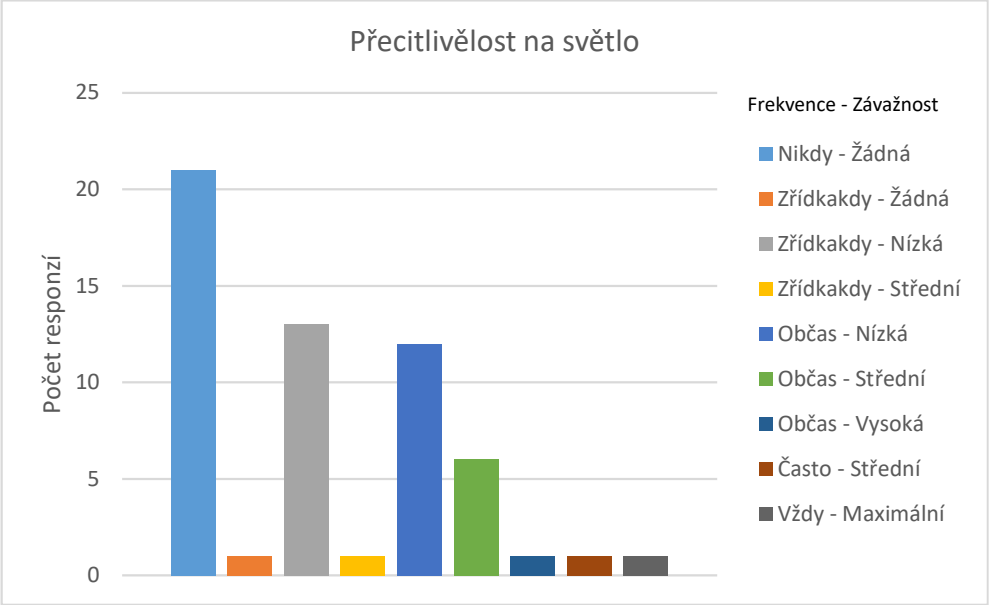
Graf 7-5 Únava očí během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Na základě vyhodnocených dat bylo zjištěno, že 17 respondentů se potýká s dvojitým viděním při jejich typu práce, grafické znázornění vypovídá o nízkých závažnostech (Graf 7-6).

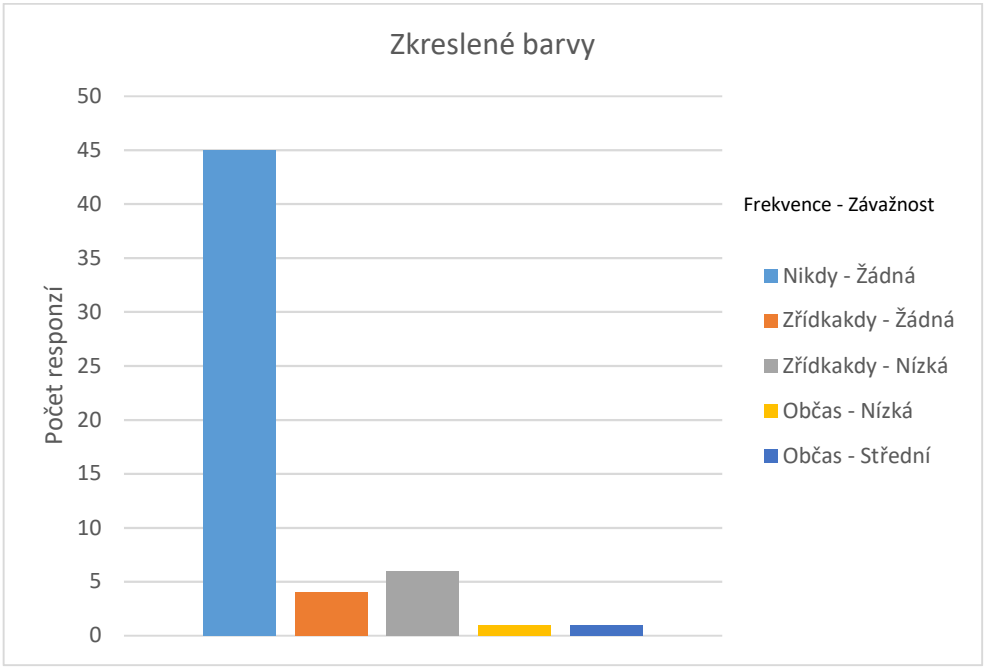


Graf 7-6 Dvojité vidění během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Z dotazníkové studie vyplývá, že v 36 případech je hlášena přítomnost přecitlivělosti na světlo, jak graf naznačuje, častý až vždy se opakující výskyt s vysokou závažností je ojedinělý (Graf 7-7). Následující graf udává, že se u 12 respondentů projevuje zkreslené vnímání barev, většinou při nízkých intenzitách závažnosti (Graf 7-8).

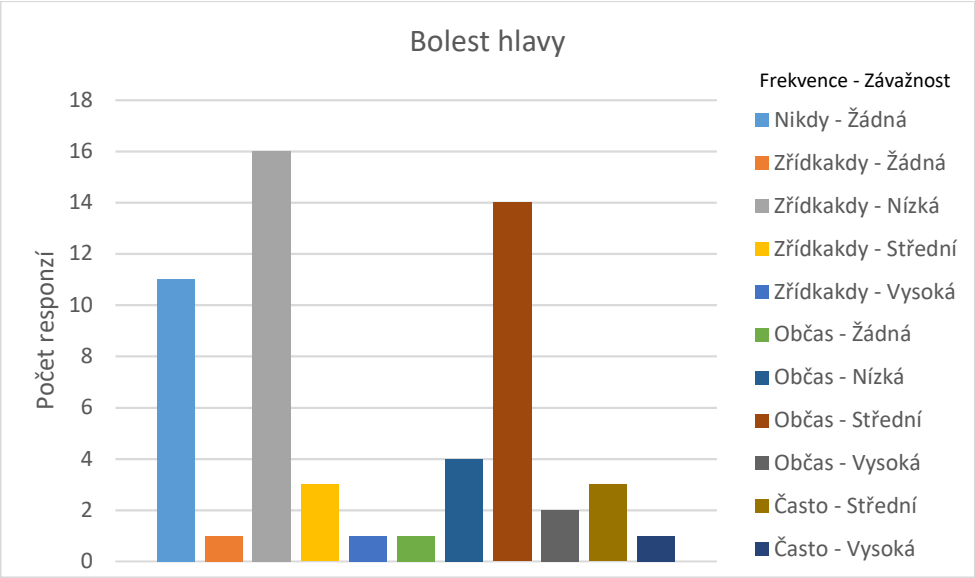


Graf 7-7 Přecitlivělost na světlo během práce nebo po práci na PC – bez korekce



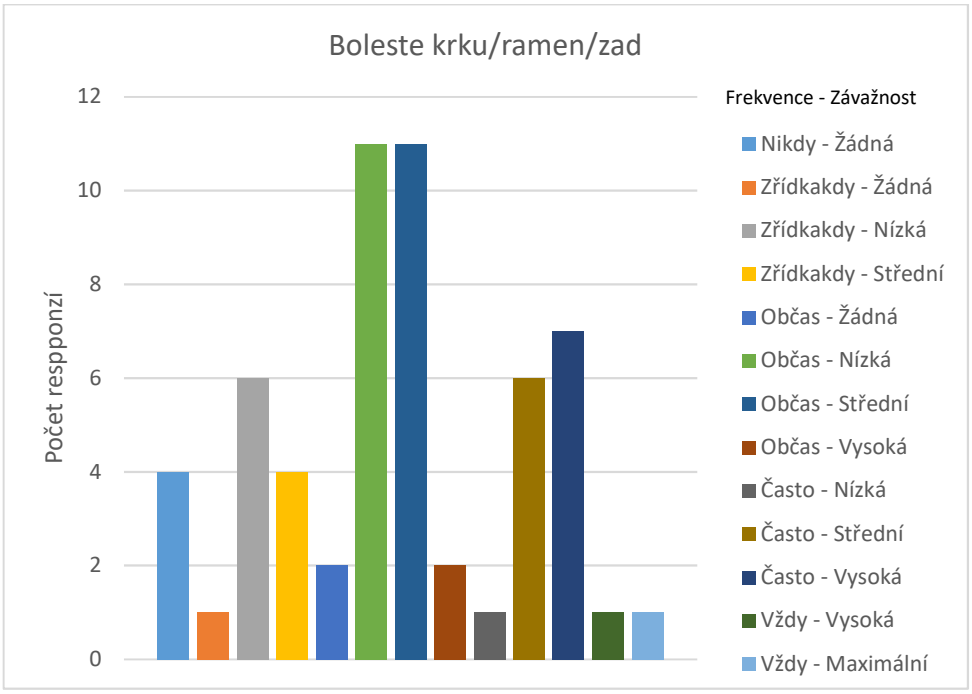
Graf 7-8 Zkreslené barvy během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Další ze sledovaných problematik byla bolest hlavy, která se projevila u 46 respondentů, jak vyobrazuje graf (Graf 7-9) s převahou nízké závažnosti za minimálního výskytu a střední závažnosti při občasných bolestech.



