

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra přírodovědných oborů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Květen 2017

Anna Havelková



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů**

Syndrom počítačového vidění - příčiny, důsledky, možnosti řešení problémů

Computer vision syndrome – causes, consequences, and possibilities of problem solving

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Anna Havelková

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jiří Novák Ph.D.

Kladno, Květen 2017

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2016/2017

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Anna Havelková**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Syndrom počítačového vidění - příčiny, důsledky, možnosti řešení problémů**
Téma anglicky: Computer Vision Syndrome - causes, consequences, and possibilities of problem solving

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je studium problematiky tzv. syndromu počítačového vidění (CVS), který v současné době způsobuje řadu důležitých problémů s viděním v důsledku enormního používání různých typů digitálních zařízení (počítačů, tabletů, mobilních telefonů, systémů virtuální reality, atp.). Práce je rozdělena na několik dílčích úkolů:

1. Formou rešerše se seznámte s problematikou tzv. syndromu počítačového vidění (CVS), způsobující únavu zraku používáním různých digitálních zařízení a displejů.
2. Popište důkladně příčiny tohoto problému a důsledky z hlediska potíží s viděním a vlivu různých fyziologických, ergonomických a fyzikálních faktorů.
3. Podrobně diskutujte různé možnosti, jakými lze ulevit zraku a snížit nepříznivé důsledky využívání digitálních zařízení a displejů na kvalitu a pohodu vidění. Proveďte analýzu současných možností z hlediska vizuální ergonomie, využití speciálních optických korekčních pomůcek a filtrů pro snížení vlivu digitálních zařízení a displejů na únavu zrakového systému při jejich dlouhodobém používání. Zaměřte se na problematiku kontaktních čoček a CVS.
4. Proveďte vlastní analýzu výskytu CVS na základě dotazníkového formuláře.

Seznam odborné literatury:

- [1] ROSENFELD, M., Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments, *Ophthalmic Physiol Opt.*, Vol. 31, No. 5, 2011, 502-515 s.
[2] NASINGHE, P., WATHURAPATHA, W.S., PERERA, Y.S., ET AL. , Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors, *BMC Research Notes*, Vol. 9, No. 150, 2016, 9 s.
[3] BLEHM, C., VISHNU, S., KHATTAK, A., MITRA, S., YEE, R.W., Computer vision syndrome: a review, *Survey of Ophthalmology*, Vol. 50, No. 3, 2005, 253-262 s.
[4] ANSHEL, J., *Visual ergonomics handbook*, ed. 1, CRC Press: London, 2005, ISBN 9781566706827

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.

vedoucí katedry / pracoviště

děkan

V Kladně dne 23.02.2017

Název bakalářské práce: Syndrom počítačového vidění – příčiny, následky, možnosti řešení problémů

Abstrakt:

Bakalářská práce komplexně shrnuje problematiku „syndromu počítačového vidění“. Téma je zpracováno z hlediska jeho příčin a různých rizikových faktorů, rozděluje a popisuje jednotlivé symptomy, věnuje se kritickým bodům v optometrické praxi a zároveň nabízí přehled dosavadních možností řešení syndromu. V experimentální části jsou vyhodnoceny výsledky a vyvráceny hypotézy z dotazníku zjišťující pracovní návyky s displejovými digitálními zařízeními, výskyt a intenzitu syndromu na vzorku 451 respondentů. Slepou studií byly u 40 dobrovolných účastníků ověřeny pozitivní účinky zvýšení komfortu nošení kontaktních čoček určených speciálně pro nositele kontaktních čoček pracujících často s různými typy displejů.

Klíčová slova:

Digitalizace, únava zraku, syndrom počítačového vidění, kontaktní čočky

Bachelor's Thesis title: Computer vision syndrome – causes, consequences, and possibilities of problem solving

Abstract:

The bachelor thesis summarizes the issue of "Computer Vision Syndrome" in a complex manner. The topic is processed from the point of view of its causes and various risk factors, it divides and describes individual symptoms, focuses on critical points in optometric practice and at the same time offers an overview of existing possibilities of solving the syndrome symptoms. In the experimental part the results are evaluated and hypotheses from the questionnaire, which is applied on a sample of 451 respondents investigating the working habits with imaging digital devices, occurrence and intensity of the syndrome, are disproved. The blind study tested on 40 volunteer participants the positive effects of enhancing greater comfort of contact lenses specifically designed for contact lens wearers living in digital display environment.

Key words:

digitization, eyefatigue, computer vision syndrome, contact lenses

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu prof. Ing. Jiřímu Nováku Ph.D. za odborné vedení a konzultace při vypracování mé bakalářské práce, dále společnosti Cooper Vision za ochotu spolupráce a poskytnutí vzorků kontaktních čoček pro provádění experimentální studie.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Syndrom počítačového vidění – příčiny, následky, možnosti řešení problémů“ 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).

V dne

.....podpis

Obsah

Úvod.....	1
1 Digitální věk	2
1.1 Vliv digitalizace na zrak	3
1.2 Budoucnost brýlí virtuální a rozšířené reality	4
2 „Syndrom počítačového vidění“	5
2.1 Příčiny a faktory ovlivňující CVS	7
2.1.1 Faktory charakteristické pro displeje a obrazovky.....	7
2.1.2 Ergonomie pracovního místa a okolní faktory.....	14
2.1.3 Mikroklima.....	17
2.1.4 Přetížení akomodace a konvergence	17
2.1.5 Snížená frekvence mrkání	18
2.1.6 Nekorigovaná vada zraku.....	19
2.1.7 Presbyopie	20
2.1.8 Osobní faktory-stres, věk, pohlaví, kouření	21
2.2 Symptomatologie CVS	21
2.2.1 Astenopické příznaky.....	22
2.2.2 Symptomy předního segmentu oka.....	23
2.2.3 Zrakové symptomy.....	24
2.2.4 Muskuloskeletální symptomy	24
3 CVS v optometristické praxi.....	25
3.1 Anamnéza a vyšetření.....	27
3.2 Možnosti řešení CVS.....	30
3.2.1 Neinvazivní přístup	30
3.2.2 Invazivní přístup.....	37
4 Experimentální část.....	39

4.1	Úvod	39
4.2	Metodika webového průzkumu	39
4.3	Analýza dat webového průzkumu	41
4.3.1	Obecné údaje	41
4.3.2	Korekce zraku	42
4.3.3	Pracovní návyky	43
4.3.4	Výskyt CVS	46
4.3.5	Volba řešení	53
4.4	Metodika experimentální studie	54
4.5	Analýza dat experimentální studie	56
4.5.1	Vstupní dotazník	56
4.5.2	Závěrečné zhodnocení KČ	59
5	Diskuze	65
	Závěr	66
	Seznam použité literatury	67
	Seznam symbolů a zkratk	76
	Seznam obrázků	77
	Seznam tabulek	80
	Seznam příloh	81

Úvod

Práce se věnuje problematice vlivu rapidně zvýšeného používání digitálních zařízení s různými typy displejů a monitorů a jejich vlivu na zrak. V současné moderní době počítačů, notebooků, tabletů, smartphonů a jiných technologií se náš zrak většinu času upírá do monitorů nebo displejů. Tento fakt s sebou nese jisté následky. Displeje či obrazovky se nachází v blízké vzdálenosti od očí, což zapříčiňuje dlouhodobé namáhání akomodačního a vergenčního systému. Vliv na oční a celkové pohodlí při práci u počítače či jiných displejových zařízení má také ergonomie pracovního místa. Dalším aspektem je to, že většina moderních video- obrazových zařízení vyzařuje světlo podobné tomu dennímu. Displeje a obrazovky digitálních zařízení vyzařují krátkovlnné viditelné spektrální oblasti, tzv. „modré světlo“, jehož působení má vliv na fyziologické a zrakové funkce. Výše zmíněné a další příčiny nebo faktory způsobují široké spektrum dočasně diskomfortních očních projevů. Soubor očních i extraokulárních symptomů při práci s displeji a monitory v současném digitálním světě nese již několik desítek let jednotné označení „Syndrom počítačového vidění“ či „Syndrom digitální únavy zraku“ (angl. Computer Vision Syndrome a Digital Eye Strain). Problém moderní doby byl zkoumán převážně v zahraničních zemích jako jsou USA, Kanada, Anglie, Indie, Brazílie či Francie. Odtud pochází většina dosavadních průzkumů a studií zaměřených na příčiny, rizikové faktory, symptomy a možnosti řešení se syndromem spojené. Doposud však nebyl zpracován žádný komplexní přehled o stávajícím problému syndromu počítačového vidění v České republice.

Cílem mé práce je nejen komplexně zpracovaný přehled problematiky výskytu, příčin, rizikových faktorů, symptomů, vyšetření a možnosti řešení příznaků syndromu, ale do budoucna také větší přenesení problému do povědomí široké veřejnosti za účelem zvýšení počtu edukačních programů nejen pro pacienty, ale zejména pro oftalmology a optometry. Pomocí veřejného online průzkumu se pokusím zjistit pracovní návyky a oční potíže spojené s prací na digitálních displejových zařízeních na určitém vzorku české populace. Experimentálně ověřím slibovaný vyšší komfort speciálních kontaktních čoček určených pro nošení v digitálním světě displejů a monitorů

1 Digitální věk

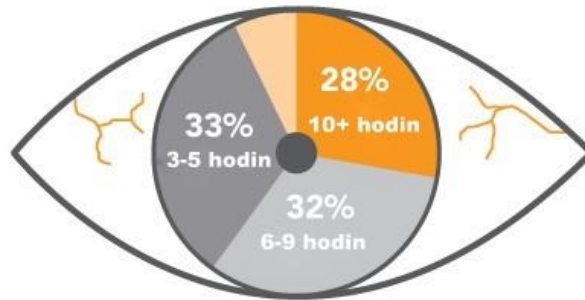
Období, ve kterém posledních přibližně 25 let žijeme, se nazývá tzv. Digitální éra (Digitální revoluce nebo Informační věk). Podle Bloema [1] je Digitální éra čtvrtou fází průmyslové revoluce (tzv. „kyber-fyzická“ fáze). Svět se snaží naše úkony zdigitalizovat všemi směry. Používání digitálních zařízení se stalo nedílnou součástí života člověka moderní doby. Jejich využití hraje nezbytnou roli jak při pracovním výkonu, studiu, tak i při volnočasových aktivitách. V současné době se stolní počítač či laptop nachází ve většině domácností vyspělých zemí. V USA je to pro rok 2013 88 % domácností. V roce 2018 je předpokládáno procento 84 % celosvětových uživatelů. Poslední dekáda byla navíc charakteristická obrovským nárůstem vývoje a prodeje nových digitálních displejových zařízení jako jsou smartphony, tablety, e-čtečky či brýle pro virtuální a rozšířenou realitu. Lidé pracují s digitálními zařízeními jako jsou počítače, notebooky, televize, mobilní telefony, tablety, elektronické čtečky, smartwatch a jiné každý den (obr. 1). [1, 2]



Obrázek 1 Multi-displejové prostředí každodenního života [3]

Již v roce 2000 bylo stanoveno procentuální zastoupení počítačů ve všech zaměstnáních na 75 %. Využitím displejů jen v zaměstnání však jejich vliv nekončí. Musíme si uvědomit, že digitální zařízení využíváme také při studiu a nespočtu volnočasových aktivit. S příchodem internetu v roce 1993 a později s ním spojeným nástupem nejrůznějších sociálních sítí se smartphone a počítač stal neoddelitelnou pomůckou každodenní rutiny. Přes počítač (mobil) nakupujeme, hledáme zprávy, zábavu, recepty, navigaci, předpověď počasí, komunikujeme s okolím a další. Slouží jako zdroj nepřehledného množství informací. Od roku 1993 se přístup k internetu zvýšil celosvětově z 0,3 % na nyní 50 % obyvatel. I přestože většina studií byla prováděna ve Spojených státech, dají se tato čísla s menšími odchylkami aplikovat i na Evropu

a další technologicky vyspělé země světa. Z těchto dat pro nás plyne nepopíratelný fakt. Zrak většiny populace z rozvinutých zemí nehledě na pohlaví, věkovou kategorii, denní dobu či místo, se většinu času upírá do digitálních obrazovek (obr 2). Čím půjde vývoj digitálních zařízení dál, tím více bude člověk moderní doby zatěžovat své oči používáním obrazových digitálních zařízení. [2, 4, 5, 6]

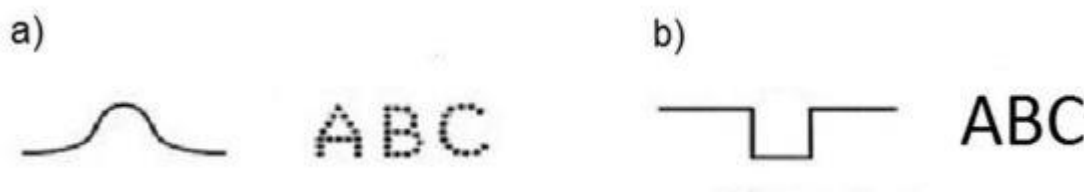


Obrázek 2 Procentuální znázornění průměrně strávených hodin na počítači americkou populací každý den [7]

1.1 Vliv digitalizace na zrak

Z evolučního a anatomického pohledu byly lidské oči v uvolněném stavu vyvinuty na sledování dalekých objektů za denního světla. Od 40. let 20. století, kdy byla vynalezena první obrazovka jako nástroj výstupu dat, začali lidé postupně upírat zrak místo do papíru do plochy různých typů obrazovek. Vývoj počítačových monitorů se datuje od 60-70.let, kdy začínaly tzv. CRT obrazovky (angl. cathode ray tube). Ty prošly rapidním vývojem od fosforujících monochromatických k barevné verzi a na ně navázaly LCD displeje a v současnosti se nejčastěji používají technologie displejů založené na LED/OLED displejích. [8] Tato evoluce vyústila ve vyšší rozlišení, a tudíž i ke zkvalitnění vizuálního provedení obrazovky a tím lepšího vizuálního komfortu. V současné době skoro 60 % Američanů používá digitální displejové zařízení více jak 5 hodin denně. Nicméně sledování monitoru je zrakově výrazně náročnější než sledování listu papíru. Monitor nebo displej mají zcela jiné vlastnosti, které na rozdíl od papíru dokáží značně namáhat lidský zrak. Obrazovka vyzařuje světlo podobné tomu dennímu, které obsahuje i specifickou část barevného spektra o vlnové délce 380-512 nm. Ona část je spojována právě s displeji digitálních zařízení a nazývá se tzv. modré světlo. Toto záření proniká v určité míře na sítnici a působí zde změny. Závisí samozřejmě na délce expozice radiace, ale i na poměru jasu, kontrastu a barevném provedení sledovaných znaků. Znaky na monitoru či displeji nejsou plynulé, tvoří je sada pixelů (obr. 3), z nichž každý má jiný jas ve středu a na svém okraji. Je tedy těžší se na ně soustředit. Vyšší jas je obrazovkou

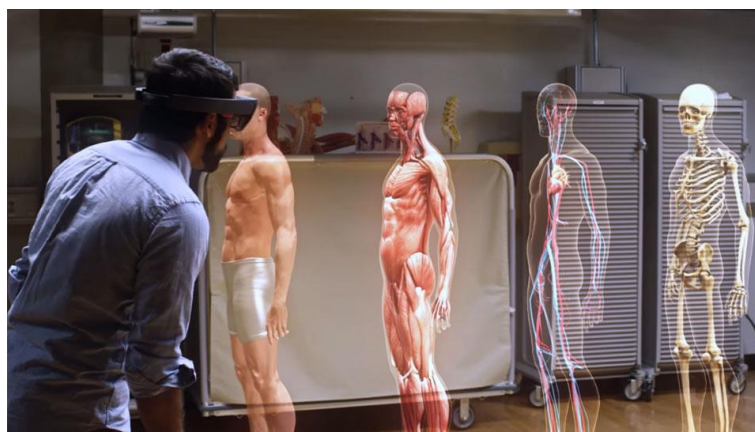
produkován neustále, což způsobuje únavu očí. Novinkou na trhu jsou tzv. e-čtečky s technologií E-ink nebo LCD. Jejich záměrem je snížit diskomfort vznikající u LCD zářících obrazovek a podle studie [9] byly opravdu zaznamenány vyrovnané hodnoty zrakové únavy při čtení tištěného textu a E-ink textu. S vynálezem počítače se dnes několika hodinová směna v práci, skládající se z více úkolů, které by dříve vyžadovaly přirozené přestávky, dá zvládnout za krátkou dobu a u jediné počítačové obrazovky. [7, 8, 9, 10, 11, 12]



Obrázek 3 Srovnání provedení textu na počítači(a) a textu na papíře [13]