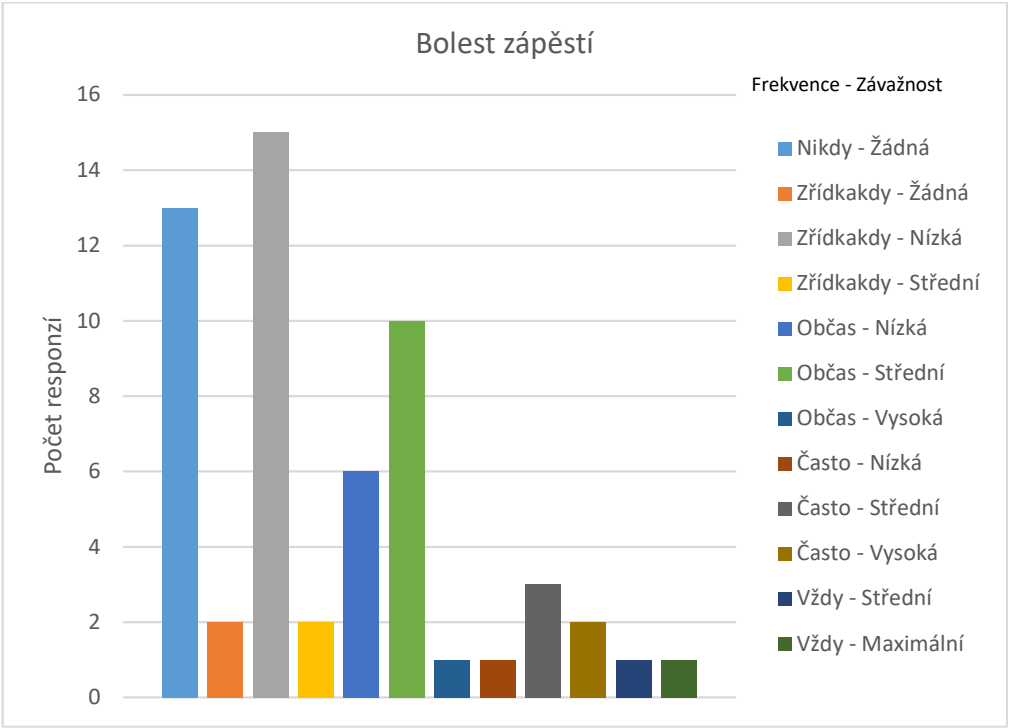
Graf 7-9 Bolest hlavy během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Pozorovány byly i přidružené komplikace jako jsou bolest krku, ramen a zad. Tento jev na sobě zpozorovalo celkem 53 dotazovaných, jak je z grafického znázornění (Graf 7-10) zřejmé, dva píky se týkají občasných projevů v nízké až střední síle.



Graf 7-10 Bolest krku/ramen/zad během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Součástí sledovaných fyzických příznaků je i bolest zápěstí. U respondentů bez korekce byla hlášena ve 44 případech. Na grafickém znázornění (Graf 7-11) lze vidět, že vysoké až maximální hodnoty se vyskytují ojediněle.

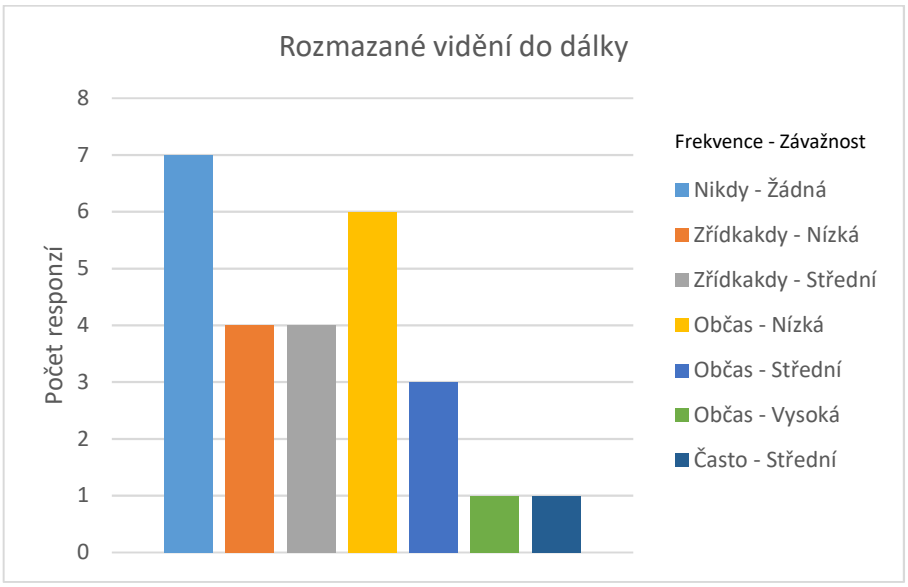


Graf 7-11 Bolest zápěstí během práce nebo po práci na PC – bez korekce

Respondenti s jednoohniskovou korekcí při práci na PC v zaměstnání a doma

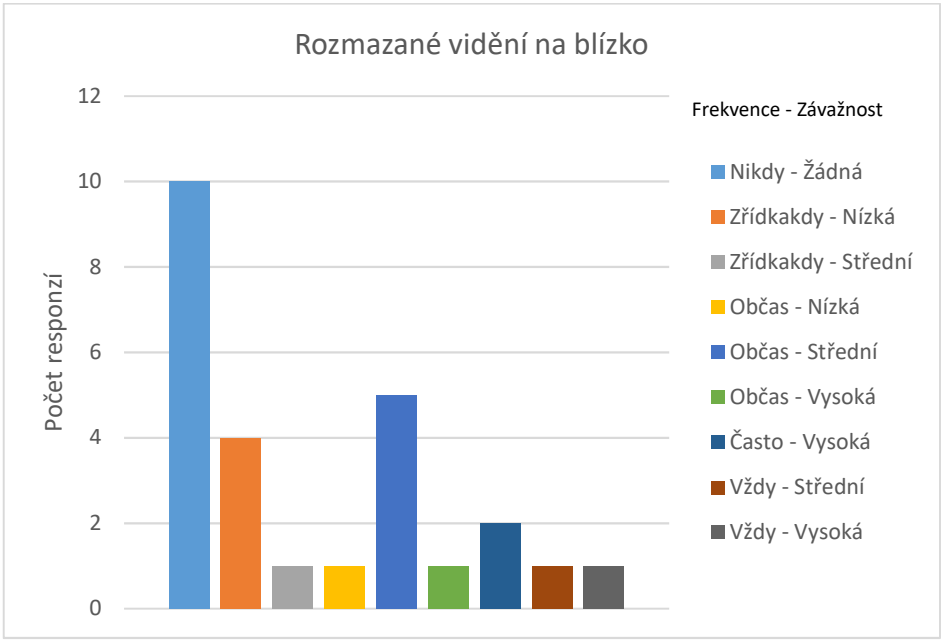
Druhou nejvíce zastoupenou kategorií, 26 % (=26 osob) z celku byli respondenti, kteří užívají jednoohniskovou brýlovou korekci při práci na PC jak v zaměstnání tak doma.

U 19 dotázaných se projevuje rozmazané vidění do dálky, viz Graf 7-12).