1.2 Budoucnost brýlí virtuální a rozšířené reality

Za novinku a trend posledních let můžeme označit systém virtuální reality. Digitální systém, který nás dokáže dostat na místa, kam bychom se nikdy nedostali a ukázat nám věci, které bychom nemohli vidět jednoduše, v pohodlí a opakovaně. Prostředí virtuální reality mohlo být dříve bráno zejména jako platforma počítačových her, avšak virtuální realita se hojně využívá jako prostředek edukace v jakémkoliv odvětví. Svě velké opodstatnění má v medicíně (obr. 4) při nácviu operací či ukázky vnitřních orgánů pacienta, jako rehabilitační nástroj při léčení fobií a další. Oblastí, kde se dají brýle využít neustále přibývá. Příslušenství ve formě virtuálních brýlí je nutnou podmínkou, abychom mohli do virtuální reality proniknout. Brýle pracují na principu 2 posunutých, avšak totožných obrazů ve formátu „side by side“ (SBS) na displeji, před kterým jsou zabudované 2 čočky zvětšující obraz. Člověk ho poté vidí stereoskopicky, což může vytvářet příjemný pocit nového prostředí čili jiné reality. Nicméně vše má své pro a proti. Problém brýlí virtuální reality z hlediska optometristy můžeme spatřit ve vzdálenosti zvoleného fixního displeje od očí. Tato vzdálenost obecně nepřesáhne 5-8 cm. Skutečnost, že systém virtuální reality bude v budoucnu opět dalším digitálním elementem působícím ve velké míře na naše oči je nezvratná. Doba, jakou s virtuálními brýlemi strávíme, záření, které LED displeje vyzařují a hlavně neměnná, velmi malá vzdálenost displeje od očí bude hrát výraznou roli na kvalitu zraku všech jejich uživatelů. Brýle virtuální a rozšířené reality tak budou dalším z digitálních displejových zařízení, na které by se v optometrické praxi měl brát zřetel. [14]



Obrázek 4 Využití virtuální reality jako edukačního přístroje [15]

2 „Syndrom počítačového vidění“

Technický pokrok a rapidní navýšení počítačových uživatelů přineslo i evidentní nárůst souvisejících zdravotních problémů. Zejména pak problémů s očními, zrakovými a muskuloskeletálními příznaky. Odborné označení pro celou skupinu příznaků, které jsou výsledkem prodlouženého užití digitálních zařízení s různými typy monitorů a displejů je „Syndrom počítačového vidění“ (angl. „Computer Vision Syndrome“ (CVS)) nebo také „Syndrom digitální únavy zraku“ (angl. „Digital Eye Strain“(DES)). V moderní době všudypřítomný, avšak relativně neřešený problém většiny populace. Netýká se pouze nositelů brýlí a kontaktních čoček, nýbrž všech uživatelů digitálních obrazových zařízení. Charakterizován byl již v roce 1995 Americkou asociací optometristů (AOA) jako komplex očních a zrakových problémů spojených se souvislou prací na počítači po delší dobu. Podle Baliho studie [16] se jedná o opakující se poruchu námahy očí charakterizovanou jedním a více z následujících symptomů – bolest očí, únava očí, pocit pálení, podráždění, zarudnutí, rozmazaného vidění a suchost očí objevujících se dočasně při práci s počítačem. [5, 7, 11, 16, 17, 18, 19]

Přestože již AOA v roce 1995 vedla kampaň za zvýšení veřejného povědomí o potížích CVS, začíná se tato problematika vážněji řešit až v posledních letech, za čímž stojí výše zmíněný rapidní rozvoj digitálních příslušenství a každodenní práce s nimi (viz kapitola 1). CVS jakožto všudypřítomný, avšak veřejností stále nedostatečně řešený, problém společnosti má své odůvodnění. Oční a zrakové příznaky jsou především dočasného rázu, nejsou vážné ani smrtelné a uživatel jim nevěnuje přílišnou pozornost. [11, 17]

Americkým průzkumem se ukázalo, že devět z deseti pacientů se nesvěřuje svému poskytovateli oční péče o stylu užívání digitálních zařízení anebo není dostatečně dotazováno na tuto problematiku. Velká většina počítačových uživatelů totiž není dostatečně informována o tom, že skupina jejich očních a muskuloskeletálních příznaků nese již jediné označení „Syndrom počítačového vidění“ a dá se několika různými způsoby řešit. Jedním z neposledních důvodů může být i nedostatečná komunikace mezi obory hledající multifaktoriální původ potíží CVS. Interdisciplinární spolupráce revmatologie, neurologie, ortopedie, oftalmologie a optometrie je málo rozvinutá a pro efektivnější řešení těchto potíží by jistě přispěla vyšší provázanost těchto oborů. Přístup k tomuto problému je neustále dosti vágní, přestože např. americká vláda a podnikatelé zaplatili za léčbu a prodělanou neproduktivitu postižených zaměstnanců již 2 biliony dolarů každý rok. Podle amerických průzkumů 73 % uživatelů pod 30 let již někdy zaznamenalo nejvyšší stupeň digitální únavy zraku. Napříč všemi věkovými kategoriemi pak 65 % Američanů potvrdilo, že zaznamenali některý z příznaků syndromu. Krátkodobé diskomfortní efekty digitální únavy však nejsou jen hrozbou adolescentů a dospělých. [7,16, 18]

Děti současnosti se dříve naučí používat mobilní telefony a jiná zařízení, nežli začnou mluvit, číst a psát. Podle mezinárodní organizace Vision Council [7] tráví 33 % amerických dětí 3 a více hodin na digitálních zařízeních každý den. V poslední studii zaměřené na mladší věkové kategorie, zaznamenali již i děti od 9-16 let astenopické potíže při práci s displeji, aniž by digitální zařízení využívaly nepřiměřeně. Dlouhodobé potíže pak mohou vyústit z nadměrné expozice v mladším věku. Poskytovatelé oční péče také zaznamenali zvýšený výskyt rychlého nárůstu krátkozrakosti (myopizace) u dětí obecně. To může být ovlivněno právě nárůstem dlouhodobějšího pozorování blízko vzdálených digitálních displejových zařízení. U 23 % dětí, které tráví svůj volný čas venkovními aktivitami (soustředí zrak do delších vzdáleností) byl evidován menší výskyt vývoje myopie. [7, 20]



Obrázek 5 Počítač jako prostředek volnočasové i edukační aktivity dětí moderní doby [21]

2.1 Příčiny a faktory ovlivňující CVS

Syndrom digitální únavy zraku je multifaktoriálního původu. To znamená, že jeho vznik ovlivňuje vícero příčin. V zásadě každá z příčin má na starosti i několik symptomů a obtíží. Obecně se věřilo, že práce na počítači v blízké vzdálenosti a prodloužená doba práce na počítači jsou dva hlavní faktory způsobující CVS. Výzkumné studie však přišly s širokým výběrem specifických faktorů, které jsou spojeny s výskytem CVS. Dají se shrnout a rozdělit do několika kategorií: a) obrazovka digitálního zařízení b) environmentální faktory c) lidské oko a d) uživatel digitálního zařízení. [11]

2.1.1 Faktory charakteristické pro displeje a obrazovky

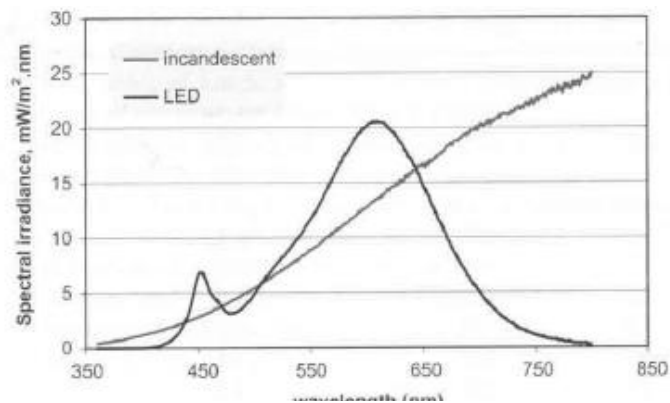
Anglická zkratka VDT (angl. Video-Display Terminals neboli česky video zobrazovací výstupy) zastupuje monitory, obrazovky a displeje nejrůznějších elektronických zařízení. Obrazovka je sama o sobě unikátní vizuální objekt. Jako zrakový objekt je výrazně náročnější než sledování listu papíru. Osvětlená plocha zobrazovacího systému prošla s technologickým vývojem významným zdokonalením. Podle zobrazovacího systému technologie obrazu se tak objevilo už několik typů obrazovek a obrazových displejů. Chronologicky jsme mohli zaznamenat CRT, LCD, PDP, OLED a SED typy [8]. Za nejvíce rozšířený typ můžeme označit LCD displeje, které najdeme u většiny počítačových obrazovek, displejů, tabletů a chytrých telefonů. LCD zobrazovací technologie sama nesvítí, a proto je osvětlována tzv. LED diodami. Charakteristickým znakem VDT, ovlivňující příznaky CVS, není jen osvětlení. Osvětlení obrazovky ale značí první rozdíl mezi sledováním listu papíru, kde záleží na odrazu a rozptylu světla z okolních zdrojů, a sledováním svítícího monitoru. Dalšími faktory spojenými s VDT, ovlivňujícími stav CVS jsou spektrální složení záření, kontrast obrazovky, poměr jasu, obnovovací frekvence obrazu, poměr barev pixelů, kombinace barev popředí a pozadí a čitelnost. Vizuální vnímání je ovlivněno dalšími parametry displeje jako je velikost, struktura a styl čteného objektu. Škála požadavků na vlastnosti elektronického vizuálního displeje podle mezinárodních standardů EN ISO 9241-303 je poměrně široká (viz obr. 6). [10]