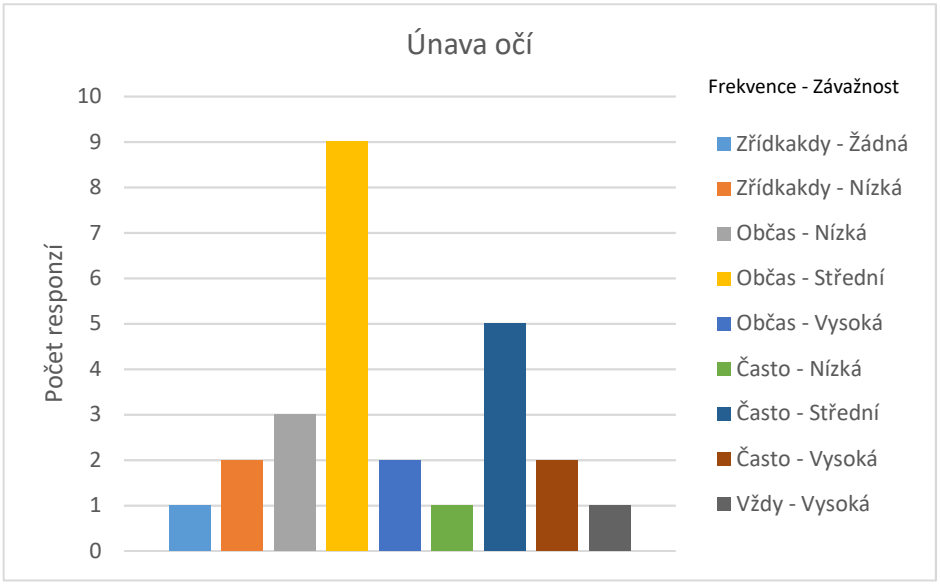
Graf 7-12 Rozmazané vidění do dálky během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

Rozmazané vidění na sobě pozoruje dohromady 16 dotazovaných. V 5 případech jde o občasné komplikace střední závažnosti.



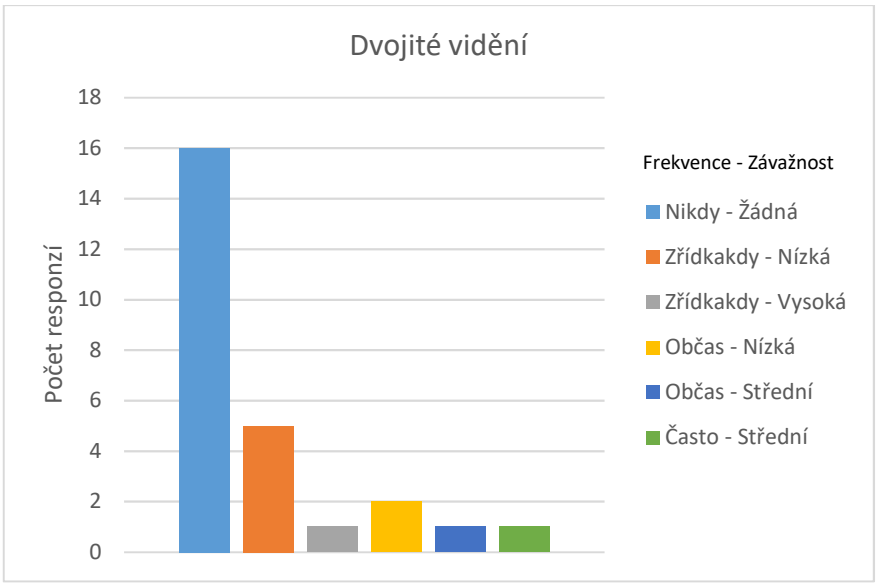
Graf 7-13 Rozmazané vidění do blízka během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

Dotazníkové šetření avizuje 100% nález oční únavy u nositelů jednoohniskové korekce. (Graf 7-14).



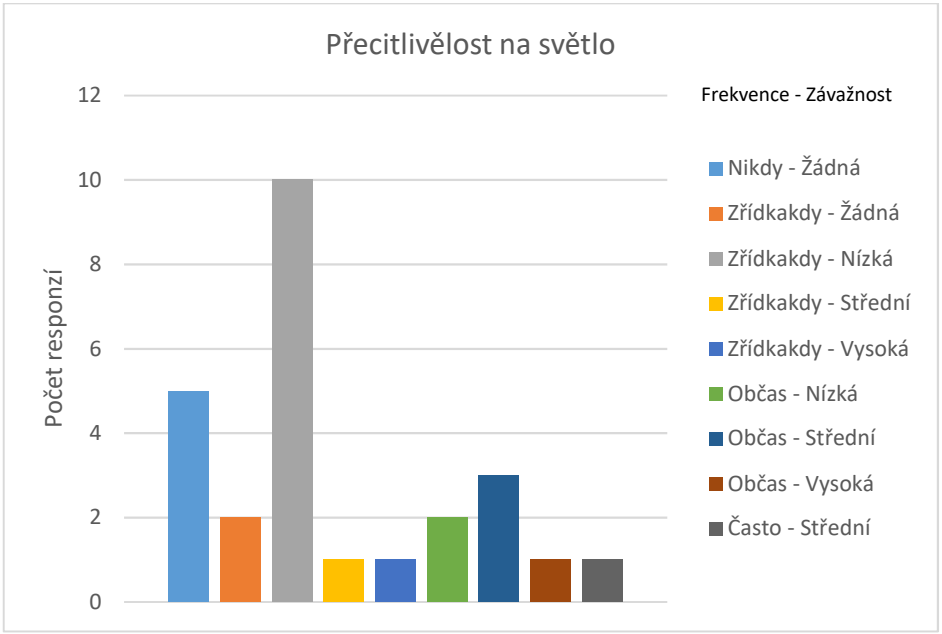
Graf 7-14 Únava očí během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

S dvojitým viděním většinou s nízkou až střední závažností se potýká 10 respondentů.



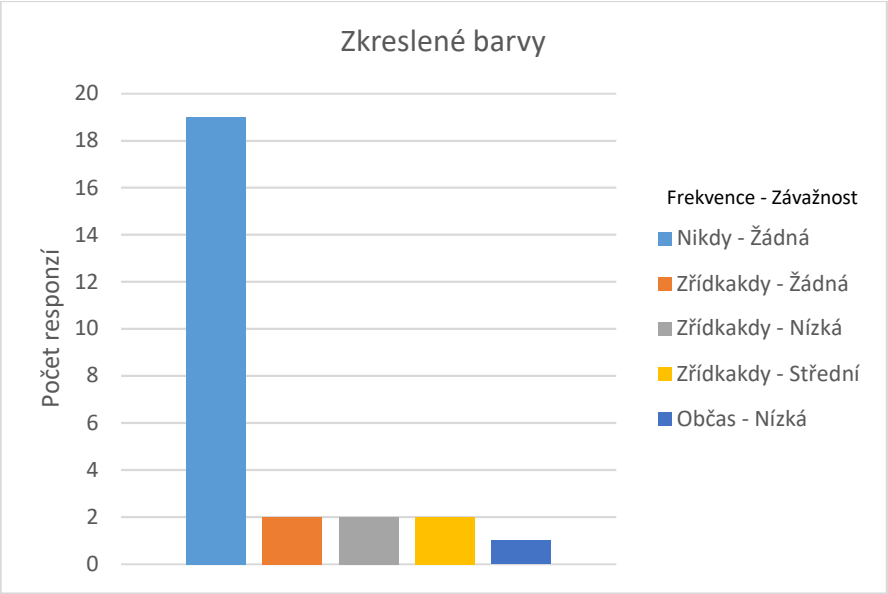
Graf 7-15 Dvojité vidění během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

Přecitlivělost na světlo avizuje celkem 21 zúčastněných. Pík je tvořen 10 respondenty s nízkou intenzitou problému při minimálním výskytu.