Requirements for electronic visual displays (EN ISO 9241-303)	
Viewing conditions	Design viewing distance, design viewing direction, gaze and head tilt angles, displays for virtual images
Luminance	Display luminance, luminance balance and glare, luminance adjustment, illuminance
Special physical environments	Excessive temperatures, vibration, wind and rain
Visual artefacts	Luminance non-uniformity, color non uniformity, contrast non uniformity, geometric distortions, screen and faceplate defects, temporal instability (flicker), spatial instability (jitter), moiré effects, other instabilities, unwanted reflections, unintended depth effects
Legibility and readability	Luminance contrast, image polarity, character high, text size constancy, character stroke width, character width to height ratio, character format, between-character spacing, between-word spacing, between-line spacing
Legibility of information coding	Luminance coding, blink coding, color coding, geometrical coding
Legibility of graphics	Monochrome and multicolor object size, contrast for object legibility, color consideration for graphics, background and surrounding image effects, number of colors
Fidelity	Color gamut and reference white, gamma and grey scale, rendering for moving images, Image Formation Time (ITF), spatial resolution, raster modulation or fill factor, pixel density

Obrázek 6 Požadavky na kvalitu video zobrazovacích medií podle mezinárodních standardů [10]

2.1.1.1 Spektrální složení světla

Zavedení nízkoenergetického svícení a rozšířené používání počítačových a mobilních technologií změnilo expozici lidského oka ke světlu. Prakticky každé digitální displejové zařízení, stejně jako světlo vyzařující nástroje a příslušenství včetně fluorescenčních svítidel, disponují světlo emitujícími diodami (tzv. LED). Na rozdíl od dříve převážně používaných tzv. teplotních zdrojů světla se liší nejen funkční stavbou, ale především svými spektrálními vlastnostmi (viz obr.7). LED osvětlení se snaží podobat dennímu bílému světlu a vyzařuje specifickou složku světelného spektra, známou jako vysoce energetické viditelné světlo (angl. high energy visible light, HEV) v rozmezí od 380-500 nm vlnové délky. Toto světlo se odborně nazývá „modré světlo“ a dále se dělí na jeho podsložky (obr. 8). [7, 22]

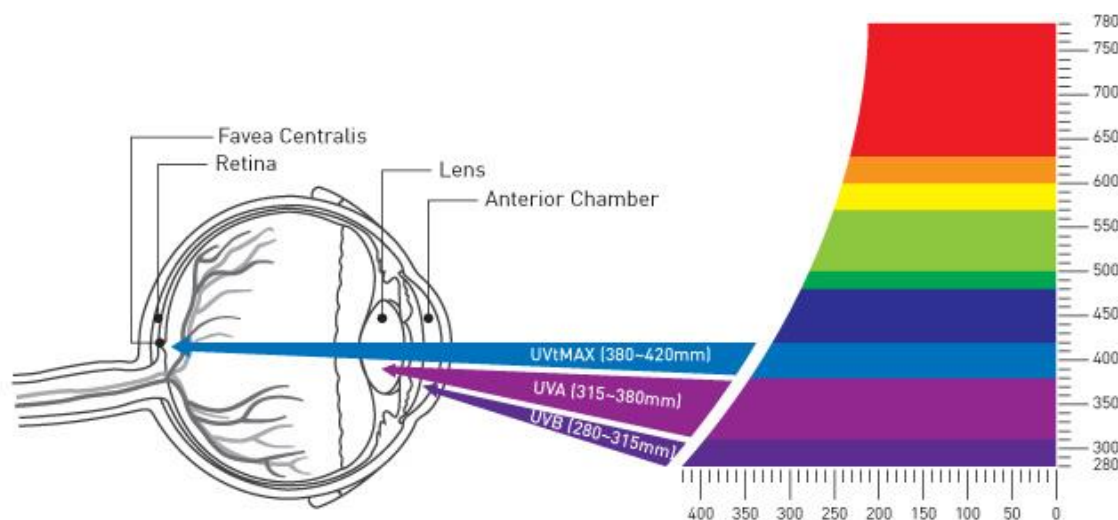


Obrázek 7 Rozdílné hodnoty spektrálního ozáření u teplého (incandescent) a LED světla [22]

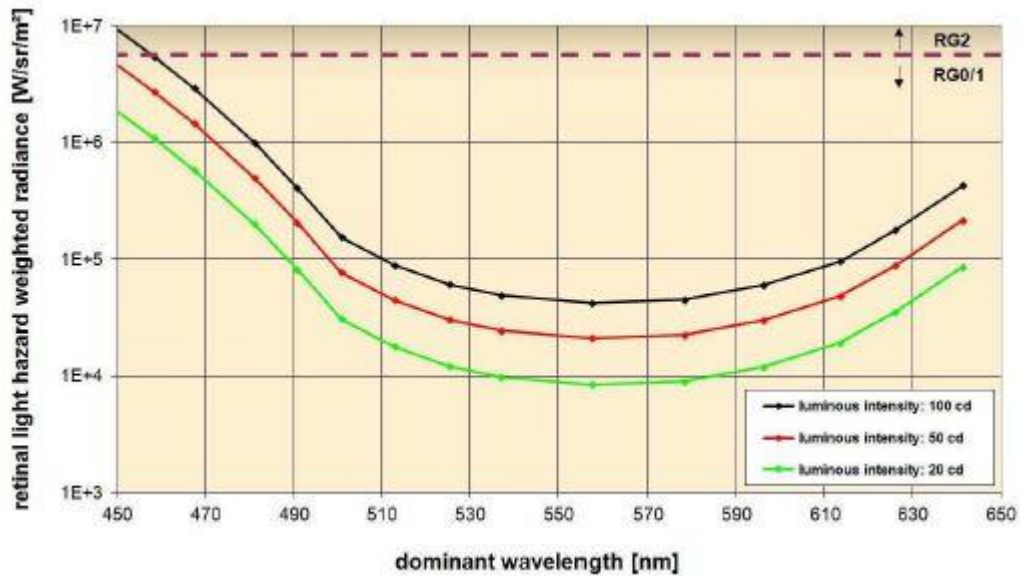


Obrázek 8 Rozdělení spektra bílého světla se zaměřením na modrou složku [7]

Modré světlo proniká do oka v porovnání s ultrafialovým světlem hlouběji (obr. 9) a dostává se až na sítnici. Nižší vlnové délky (380-470 nm) modrého světla, tzv. modro-fialové části světelného spektra, které jsou považovány za potenciálně nejškodlivější pro sítnicové buňky, jsou 415 až 455nm. Kumulativní dlouhodobá expozice modrým světlem je spojována s pomalou degenerací sítnice. Dřívější studie nadměrné expozice vysokoenergetickým světlem prováděné na opicích či krysách prokázaly znatelné změny a odumírání sítnicových buněk, což může urychlit nástup dlouhodobých zrakových onemocnění jako jsou věkem podmíněná makulární degenerace (VPMD) a katarakta. Díky expozici modrého světla se snižuje množství melaninu v pigmentové vrstvě sítnice. Dále dochází k lipofuscinové akumulaci v epitelárních pigmentových buňkách sítnice a fotooxidativní alternaci lysozomálních membrán dojde k vylití obsahu lysozymů a apoptóze či degeneraci retinálních buněk. Tento mechanismus je spojován s nástupem věkem podmíněné makulární degenerace (VPMD). V grafu (obr. 10) můžeme vidět závislost nebezpečného ozáření sítnice na vlnové délce pronikajícího světla i na intenzitě osvětlení. [7, 20, 23, 24, 25]

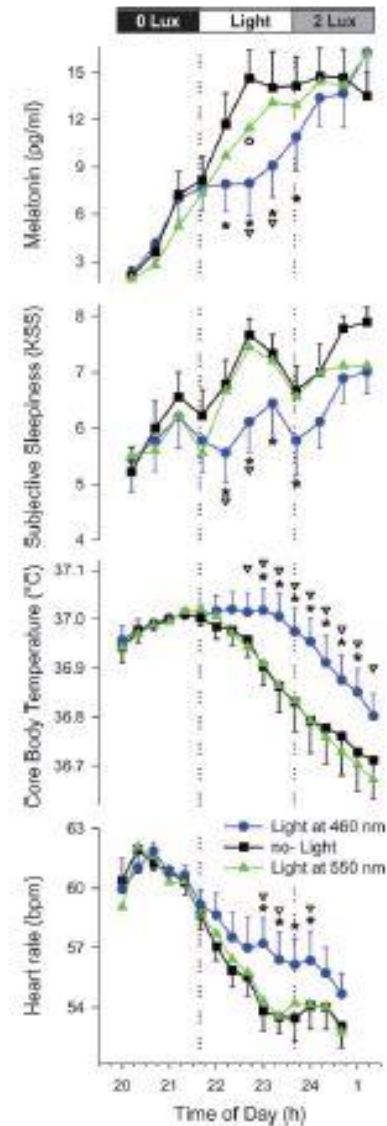


Obrázek 9 Spektrální propustnost vysokoenergetického světla optickými prvky oka[26]



Obrázek 10 Závislost dávky nebezpečného retinálního ozáření na vlnové délce světla a jeho svítivosti [24]

Vysokoenergetické světlo (HEV), především jeho specifická složka nazývaná se modro-tyrkysově světlo (470-500 nm), podle provedených studií nepopíratelně napomáhá kognitivním funkcím jako je čilost, paměť a řízení emocí. Vědci se shodují také na jeho vlivu na biologické rytmy, kvalitu spánku, deprese, imunitu, obezitu či určité druhy rakoviny. Podle provedených výzkumů působením modro-fialového světla, oproti normálnímu osvětlení prokazatelně klesá množství melatoninu v krvi, zvyšuje se tělesná teplota, srdeční tep a klesá ospalost (obr. 11). Hormon melatonin je velmi důležitý v mnoha mechanismech našeho organismu. Řídí tzv. cirkadiální rytmy lidského těla („den-noc“ rytmy) a při jeho snížené hladině dochází k opětovnému zvýšení mozkové aktivity, která naruší přirozenou potřebu spánku. Podle VisionWatch průzkumu 75 % dospělých Američanů uvádí, že v krátkém čase před spaním sleduje svá displejová zařízení. Nedostatek a poruchy spánku pak mohou obecně vést ke zhoršení kvality odváděné práce, k negativním změnám nálad, či oslabení organismu a psychiky. [7, 27]



Obrázek 11 Závislost ozáření určité vlnové délky na hladinu melatoninu, ospalost teplotu těla a srdeční tep [27]

2.1.1.2 Kvalita displeje, obnovovací frekvence, kontrast a jas

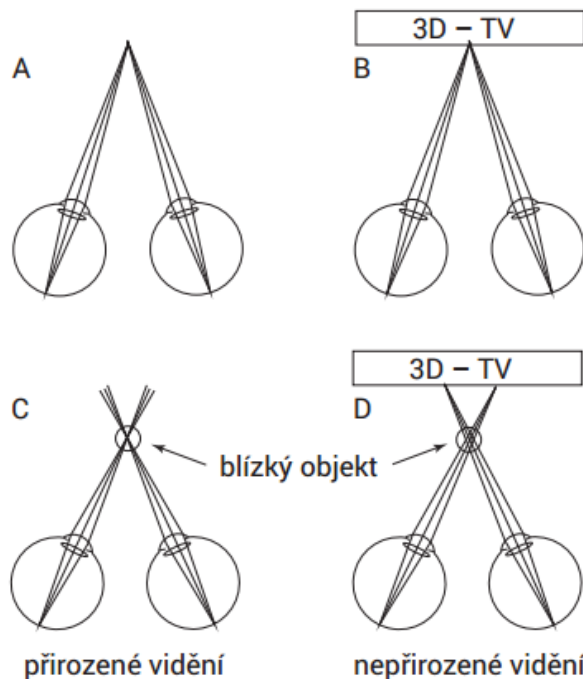
Americká národní rada pro výzkum (National Research Council, <http://www.nationalacademies.org/nasem/>), přesněji Výbor pro zrak (National Eye Institute, <https://nei.nih.gov/>), uvedla, že špatná kvalita displeje pravděpodobně přispívá k obtížím a nepohodlí zraku zaznamenané pracovníky s počítačovou obrazovkou. Kvalita obrazovky je dána jejím rozlišením, obnovovací frekvencí, kontrastem a jasnem displeje. [5]

- **Prostorové rozlišení displeje** je podmíněno plošnou hustotou pixelů, nejmenšími kontrolovatelnými jednotkami displeje, a horizontálními rastry. Hustota pixelů výrazně

ovlivňuje kvalitu obrazu a tím i vizuální provedení. Kvalita zobrazovaného předmětu je faktor, ovlivňující čtecí komfort. Dřívější studie prováděné na CRT displejích ukázaly, že u monitorů s vyšší hodnotou rozlišení (89 dpi) byl zaznamenán nižší reakční a fixační čas. Vyšší rozlišení zlepšilo i čitelnost textu. Oproti papírovému formátu (255 dpi) s jednoduchým inkoustovým provedením obrazu, ztěžuje obrazovka skládající se ze série pixelových bodů (120-250 dpi u LCD), u kterých se snižuje jas na jejich okrajích, soustředění očí. Čtecí komfort samozřejmě závisí na minimální rozlišovací schopnosti zrakového systému a pozorovací vzdálenosti obrazového displeje od oka. Naštěstí současné displeje často disponují daleko vyššími hodnotami rozlišení, a tak se o kvalitu našich obrazovek z hlediska prostorového rozlišení nemusíme zas příliš starat. [6, 11, 18]

- **Obnovovací frekvence.** Pod pojmem obnovovací frekvence rozumíme počet snímků za sekundu (měřeno v Hz), které promítne obrazovka, aby vyrobila obraz. Jestliže je frekvence moc nízká, objekty na obrazovce začnou blikat. Blikající rychlost má význam hlavně od doby, kdy Národní výzkumná rada (National Research Council, <http://www.nationalacademies.org/nasem/>) oznámila, že velmi nízká obnovovací frekvence (8-14 Hz) může zapříčinit epileptický záchvat. Kritická fúzní frekvence (CFF), kdy člověk nedokáže rozlišit jednotlivé pulsy světla jako samostatné jednotky je 30-50 Hz. Záměrem je snížení sakadických pohybů očí. The Video Electronic Standards Association (VESA, <https://www.vesa.org/>) [28] doporučuje pro oční komfort minimální obnovovací frekvenci displeje 75 Hz. Nižší frekvence podle Jaschinského studie [29] zapříčiní menší akomodaci (o 0,06 dpt) nižší průměrnou dobu mrknutí (o 6%) a delší interval mrkání (o 15 %). Doporučená hodnota založená na výzkumech pro největší komfort je více jak 120 Hz, což mnohé kvalitní obrazové displeje již splňují. [5, 6]
- **Jas a kontrast.** Správné nastavení jasu a kontrastu obrazovky je předpokladem pro pohodlné čtení. Jas displeje by neměl být příliš vysoký a měl by být v adekvátní rovnováze s průměrným jasnem okolních pozorovaných povrchů během práce. Nadměrný jas nutí uživatele k přivírání očních víček a v důsledku může vést k astenopickým obtížím. Důležitá funkce, která by u všech elektronických zařízení vybavených displejem neměla chybět je přizpůsobení jasu pozadí a/nebo kontrastu mezi znakem a pozadím. Studium vlivu různých pohledových úhlů na monitor bylo zjištěno ovlivnění kontrastu a jasu velikostí pohledového úhlu uživatele. [5, 10]

- **Barevné provedení.** Vyrovnání barevného provedení monitoru může být dalším z faktorů ovlivňující oční diskomfort při práci na PC. Kombinace barvy pozadí a textu může zhoršit čitelnost. Negativním kontrastem displejů (nejlépe tedy černý text a bílé pozadí) dosáhneme lepší čitelnosti a menší zrakové námahy. [17, 30]
- **3D displeje.** Stereoskopické neboli 3D displeje mohou při používání na delší vzdálenost (2 a více metrů), například u 3D filmů, obecně způsobit tzv. crosstalk (česky „přeslech“) nebo tzv. ghosting (česky „duchové“). „Přeslech znamená, že částečný obraz určený jednomu oku je v důsledku nedokonalé rozdělovací techniky zčásti vnímán i druhým okem, tak vznikají nežádoucí dvojité obrysy a obrazy duchů, které narušují ostrost obrazu a snižují stereo efekt.“ [31] Hlavním vizuálním problémem celého systému 3D je paralelní zaostřování na rovinu obrazovky a zároveň pozorování akomodačního předmětu (obr. 12), který se u 3D displejů může pomyslně vznášet za nebo před obrazovkou a dochází tak ke konfliktu akomodace a konvergence, způsobující oční stres. Yum a spol. [32] navíc zaznamenali zvýšený čas navrácení NPA (near point of accommodation, z angl. blízký bod akomodace) a NPC (near point of convergence, z angl. blízký bod konvergence) do původní vzdálenosti u subjektů sledujících 3D displeje alespoň 30 minut. Čím větší disparitu měl obraz, tím vyšší čas zaznamenali. Dále ve studii pozorovali snížení hloubky slzného menisku při sledování 3D displeje. Displeje pro virtuální realitu umístěné v těsné blízkosti (5-8 cm) od oka mohou způsobit ještě větší akomodačně konvergenční obtíže. [5, 18, 31, 32]



obr. 1 Při sledování 3D televize dochází ke konfliktu mezi akomodací a konvergencí. Levá polovina obrázku (A a C): V případě přirozeného vidění se akomodace i konvergence nastaví na stejnou vzdálenost. Pravá polovina obrázku (B a D): Pohled na 3D televizor: Pozoruje-li člověk 3D objekt, který se vznášá před obrazovkou (D), musí na tento blízky objekt konvergovat. Akomodace musí naproti tomu dále ostřit na rovinu obrazovky.