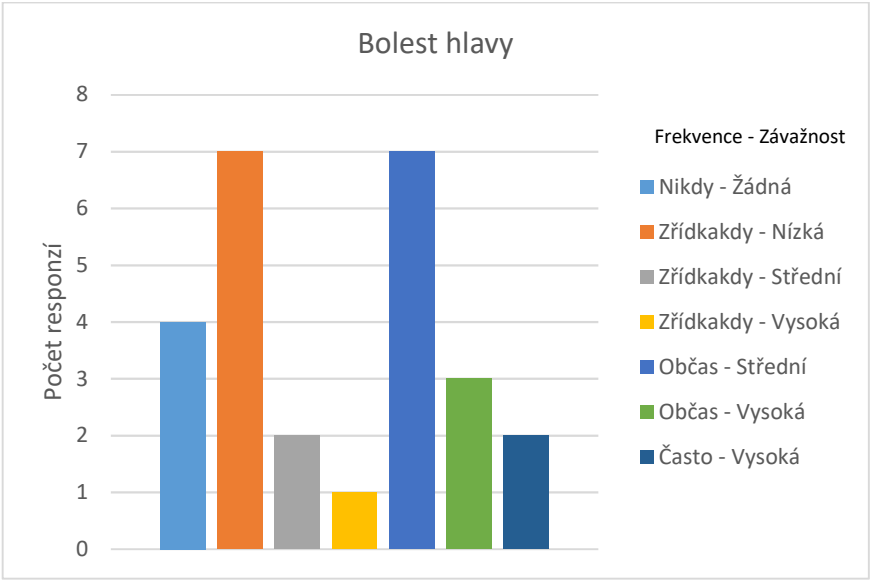
Graf 7-16 Přecitlivělost na světlo během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

V průměrně nízké závažnosti je vnímáno zkreslení barev v 7 případech.(Graf7-17).

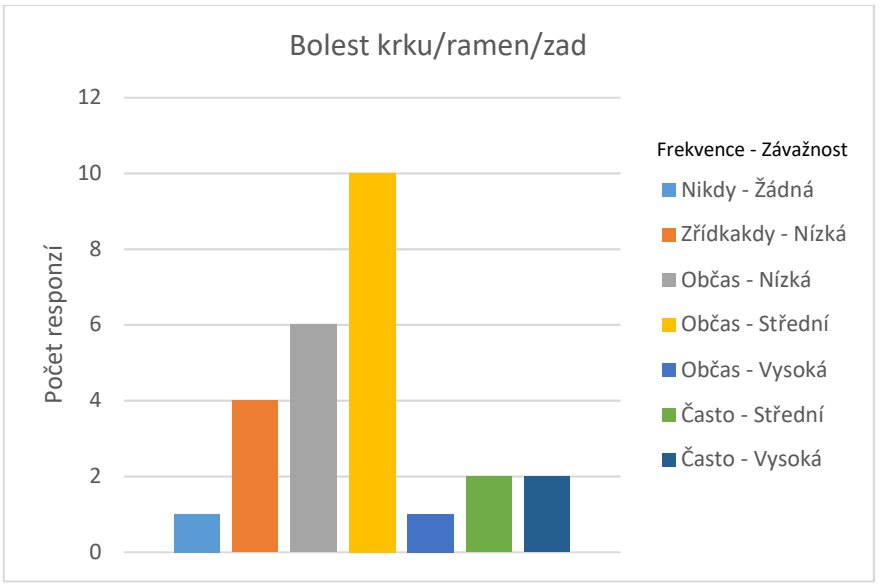


Graf 7-17 Zkreslené barvy během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

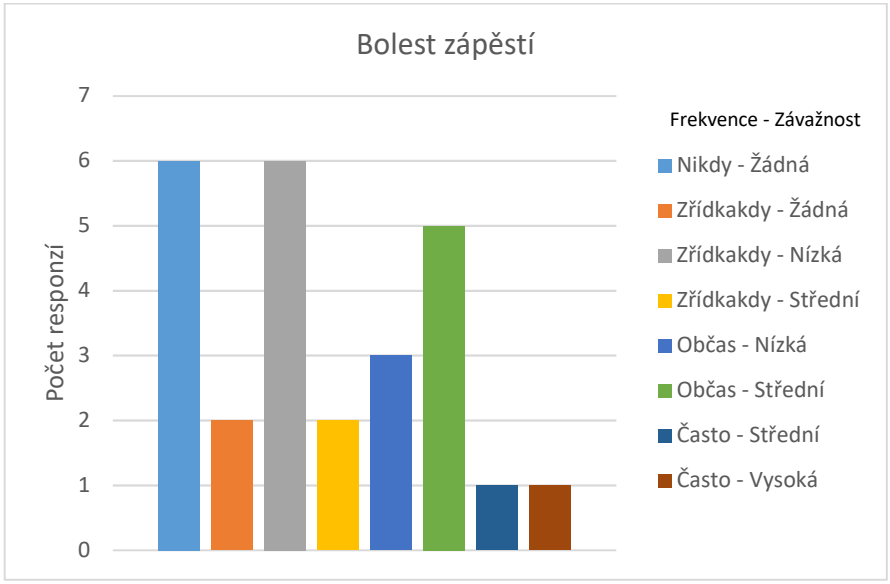
Jak už bylo zmíněno, součástí studie bylo zkoumání vlivu korekce na pohybový aparát během kancelářské práce nebo po ní. Bolest hlavy je hlášena ve 22 případech, komplikace s krkem/rameny/zády u 25 dotázaných a s četností 20 odpovědí byla hlášena bolest zápěstí.



Graf 7-18 Bolest hlavy během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

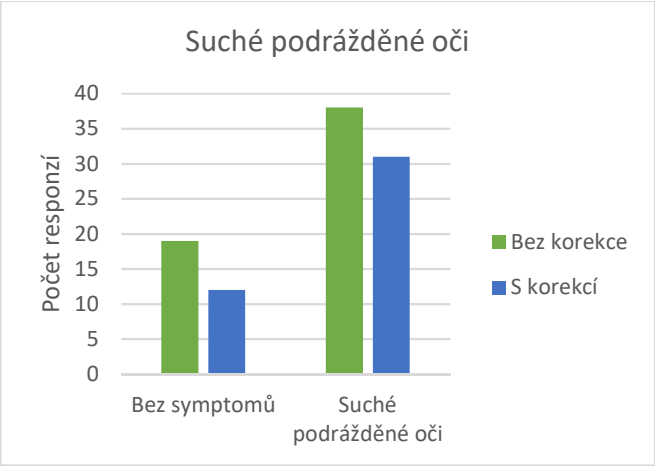


Graf 7-19 Bolest krku/ramen/zad během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

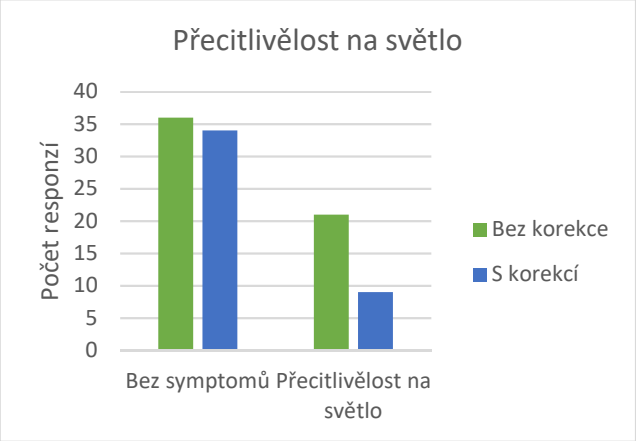


Graf 7-20 Bolest zápěstí během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce

Z grafu (Graf 7-21) je zřejmé, že výskyt suchého podrážděného oka při nebo po práci s PC se nejvíce projevil u kancelářských pracovníků, kteří nepoužívají jakoukoliv korekci, což je 38 % z celku. Graf 7-22 opět vypovídá o znatelném přínosu korekce u přecitlivělosti na světlo.