Obrázek 12 Porovnání konfliktu akomodace a konvergence při sledování 2D a 3D objektů [31]

2.1.2 Ergonomie pracovního místa a okolní faktory

Špatně zvolená ergonomie pracovního místa je považována za jeden z hlavních příčin dočasných, ale i dlouhodobých zdravotních problémů při práci na počítači. Environmentálními faktory jako jsou osvětlení, proudění vzduchu, vlhkost a ergonomie pracovního místa, zahrnující polohu a pozici monitoru a klávesnice, byly označeny v Sheedyho studii za faktory způsobující téměř 37 % symptomů CVS. [5]

2.1.2.1 Pozice displeje

Vynález notebooku, jakožto přenosného digitálního zařízení přestal limitovat pracovní místo pouze na kancelář. To samé platí pro tablet a mobilní telefon. Pozorovací úhel, sklon a vzdálenost obrazovky od očí ovlivňuje astenopické a muskuloskeletální symptomy CVS. VDT uživatelé kompenzují optimální pozici displeje přizpůsobením postoje či pohledu. Ergonomickému designu pracovního místa, který redukuje diskomfort bychom měli věnovat velkou pozornost. Vyšší pozice monitoru a kratší pozorovací vzdálenost způsobují podle Jaschinského [32] astenopii. Bylo také zaznamenáno, že se zredukovala akomodační amplituda při elevaci očí. Vyšší pohledový úhel ústí ve větší námahu zrakového zaostřovacího mechanismu. Navíc pozorováním monitoru ve vyšší poloze dochází k odkrytí většiny povrchu

předního segmentu oka na rozdíl od papírové předlohy, kdy oko kouká obvykle směrem dolů a je zakryto z větší části víčkem. Používání notebooků či menších digitálních zařízení rozšířilo možnosti přizpůsobení pracovní pozice. Přenosné počítače mohou být používány v různých polohách, od sedící u stolu, sezení s počítačem na klíně nebo dokonce v leže na břiše. To samé je možné s tabletem i chytrým mobilem. Mobilní telefony musíme navíc celou dobu držet v ruce. Pro naši pohodlnost držíme mobil většinu času pokrčenými pažemi a tím pádem je vzdálenost displeje od očí výrazně kratší (20-30 cm). Zapomínat bychom tedy neměli ani na správné úhly v ohybu kolen i loktů při sezení u počítače, které se uvádí okolo 90°. Navíc menší velikost obrazovky (a velikost textu) může mít rovněž vliv na vzdálenost pohledu v závislosti na pozorovateli. Skutečnost, že klávesnice u notebooků je připojena k monitoru znamená menší přizpůsobivost při úpravě pracovní stanice (obr. 13). [16, 17, 18, 32, 33, 34, 35]

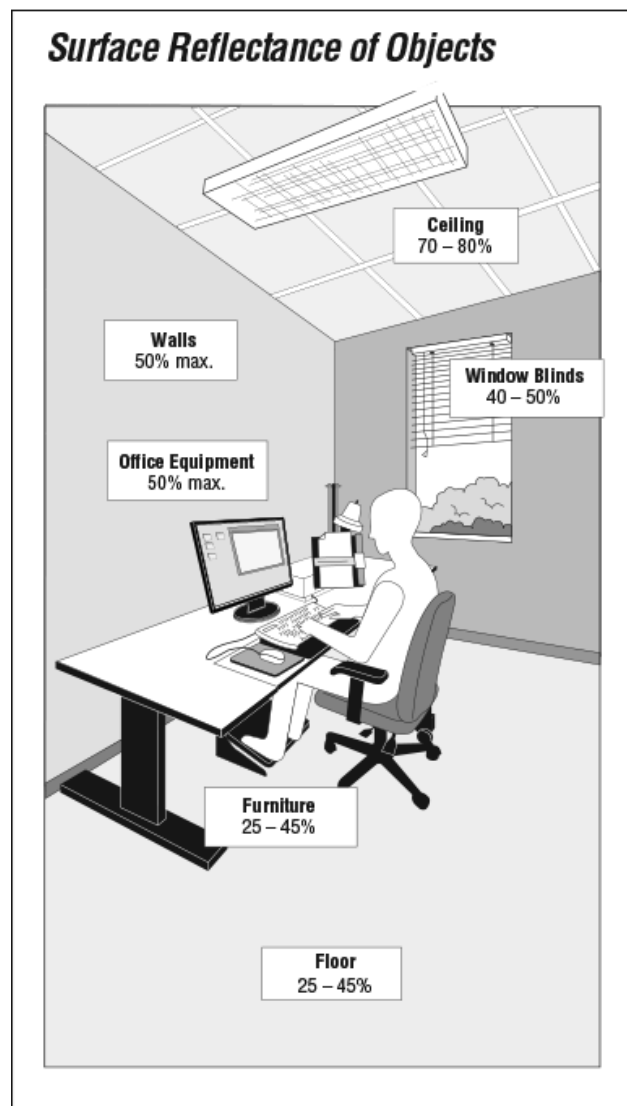


Obrázek 13 Názorná nesprávná ergonomie při používání notebooků [36]

2.1.2.2 Okolní světlo

Světelné podmínky jsou podle Yana a spol. [11] nejdůležitějším prvkem pracovní místnosti, jež ovlivňuje fungování zraku při práci na počítači. Mnohonásobné světelné zdroje obklopující pracovní plochu mají přímý vliv na zrakové symptomy VDT uživatelů. Stropní svítidla, lampičky, zrcadla, leštěné plochy, velká nezacloněná okna a obrazovky počítačů v pracovním prostředí vytváří světelné reflexy (obr.14). Z násobují množství světla pronikajícího z displeje do oka. Ozáření a zvýšená dávka modrého světla mohou v průměru nabít kritičnosti, jelikož již víme, že zvýšené expozice jakémukoliv světlu je zdraví škodlivá. Studie zaměřená na zrakovou pracovní kapacitu zjistila, že i druh osvětlení hraje roli. Nejvhodnější pro vysokou funkční kapacitu zrakového analyzátoru označili sodíkovou lampu. Důležitý je zejména poměr vedlejšího osvětlení. Společnost pro osvětlovací techniku (angl. Illuminating Engineering Society, IES, <https://www.ies.org/>) [18] stanovila směrnici pro vysoce doporučený osvětlovací

poměr 1:3 a 3:1 mezi vizuálním úkolem a blízkým okolním osvětlením a 1:10 či 10:1 mezi vizuálním úkolem a vzdáleným osvětlením, který by měl minimalizovat nepohodlí v důsledku osvětlení pozorované scény. Vizuální provedení a CVS byly studovány velmi extenzivně. Podle nejnovějších studií (Parihar a spol. [5]) nadměrné odlesky způsobeném špatným okolním osvětlením vytváří náznaky falešných akomodačních podnětů a tím vedou k vyšší akomodační odpovědi. Objektivně byla změřena potřebná akomodace u VDT uživatelů za normálních podmínek na 1,33 dpt a na 2 dpt při působení odlesků. Tomuto nežádoucímu jevu významně zabraňuje antireflexní vrstva brýlových čoček, avšak u uživatelů digitálních technologií bez ametropické vady se musíme spolehnout pouze na antireflexní vrstvu samotných obrazovek. Dřívější studie Gowrisankana a spol. [18] okolního osvětlení a nadměrného ozáření označila za fyziologickou příčinu přílišnou kontrakci očního kruhového svalu. Výzkumy a Americký úřad pro zdraví a bezpečnost na pracovišti (angl. The National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, <https://www.cdc.gov/niosh/>) [18] doporučují rozptýlené nepřímé světlo, které zajistí komfortní práci v podmínkách osvětlení v rozmezí 300-540 luxů. Mladší uživatelé (23-39 let) preferují vyšší jas blízkého světelného zdroje (86 cd/m²) zatímco starší uživatelé (47-63 let) lehce nižší (62 cd/m²) než je počítačová obrazovka (cca 91 cd/m²). Jiné návrhy řešení, které by minimalizovaly efekty nekomfortního ozáření na pracovišti jsou subjektivní přizpůsobení podmínek; odstranění přílišně leštěných ploch, zrcadel; přesunutí pracovního místa tak, aby zdroj ozáření nebyl v zorném poli; volba správného zaclonění z oken atd. [5, 6, 11, 18]



Obrázek 14 Odrazivost ploch na pracovišti [37]

2.1.3 Mikroklima

Relativně nízká vlhkost vzduchu (<40%), vysoká teplota a proud vzduchu v pracovní místnosti naruší odpařování slzného filmu, což vede k hyperosmolaritě a pocitu diskomfortu. Další faktory jako jsou prach, pyl, aerosol, iritující chemikálie a jiné mohou symptomy jen zhoršit. Typická pracovní místnost se díky přenosným zařízením nemusí nacházet pouze v interiéru. Nyní můžeme pracovat kdekoli (zahradka, dopravní prostředky, kavárna atd.), a tak více VDT uživatelů pracuje v náročných a nepříznivých zrakových podmínkách. [5, 11]

2.1.4 Přetížení akomodace a konvergence

Displej v tomto případě bereme jako dlouhodobý nepohyblivý akomodační podnět nadměrně zatěžující akomodačně vergenční systém. Studie porovnávající VDT uživatele a pracovníky nevyužívající digitálních obrazovek při práci zjistily změny, které považují

za objektivní indikátory oční únavy. Oční synkineze (akomodace, konvergence a mióza) byla zaznamenána přibližně 1,8× větší u pracovníků s displeji nežli u pracujících s papírovým materiálem [5]. Již po 1 hodině práce se projeví redukce akomodační amplitudy (až o 0,69 dpt), vzdálení blízkého bodu konvergence (NPC) a zvýšení laterální exoforie do blízka. Po 4 dnech zkoumání byl zaznamenán vysoký výskyt exoforie, konvergenční nedostatečnosti a nízké fúzní konvergence. Další studie prokázala větší ztrátu akomodační amplitudy u subjektů nad 40let, tedy počínajících presbyopů. Naproti tomu v novější studii Nyman a spol. [38] nenalezli žádné prokazatelné změny pozitivní či negativní relativní vergence do blízka, daleké i blízké heteroforie ani blízkého bodu konvergence. Dlouhodobé studie podle Blehma [6] neprokazují podstatné ztráty těchto funkcí, jak by se dalo u dlouhodobých studií očekávat. Výsledky ztráty akomodačních a vergenčních funkcí nepřesáhly fyziologické účinky věku. Yeow a Taylor [39] po dvou letech nenašli žádné rozdíly mezi VDT uživateli a pracovníky nevyužívající VDT ke své práci v tom samém pracovním prostředí. Naproti tomu zvýšené akomodační úsilí považuje za faktor v rozvoji myopie, minimálně dočasně indukované. Hodnoty dočasně indukované myopie se v literatuře pohybovaly mezi 0,12 -1,3 dpt s průměrem okolo 0,4 dpt. Krátkodobé přetížení akomodačně vergenčního systému jakýmkoliv stimulem vyžaduje nepřetržitou práci intraokulárních svalů, a tím způsobuje dočasné únavové symptomy, dvojitě vidění a rozmazané vidění při pohledu do dálky. [5, 6, 16, 18, 38, 39]

2.1.5 Snížená frekvence mrkání

Většina jedinců běžně mrkne 10-15× za minutu. Díky vysokým zrakovým nárokům i psychické koncentraci při sledování displeje prokazatelně klesá spontánní míra mrkání na méně jak polovinu, 5-6× za minutu. Zvýšená expozice je dána i pozicí monitoru v pracovním prostředí. Čím výš displej umístíme, tím více odkrýváme oční bulbus a umožňujeme snadnější odpařování slz. Tsubota a Nakamori [40] měřili odkrytý povrch oka. V průměru bylo při relaxaci odkryto 2,2 cm², při čtení knihy 1,2 cm² a při práci na počítači 2,3 cm². Při používání mobilního displeje je pohledový směr nižší než obvykle a k zvětšenému odkrytí nedochází, ba naopak oční víčko zakryje bulbus více. [16, 18, 40]

Snížená frekvence mrkání vede k nedostatečné obnově a rozetření slzného filmu. Bylo zjištěno, že frekvence mrkání se sníží ještě víc při nedostatečném osvětlení a práci ve tmě [12]. Když Chu a spol. [12] studovali frekvenci mrkání mezi čtením z VDT a čtením papíru nezaznamenali žádné výrazné změny, nicméně bylo zjištěno větší množství (7,02 %) neúplných

mrknutí během práce na PC (oproti 4,3 % s listem papíru). Neúplné mrknutí je podobně neefektivní při smáčení povrchu rohovky slzným filmem jako snížená frekvence mrkání. Stejně tak vede k nestabilitě slzného filmu (<TBUT). Produkce slz navíc klesá s věkem. Vysychání předního segmentu zapříčiní podráždění spojivky a rohovky při přejíždění horního víčka přes bulbus. Mechanický stres a nedostatečná ochrana mohou reflexně podmínit nadměrné vodnaté slzení s nedostatečnou mucinovou vrstvou. Výsledným projevem je syndrom suchého oka u počítačových uživatelů. Suché oko je primární příčina subjektivně nepříjemných pocitů, zarudnutí očí, pálení, škrábání, svědění, či pocitu cizího tělesa v oku. Dále i dysfunkce Meibomských žláz je jedním z rizikových faktorů vzniku syndromu suchého oka a podle výsledků studie Fenga a spol. [41] přispívá k rozvoji očního diskomfortu u syndromu digitální únavy očí. [5, 6, 12, 16, 18, 41, 42]

2.1.6 Nekorigovaná vada zraku

Přítomnost nekorigované refrakční vady, především nekorigované hypermetropie, podkorigované nebo překorigované myopie, nekorigovaného astigmatismu, presbyopie či nevyváženého binokulární vidění, je typicky spojena se očními symptomy u počítačových uživatelů. Fyziologický mechanismus, který podléhá symptomům zažívaných z důvodu nekorigované refrakční vady nebyl dostatečně prozkoumán. Uživatelé digitálních zařízení s mírnou myopií často ani nevyužívají refrakční korekci při práci. Nicméně potřeba přizpůsobení sledovací vzdálenosti, aby bylo dosaženo ostrého obrazu, může u některých jedinců vést k muskuloskeletálním symptomům. Nevykorigovaní hypermetropové potřebují zvýšit akomodaci, aby dosáhli co nejméně rozmlženého výsledku, což je spojeno s astenopickými symptomy. Provádění počítačového úkolu s nekorigovaným astigmatismem, především astigmatismem šikmých os, je také spojeno s interními symptomy jako jsou bolest očí, únava a bolest hlavy. Přítomnost dokonce relativně nízkých hodnot (<1,0 dpt) cylindrické vady je podle tvrzení Gowrisankarana [18] spojeno s nárůstem symptomů CVS. Kromě zrakových a očních symptomů, přítomnost nekorigovaného astigmatismu také snížilo produktivitu provádění zrakového úkolu na počítači. I přestože vysoké procento nevykorigovaných či podkorigovaných zrakových problémů nevyústí v symptomy do doby, kdy je vyžadováno přímo použít zrak, vysoké požadavky práce na počítači způsobí jejich projev. Proto je přesná korekce pro dané podmínky používání důležitá k minimalizaci symptomů CVS a zvýšení produktivity práce. [17, 18]