Graf 7-21 Srovnání symptomu mezi respondenty bez korekce a s korekcí

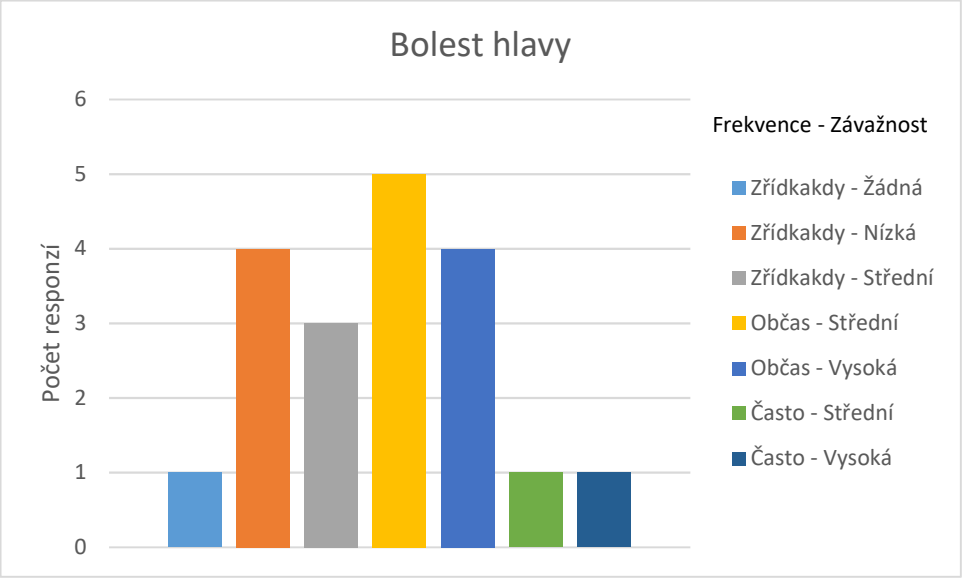


Graf 7-22 Srovnání symptomu mezi respondenty bez korekce a s korekcí

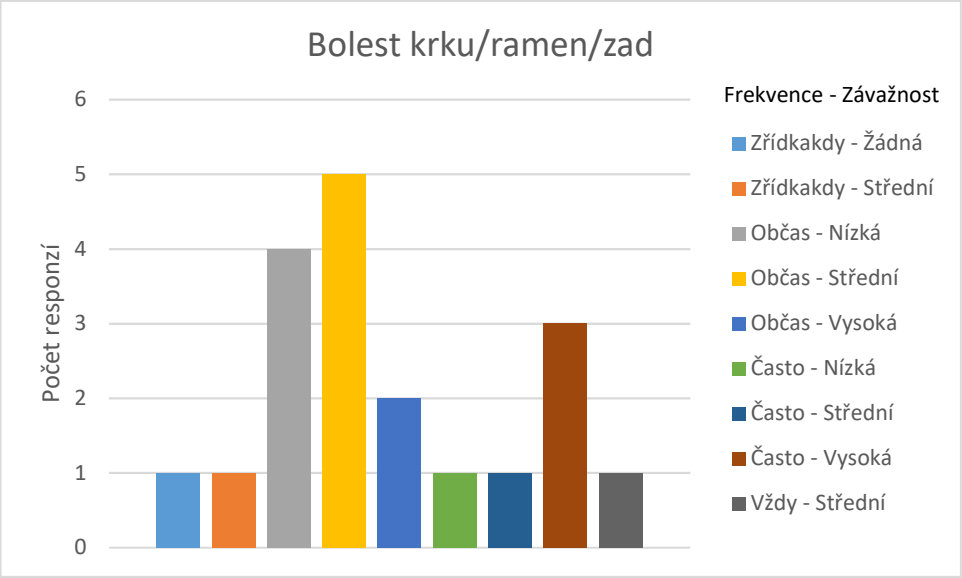
Ergonomické aspekty

Kromě vizuálních a fyzických příznaků byly sledovány a porovnávány ergonomické aspekty kancelářské práce, jako jsou umístění monitoru vůči očím, typy povrchů v kanceláři, vybavení kanceláře apod.

Dotazníkovou studií bylo zjištěno, že 74 % z výběru populace uplatňuje doporučenou vzdálenost očí od monitoru. Možnost nastavení výšky monitoru má 64 % a 77 % uvedlo možnost nastavení náklonu monitoru. Podmínku správné výšky horního okraje monitoru vůči očím splňovalo 48 % respondentů, 19 % odpovědělo, že má displej vůči očím nízko, současně u všech 19-ti odpovědí se vyskytl problém s bolestí hlavy a bolestí krku/ramen/zad (viz Graf 7-23 a 7-24), se 14% rozdílem byl stav u respondentů s monitorem vysoko vůči očím obdobný. Těchto 33 dotazovaných, kteří odpověděli, že mají monitor nahoře vůči očím, 19 z nich pociťuje suché podrážděné oči. Optimální umístění monitoru vůči oknu se vyskytuje v 73 % odpovědí. Odpověď na dotaz, zda bylo postřehnuto blikání monitoru byla v 31 % ano.

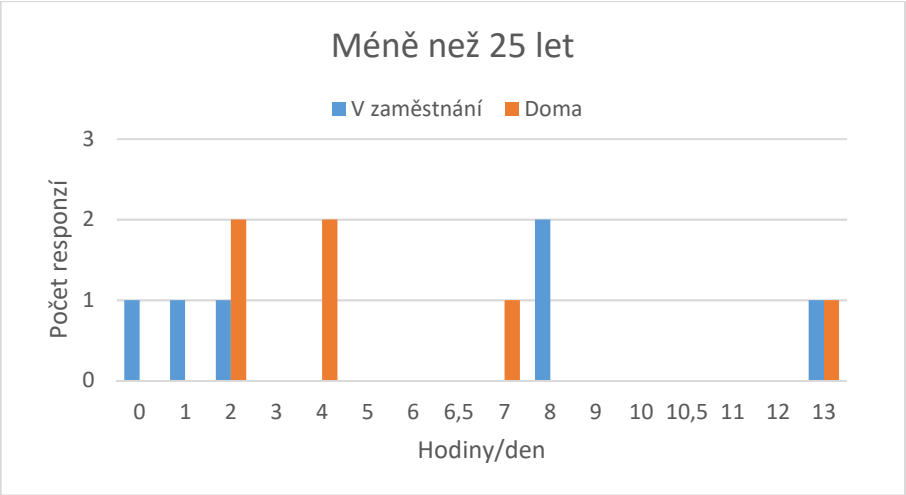


Graf 7-23 Bolest hlavy - špatná výška monitoru

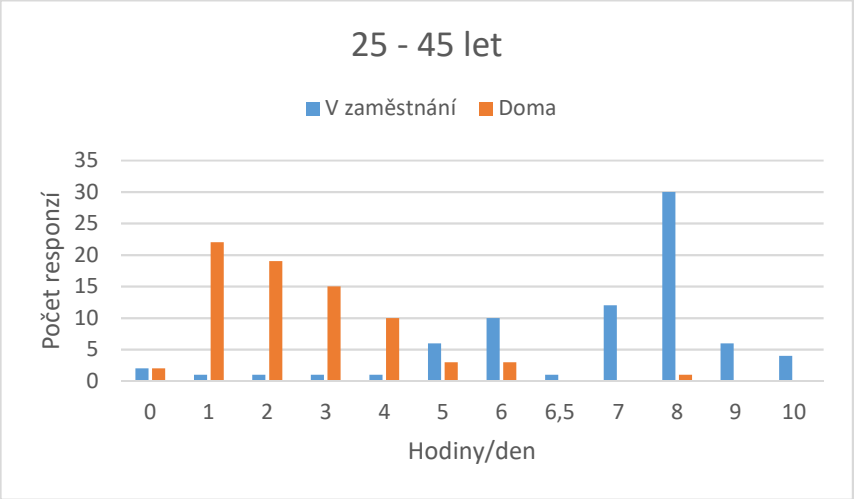


Graf 7-24 Bolest krku/ramen/zad - špatná výška monitoru

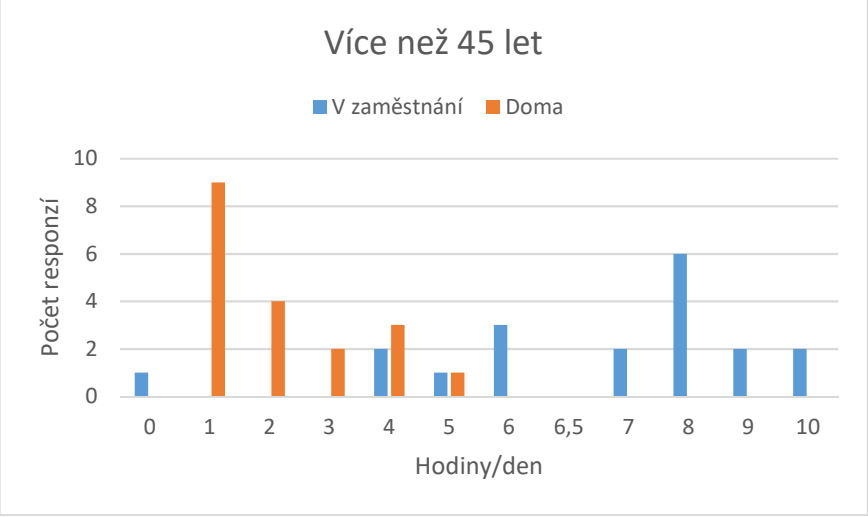
V následujících grafech jsou znázorněny četnosti odpovědí pro určité hodiny strávené na PC v zaměstnání a doma. Výsledná data byla rozčleněna do tří skupin: dotazovaní do 25 let, 25-45 let a starší 45 let. Ve věkové kategorii méně než 25 let je průměrný počet hodin strávených na PC v zaměstnání přibližně 5,3 hodin denně, pro věkovou kategorii 25-40 let to je 7 hod/den a pro kategorii více než 45 let 6,9 hodin denně.



Graf 7-25 Počet hodin denně strávených na PC - Méně než 25 let



Graf 7-26 Počet hodin denně strávených na PC - 25-45 let



Graf 7-27 Počet hodin denně strávených na PC - Více než 45 let

Protože kancelářská práce není jen o práci s počítačem, byly dotazy směřovány i na přidružené náležitosti spojené s tímto typem práce. Neméně podstatné je umístění referenčních materiálů, situace v tomto směru je, že 82 % nemá možnost nastavení výšky referenčních materiálů a pohodlné umístění podkladových materiálů bez nutnosti většího otáčení hlavy či pohybu krku má 42 % zúčastněných.

Tab. 7-1 Referenční materiály

Nastavitelná výška referenčních materiálů		Viditelnost referenčních materiálů bez otáčení hlavy nebo pohybu krku	
Ano	18 %	Ano	42 %
Ne	82 %	Ne	58 %

81 % dotazovaných si může regulovat světelné podmínky během výkonu práce. Z tabulky níže je patrné, že z větší části jsou kanceláře koncipovány s ohledem mimo jiné i na zrakovou pohodu.

Tab. 7-2 Typ povrchu kancelářských objektů

Typ povrchu zdí		Typ povrchu pracovního stolu		Typ povrchu nábytku	
Matný	Lesklý	Matný	Lesklý	Matný	Lesklý
89 %	11 %	74 %	26 %	78 %	22 %

Následující tabulka vypovídá o stavu osvětlení v kancelářském prostředí. Přisvětlení např. stolní lampou využívá 33 % respondentů.

Tab. 7-3 Typy osvětlení v kancelářích

Denní světlo	Žárovka	Zářivka	LED	Denní světlo + žárovka	Denní světlo + zářivka
21 %	2 %	22 %	2 %	8 %	33 %
Denní světlo + LED	Denní světlo + zářivka + LED	Denní světlo + žárovka + zářivka	Denní světlo + žárovka + LED	Zářivka + LED	
7 %	1 %	2 %	1 %	1 %	

Polohovatelnou židli (polohovatelné křeslo) má k dispozici 86 %, židli/křeslo včetně bederní/zádové opěrky uvedlo 66 %. Překvapivě málo dotazovaných využívá ergonomickou podpěru zápěstí k myši – 29 % a ke klávesnici – 7 %. Avšak i přes použití ergonomického vybavení respondenti hlásí bolesti zad a zápěstí.

Jakoukoliv formu zvlhčování očí používá pouze 31 % z celkového počtu. I přes vysoké procento respondentů – 69 %, kteří mají zkušenost se suchýma podrážděnýma očima, používá jakoukoliv formu zvlhčování pouze 27 z nich.

Tab. 7-4 Zvlhčování očí

Zvlhčování očí	Responze
Ne	69 %
Kapky	29 %
Spray (aplikace na zavřené oči)	1 %
Kapky + Gel (aplikace na oční okolí)	1 %

Oční únava se vyskytuje u 99 % ze 100 zúčastněných. K dosažení zmírnění únavy přispívají oční cviky, ty však používá jen 9 %.

Tab. 7-5 Oční cviky

Oční cviky	Responze [%]
Ne	91
Oční jóga	4
20/20/20	3
Oční jóga + 20/20/20	2

8. Diskuse

Implementací dotazníkového šetření bylo zjištěno, že u bezmála třetiny výběru populace bylo dosaženo hraničních hodnot pro stanovení suchého oka. Jelikož se nejedná o tzv. třídicí testy určené k verifikaci syndromu suchého oka, nelze s přesností určit, zda se jedná přímo o SSO nebo o komplikaci doprovázející jiné onemocnění. Na základě nastudované literatury se autorka domnívá, že přítomnost suchého oka je ovlivněna množstvím faktorů, kterými jsou např. pracovní environment, medikace, nošení kontaktních čoček nebo úrazy, které naruší integritu povrchu oka.

Přínosem realizace dotazníkového výzkumu je získání povědomí o subjektivním vnímání očních symptomů kancelářskými pracovníky během výkonu či po výkonu jejich práce. Byly porovnávány vizuální a fyzické symptomy ve vztahu k používané počítačové korekci a vůči stavu bez korekce během práce na PC.

Dle prostudované literatury lze usuzovat, že rozmazané vidění na dálku při absenci korekce může vycházet z nekorigované refrakční vady. Předčasná presbyopie vyvolaná nadužíváním akomodačního úsilí může vést k nepříjemnostem souvisejícím s rozmazaným viděním na blízko, jako hlubší příčina tohoto problému se jeví fakultativní myopie a odchylka v rovině binokulárního vidění. I v případě oční únavy může mít významné přičinění právě absence korekce, z grafu (Graf 7-5) je zřejmé, že téměř u všech zkoumaných se únava očí projevila. Předpokládanou příčinou dvojitého vidění (Graf 7-6) může být nekorigovaný astigmatismus, dekompenzovaná heteroforie či anizometropie. Dvojité vidění má pochopitelně mnoho příčin, ale z optometrického hlediska jsou řešeny ty, které lze řešit v rámci kompetencí optometristy tzn. refrakční (např. již zmíněné - astigmatismus, heteroforie, anizometropie) a extraokulární (např. decentrace korekční pomůcky) příčiny, v ostatních případech je třeba odkázat pacienta na oftalmologii. Přecitlivělost na světlo dokáže snížit korekce s terapeutickým zbarvením brýlových čoček. Za zhoršených světelných podmínek obyčejně dochází k rozšíření zornice za účelem zvýšení přísunu světla do oka. Tento jev může ovlivňovat vnímání barev z důvodu vyvstalé chromatické vady.

Nekompenzované refrakční vady mohou být zdrojem bolestí hlavy (Graf 7-9) či zad (Graf 7-10). Pokud je vjem neostrý, východiskem je kompenzační postavení hlavy a těla za účelem dosažení co nejlepšího obrazu. V rámci dlouhodobě špatného držení těla může docházet k bolestem zápěstí (7-11), kdy paže a předloktí svírají ostrý úhel a vlivem pnutí svalů vznikají obtíže, které jsou přeneseny z jiných struktur ruky.

Za povšimnutí stojí i hodnoty subjektivně vnímaných náznaků zrakového nepohodlí u nositelů jednoohniskových brýlí, přičemž problémy nastávají v průběhu práce s PC nebo po ní. Rozmazané vidění na dálku u nositelů korekce může odkazovat na podkorigovanou hypermetropii. Ve vzácných případech může dojít až ke spasmu akomodace, kdy křeč ciliárního svalu nedovolí relaxaci a pacient tak nevidí do dálky. Za rozmazaným viděním na blízko může být překorigovaná myopie nebo nekompenzovaná presbyopie (Graf 7-13). Korekční nedostatečnosti (dekompenzovaná heteroforie, anizometropie) mohou generovat jak oční únavu, tak dvojité vidění. Dalším původcem očních komplikací může být špatně zhotovená korekce – decentrace optických středů vůči zornicím či poškození brýlových čoček. Přecitlivělost na světlo u dotazovaných bez korekce procentuálně převyšuje fotosenzitivitu u respondentů s korekcí (všechny typy korekce). Lze tedy odvodit, že korekční pomůcka může do jisté míry tvořit bariéru oka v silně osvětlených prostorách. Avšak přímá souvislost s korekcí je neprůkazná, přecitlivělost na světlo může být projevem fotofobie vyvolané např. bolestí hlavy nebo keratitidou. Zkreslené vnímání barev bývá ovlivněno použitými materiály brýlových čoček, např. fotochromatické brýlové čočky mají v interiéru zbytkovou barvu v neaktivním stavu přibližně 10 % (v závislosti na typu a značce). Podobná situace je v případě brýlových čoček s terapeutickým zabarvením k filtraci modrého světla.

Bolest hlavy, krku/ramen/zad a zápěstí může signalizovat reakci těla na špatnou korekci (decentrace brýlových čoček, nevhodně zvolený typ obruby, v jiném případě decentrovaná kontaktní čočka) a uživatel si vyrovnává neostrost vjemu pomocí vlastních „kompenzačních mechanizmů".

Z porovnávání dopadu korekční pomůcky na nález suchých podrážděných očí (Graf 7- 21), je přínos korekce znatelný. Obdobná výhoda nošení korekce je vidět na Grafu 7-22.

Nedílnou součástí myšlenky vizuální ergonomie je snaha o vytvoření optimálního kancelářského prostředí. Doporučovaná vzdálenost monitoru od očí je 40-70 cm, přesněji v závislosti na velikost monitoru. Displej by měl umožňovat nastavení výšky, kdy horní okraj displeje je v úrovni očí, a náklonu – kolmo na přirozený směr pohledu. Optimální variantou umístění monitoru v prostoru je monitor bokem k oknu. Blikání monitoru je záležitost nastavení a vlastností daného přístroje, každopádně blikání/vlnění stimuluje oči k akomodaci, což má za následek astenopické potíže. Za blikáním je pravděpodobně nízká (pod 60 Hz) obnovovací frekvence. Neméně podstatné je umístění referenčních materiálů, ty by měli být výškově nastavitelné nebo alespoň být vidět bez výrazného otáčení hlavy nebo pohybu krku.

Regulace denního světla je důležitá zejména v letních měsících, kdy přímé světlo dopadající na displej a pracovní plochy může způsobovat odlesky snižující komfort vidění při

práci. Optimální hodnota intenzity osvětlení - množství světla na m^2 je pro kancelářskou činnost 300-500 lux. Číselnou hodnotu z dotazníku sice nelze zjistit, ale je známo, že špatné osvětlení snižuje efektivitu člověka až o 30 % [36]. Druh osvětlení je klíčový ve smyslu podílu obsažené modré složky a její vliv na lidský biorytmus, který se řídí právě modrým světlem. Nejvíce HEV světla je obsaženo v denním světle, s jehož úbytkem slábne i modrá složka. Od toho se odvíjí tvorba spánkového hormonu melatoninu a tzv. hormonu dobré nálady serotoninu. Sekrece melatoninu probíhá během noci a brzkých ranních hodin, proto nadužívání digitálních zařízení a pobyt v interiérech osvětlovaných zářivkami či LED osvětlením ve večerních hodinách může vyvolávat pocit nabuzení a dezorientaci organismu a tak narušit biorytmus. Pro práci je tedy nejvhodnější denní světlo s případným přisvětlováním jak stropním světlem, tak stolní lampou. Pro noční práci se jako nejpříhodnější jeví klasická žárovka s teplým světlem.

9. Závěr

Počáteční kapitoly věnuji stručnému úvodu do anatomie krčních svalů, anatomie oka a vybraných přídatných orgánů oka. Dále uvádím možné původce vzniku oční únavy spojené s prací na počítači a jejich předpokládané důsledky. Následující kapitola popisuje oční cviky, které by při každodenním uplatnění snížily oční únavu. V konečné teoretické části píši o speciální korekci, která zohledňuje práci s počítačem.

V praktické části byly zkoumány souvislosti mezi jednotlivými typy korekcí a vizuálními a fyzickými příznaky. Stejný postup byl aplikován na skupinu 57 responzí bez uvedené korekce na PC. Do práce byly zahrnuty pouze výsledky ze vzorku 26-ti respondentů s jednoohniskovými brýlovými čočkami používanými na PC a ze skupiny účastníků s absencí korekce. Vyhodnocená data z ostatních okruhů byla nepublikovatelná pro nedostatek responzí k jednotlivým druhům korekcí, výsledky pozbývaly validity. U jednotlivých symptomů byly uvedeny předpokládané korelace, ale aby mohla být platnost výsledků stvrzena, mělo by proběhnout měření refrakce v jednotných podmínkách a následné vyplnění dotazníku za asistence optometristy, aby nedocházelo k chybám z nepochopení dotazu či chybám z nepozornosti. Pro potvrzení opakovatelnosti příčin je stěžejní podmínka dostatečného počtu, alespoň 20 pacientů pro každý typ korekce.

Součástí studie bylo i hledání a pozorování spojitostí mezi jednotlivými aspekty ergonomie a fyzickými příznaky. Pro příklad: byla sledována korelace mezi absencí polohovatelné židle a bolestmi krku/zad/ramen a bolestí hlavy, dále bolest zápěstí při využití podpěry zápěstí a bez ní. Předpokládané spojitosti nebyly potvrzeny. Bohužel se nepodařilo objasnit, proč tomu tak je.

Závěrem bych dodala, že stav kancelářské ergonomie z hlediska kvality vybavení je dle mého názoru na vysoké úrovni. Z pohledu snahy o dosažení maximálního komfortu vidění během práce na digitálních zařízeních by se měla více prosazovat brýlová korekce zohledňující tento druh práce a současně respektovat pracovní podmínky a návyky při měření refrakce.

Seznam použité literatury

[1] *Česká oční optika: Biofinity energys chytré řešení proti digitální únavě*. Praha: Expo Data, 2018, **2018**(4). ISSN 1211-233X.

[2] *Česká oční optika: Odvrácená strana světla a řešení pro náš zrak*. Praha: Expo Data, 2019, **2019**(2). ISSN 1211-233X.

[3] MOJR, Viktor. Barva, energie a světlo: Pohled na svět očima fotochemika. *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2016 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: https://www.vscht.cz/popularizace/doktorandi-pisou/mojr

[4] *Omega-optix: EXACTDS SMART* [online]. Brandýs nad Labem, 2018 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: https://www.omega-optix.cz/brylove-cocky/exactds-smart

[5] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Práce a vidění*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999. ISBN 80-701-3275-2.

[6] NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-206-0.

[7] POUŠEK, Lubomír. Cvičebnice anatomie pro studenty biomedicínského inženýrství I. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-03994-6.

[8] MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.

[9] Platysma. *WikiSkripta* [online]. Praha: Projekt 1. lékařské fakulty a Univerzity Karlovy, 2019 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Platysma

[10] Musculus sternocleidomastoideus. *WikiSkripta* [online]. Praha: Projekt 1. lékařské fakulty a Univerzity Karlovy, 2018 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: www.wikiskripta.eu/w/Musculus_sternocleidomastoideus

[11] Základy anatomie pohybového ústrojí. *Informační systém Masarykovy univerzity* [online]. Brno: Fakulta sportovních studií, 2012 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_I/pages/svaly_krku.html

[12] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění* [online]. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014 [cit. 2019-12-21]. ISBN 978-80-247-3992-2.

[13] Slzný film. *WikiSkripta* [online]. Praha: Projekt 1. lékařské fakulty a Univerzity Karlovy, 2018 [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Slzn%C3%BD_film

[14] Okohybné svaly. *WikiSkripta* [online]. Praha: Projekt 1. lékařské fakulty a Univerzity Karlovy, 2019 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Okohybn%C3%A9_svaly

[15] ERBAN, Václav. *Zdravotní, pracovně-hygienické, preventivní a sociálně-psychologické otázky a problémy v podnicích a v jiných provozech*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. ISBN 978-80-7372-172-5.

[16] *Zraková únava*. Olomouc, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Lucie Machýčková.

[17] CHAWLA, Ashis et al. Computer Vision Syndrome: Darkness Under the Shadow of Light. *Canadian Association of Radiologists Journal* [online]. 2019, February 2019, **2018**(1), pages 5-9 [cit. 2019-12-28]. DOI: https://doi.org/10.1177/SAGE-JOURNALS-UPDATE-POLICY. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0846537118301864#!

[18] *Česká oční optika: Syndrom suchého oka*. Praha: Expo Data, 2019, **2019**(2). ISSN 1211-233X.

[19] CRAIG, Jennifer P. et al. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *The Ocular Surface* [online]. 2017, **2017**(15), 276-283 [cit. 2019-12-26]. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1542012417301192?via%3Dihub

[20] ROSENFIELD, Mark. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2011, **31**(5), 502-515 [cit. 2019-12-28]. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x. ISSN 02755408. Dostupné z: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x

[21] *How visual ergonomics interventions influence health and performance - with an emphasis on non-computer work tasks*. Lund, 2014. Disertace. Lund University, Faculty of Engineering.

[22] KACHLÍK, Petr. Human biorhythms and their importance. *Tělesná kultura* [online]. 2017, **40**(1), 23-32 [cit. 2020-05-26]. DOI: 10.5507/tk.2017.001. ISSN 12116521. Dostupné z: http://telesnakultura.upol.cz/doi/10.5507/tk.2017.001.html

[23] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.

[24] ŠTŮSEK, Jaromír. *Organizace práce a ergonomie*. Praha: Credit, 2001. ISBN 80-213-0759-5.

[25] SCHEIMAN, Mitchell a Bruce WICK. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. Fourth Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2015. ISBN 978-1-4511-7525-7.

[26] Oční gymnastika. *Gemini* [online]. Průhonice: GEMINI oční klinika [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: http://www.gemini.cz/o-gemini/ocni-gymnastika/?fbclid=IwAR256aAI93wmsdHPMVh3cDsyHpYRporDQUE4LwjLYIW9R04I4-r4dugd3Yw

[27] Oční jóga zraku velmi prospívá. *Gemini* [online]. Průhonice: GEMINI oční klinika [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: http://www.gemini.cz/ocni-joga-zraku-velmi-prospiva/?fbclid=IwAR1LUuYl61dUCk8OdL1-ax-_mzvCEMmlJsq1wSKdEzk5FJZaC4KhQZhVdXA

[28] Digitální únava zraku – syndrom počítačového vidění. *Moderní optika* [online]. Krnov: Moderní Optika On-line magazín, 2019 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: https://www.modernioptika.cz/aktuality/unavene-oci-a-rozmazane-videni/

[29] *Česká oční optika: Free space techniky*. Praha: Expo Data, 2019, **2019**(1). ISSN 1211-233X.

[30] Měření rozsahu fúzních rezerv. *4oci* [online]. Brno: Expo Data, 2016 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: https://www.4oci.cz/mereni-rozsahu-fuznich-rezerv_4c713

[31] *Česká oční optika: Free space techniky* [online]. 2019, **2019**(1) [cit. 2020-01-05]. ISSN 1211-233X. Dostupné z: https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2019_01.pdf

[32] Eyezen. *Essilor* [online]. Thornbury: Essilor, 2015 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: https://www.essilor.cz/brylove-cocky-essilor/eyezen/eyezen

[33] Degresivní čočky. *Omega-Optix* [online]. Brandýs nad Labem: Omega Optix, 2018 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: https://www.omega-optix.cz/brylove-cocky/degresivni

[34] Barevné úpravy. *Omega-Optix* [online]. Brandýs nad Labem: Omega Optix, 2018 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: https://www.omega-optix.cz/barevne-upravy

[35] Blue protect. *Optika Čivice* [online]. Pardubice: Optika Čivice [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: http://www.optikacivice.cz/blue_protect.aspx?langId=1

[36] Osvětlení pracoviště ve vztahu k BOZP. Hygienické normy, doporučená intenzita, projektování. *DokumentaceBOZP.cz* [online]. Praha: CRDR, 2020 [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/osvetleni-pracoviste/

[37] Bezpečnost a hygiena práce na počítači. In: *Základní škola Opočno* [online]. Opočno: Mgr. Přemysl Kejzlar, 2020 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: http://zsopocno.cz/new/index.php/vyuka/informatika/1165-2014-09-20-09-36-22

Seznam symbolů a zkratek

m. = musculus – sval

n. = nervus – nerv

ADM = age-related macular degeneration – věkem podmíněná makulární degenerace

VDU = Visual Display Unit, Computer Screen – vizuální zobrazovací jednotka, počítačová obrazovka

HEV = High Energy Visible – vysokoenergetické světlo

CVS = Computer vision syndrome – syndrom počítačového vidění

SSO = Syndrom suchého oka

Seznam obrázků

Obr. 2-1 M. platysma [8] 3
Obr. 2-2 M. sternocleidomastoideus [9] 3
Obr. 2-3 Suprahyoidní svaly [10] 4
Obr. 2-4 Infrahyoidní svaly [10] 5
Obr. 2-5 M. scaleni a prevertebrální svaly [10] 6
Obr. 2-6 Schéma okohybných svalů [13] 7
Obr. 4-1 Důležité aspekty při práci na PC [23] 14
Obr. 5-1 Tři kočky [29] 17
Obr. 5-2 Vnímání pacienta při pohledu na blízký (A) nebo vzdálený (B) korálek při použití metody Brock string [23] 18

Seznam grafů

Graf 7-1 Rozdělení respondentů dle věkové kategorie 22
Graf 7-2 Rozložení výsledků z dotazníku pro zjištění suchého oka..... 23
Graf 7-3 Rozmazané vidění do dálky během práce nebo po práci na PC – bez korekce 24
Graf 7-4 Rozmazané vidění na blízko během práce nebo po práci na PC – bez korekce 24
Graf 7-5 Únava očí během práce nebo po práci na PC – bez korekce 25
Graf 7-6 Dvojité vidění během práce nebo po práci na PC – bez korekce..... 25
Graf 7-7 Přecitlivělost na světlo během práce nebo po práci na PC – bez korekce 26
Graf 7-8 Zkreslené barvy během práce nebo po práci na PC – bez korekce..... 26
Graf 7-9 Bolest hlavy během práce nebo po práci na PC – bez korekce 27
Graf 7-10 Bolest krku/ramen/zad během práce nebo po práci na PC – bez korekce 27
Graf 7-11 Bolest zápěstí během práce nebo po práci na PC – bez korekce 28
Graf 7-12 Rozmazané vidění do dálky během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce..... 28
Graf 7-13 Rozmazané vidění do blízka během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce..... 29
Graf 7-14 Únava očí během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce 29
Graf 7-15 Dvojité vidění během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce..... 30
Graf 7-16 Přecitlivělost na světlo během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce 30
Graf 7-17 Zkreslené barvy během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce..... 31
Graf 7-18 Bolest hlavy během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce..... 31
Graf 7-19 Bolest krku/ramen/zad během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce 32
Graf 7-20 Bolest zápěstí během práce nebo po práci na PC – jednoohnisková korekce 32
Graf 7-21 Srovnání symptomu mezi respondenty bez korekce a s korekcí 33
Graf 7-22 Srovnání symptomu mezi respondenty bez korekce a s korekcí 33
Graf 7-23 Bolest hlavy - špatná výška monitoru..... 34
Graf 7-24 Bolest krku/ramen/zad - špatná výška monitoru..... 34
Graf 7-25 Počet hodin denně strávených na PC - Méně než 25 let..... 35
Graf 7-26 Počet hodin denně strávených na PC - 25-45 let 35
Graf 7-27 Počet hodin denně strávených na PC - Více než 45 let 35

Seznam tabulek

Tab. 7-1 Referenční materiály 36
Tab. 7-2 Typ povrchu kancelářských objektů 36
Tab. 7-3 Typy osvětlení v kancelářích 37
Tab. 7-4 Zvlhčování očí 37
Tab. 7-5 Oční cviky 37