2.1.7 Presbyopie

Presbyopický počítačový uživatel potřebuje refrakční korekci na blízkou a střední pracovní vzdálenost. V souvislosti s výzkumem CVS a presbyopických uživatelů VDT byl zaznamenán nižší věk (35-40 let) začínající presbyopie u uživatelů počítačů a jiných digitálních zařízení s displeji [33]. Korekce presbyopie může být problematická pro pacienty, kteří tráví delší dobu sledováním digitálních obrazovek. Obtíže mohou být nejvýznamnější při zobrazení monitorů umístěných v pevné pozorovací vzdálenosti a pohledovém úhlu. Obrazovky jsou obvykle pozorovány těsně pod vertikální rovinou primárního pohledu. V souladu s tím použití standardního bifokální brýlové čočky, s přídavným segmentem pro pohled dolů, poskytující jasný obraz ve vzdálenosti kolem 40 cm, může být nevhodný. Nesprávný brýlový design pro presbyopy, pracující s digitálními displejovými zařízeními, je často spojen s oční únavou a muskuloskeletálními obtížemi. Typický bifokální předpis, který je určen pro práci do blízka při pohledu dolů nemusí být adekvátní především pro používání stolního počítače. Podobné zrakové nedostatečnosti byly zaznamenány i u uživatelů progresivních brýlových čoček. Skupina presbyopů ve studii UK z roku 2000 prokázala vyšší výskyt CVS symptomů a vyšší stupně jejich hodnotící škály oproti nepresbyopům. Obtíže projeví i korigování presbyopové s výše zmíněnou bifokální korekcí. Ukázala se tedy i souvislost druhu korekce presbyopů a příznaků CVS. Použití nebrýlové korekce presbyopie, tedy například kontaktními čočkami a nitroočními čočkami může být opět problematické. Střídatý nebo překládaný design čočky, kde se část čočky do blízka posune níže před zornicí při pohledu dolů, je nepravděpodobný k úspěšnému řešení při prohlížení obrazovky stolního počítače umístěné v primárním pohledu. Korekce monovision s jedním okem korigovaným pro vidění na dálku, zatímco druhé oko je korigovaná do blízka, může být úspěšný u raných presbyopů (i když ztráta stereopse může znamenat obtíže). Jakmile se zvyšuje velikost adice, ztráta jasného vidění na střední vzdálenost se může stát problematickou. [6, 18, 32, 33]

Jaschinski a spol [29] zkoumali vliv různých druhů korekčních čoček u presbyopů na CVS symptomy. Porovnání jednoohniskových čoček při práci na počítači a progresivních čoček s adicí neukázalo velké rozdíly v pocíťování únavy očí, bolesti hlavy, ani velké námahy trapézových svalů. Větší spokojenost byla zpozorována s progresivními čočkami. Progresivní pracovní čočky (tzv. počítačové brýle) jsou navrženy tak, aby uzpůsobily zrakové potřeby na blízkou a střední pracovní vzdálenost u pracovníků na počítači. Vyznačují se širokým středním koridorem s degenerací normální adice klienta, která je na vzdálenost počítače (cca 55 cm) příliš vysoká. Sheedy a Hardy [43] zkoumali odlišnosti mezi designy, velikostí redukční

části a vertikální pozice pracovních čoček různých výrobců. Spokojenost presbyopického klienta s pracovními brýlemi a jejich vizuální provedení je velmi závislé na specifickém designu pracovních brýlí. Předepsání brýlové korekce pro presbyopické počítačové uživatele je náročný úkol. V úvahu bychom měli brát pozorovací vzdálenost i pohledový úhel. Používání několika digitálních zařízení s displeji najednou nadále komplikuje proces výběru té nevhodnější brýlové korekce. [5, 18, 32, 33]

2.1.8 Osobní faktory-stres, věk, pohlaví, kouření

Pracovní uspokojení, sociální podpora, skupinový konflikt, sebevědomí, či podceňování pracovních schopností byly podle studie bankovních zaměstnanců označeny jako další faktory ovlivňující CVS. Vyšší kognitivní požadavky na práci, kognitivní zátěž a obecně stres na pracovišti vykazaly opět podstatný význam u CVS symptomů. [5]

I přes fakt, že digitální zařízení jsou rozšířena mezi všechny věkové kategorie, najdeme mezi nimi i více ohrožené skupiny. Každá generace má své jedinečné důvody a způsoby využití digitálních zařízení. Nejvíce ohrožena je skupina 30+, která podle Parihara [5] je rizikovou při výskytu suchého oka u uživatelů VDT. Navíc lidé po třicítce jsou největší skupinou zaměstnanou s počítačem. Přibližně 93 % osob z této kategorie riskuje digitální únavu zraku, jelikož tráví na počítači každý den 2 a více hodin a 67 % z nich 5 a více hodin každý den. [5,7]

Z hlediska pohlaví bylo zjištěno, že ženy o něco více (69 %) ohlašují CVS problémy v porovnání s muži (60 %), i přes to, že muži používají více počítač a laptop každý den a ženy spíše mobilní telefon. Avšak větší procento žen (74 %) využívá 2 a více zařízení simultánně nežli muži (67 %). [7,19]

Souvislost mezi kouřením, jako rizikovým faktorem symptomatických projevů CVS zaznamenala studie Toomingas a spol. [44]

2.2 Symptomatologie CVS

CVS není charakterizován jen jedním nebo dvěma symptomy, ale širokou škálou symptomů. Bylo použito spoustu výrazů k popisu symptomů syndromu počítačového vidění (SPV) jako například zrakový diskomfort, zraková námaha, oční porucha, zraková potíže, zrakové zhoršení, oční bolest, oční únava, zrakový stres atd. Nyní všechny tyto termíny zahrne jeden odborný výraz – „Syndrom počítačového vidění“. Symptomy jsou zejména subjektivního rázu, ale mohou být i objektivní. Objevovat se mohou i symptomy neoční povahy jako je bolest hlavy,

šije a svalů, tzv. extraokulární symptomy. Optometristické průzkumy v USA a UK v roce 2005 ukazují, že 12,4 % a 9 % pacientů jsou primárně vyšetřováni kvůli symptomům syndromu digitální únavy zraku. Obecně se příznaky CVS dají rozdělit do 3 hlavních kategorií:

a) oční symptomy (astenopické a předního segmentu oka),

b) zrakové symptomy a

c) muskuloskeletální symptomy (viz. tabulka 1). Každou z následujících skupin podrobněji rozebereme v dalším textu práce. [11, 16, 18]

Tabulka 1 Hlavní kategorie symptomů Syndromu počítačového vidění

Kategorie	Symptomy	Možné příčiny
Astenopické symptomy	Únava očí	Akomodace
	Bolest očí	Nevyvážené binokulární vidění
	Bolest hlavy	
Symptomy předního segmentu oka	Suché oči	Nekvalitní slzný film
	Nadměrné slzení očí	
	Podrážděné oči	
	Problémy s kontaktními čočkami	
Zrakové symptomy	Rozmazané vidění	Refrakční vada
	Pomalá změna zaostřování	Akomodace
	Dvojité vidění	Binokulární vidění
	Presbyopie	Presbyopická korekce
Extraokulární symptomy	Bolest šíje	Pozice displeje (obrazovky)
	Bolest zad	
	Bolest ramen	

2.2.1 Astenopické příznaky

Astenopickými obtížemi u CVS rozumíme bolest očí, okolí očí a únavu očí. Po extraokulárních problémech je únava očí podle americké studie organizace The Vision Council [7] druhý, o pouhé jedno procento, nejčastěji zaznamenaný symptom. Přes 35 % dotázaných si stěžovalo na únavu a bolest očí při dlouhodobé práci s digitálním zařízením. Podle Parihara [5] nebo Ranasingheho [19] je ale tato hodnota ještě vyšší. Ve své studii uvádí, že astenopické příznaky se objevují u 55–81 % VDT uživatelů. Subjektivní stížnosti pacientů na diskomfortní, bolestivé a iritující pocity očí nejvíce zneprjemňují naši činnost s počítačem. Za tyto potíže může především přetížení očních svalů včetně intraokulárních ciliárních svalů akomodačního systému. Dlouhodobá práce do blízké vzdálenosti přetěžuje akomodační systém.

Nepřetržitý tonus ciliárních svalů může vyústit až ve spasmus akomodace. Dalším spouštěcím mechanismem astenopických potíží je nadměrné oslnění či ozáření v důsledku odrazů světla z okolních zdrojů od plochy obrazovky či displeje. Bolesti hlavy, způsobené vizuálními podmínkami jako je oslnění a blikání se obvykle objeví v průběhu dne, přičemž jsou lokalizovány obvykle kolem očí, na čele či temporálně. [5, 6, 7, 30]

2.2.2 Symptomy předního segmentu oka

Používání VDT obecně bylo identifikováno jako prokazatelně ovlivňující faktor směřující k rozvoji syndromu suchého oka u 10-70 % VDT uživatelů. Další skupinou subjektivních obtíží pociťovanou klienty a pacienty často pracujícími na počítači či s vícero displeji jsou příznaky v oblasti předního segmentu oka. Přesněji to jsou pocity suchosti, pálení očí, pocity cizího tělíska, slzíci oči, zarudnutí spojivek a problémy s kontaktními čočkami. Podle americké organizace Vision Council uvádí celkově 27 % lidí pocity obtíží suchého oka jako nejvýznamnější ze všech CVS symptomů. [7, 33]

Podráždění předního segmentu oka jsou zapříčiněna nedostatečným slzným filmem a jeho osycháním z důvodu nedostatečného mrkání, odkrytí očního bulbu horním víčkem při špatné pozici monitoru, či díky špatnému mikroklimatu na pracovišti. Z další rizikové faktory můžeme označit věk, pohlaví, používání kontaktních čoček, kosmetiku, medikaci, systémové choroby a stav předního segmentu oka. S problémy suchého oka se podle studie prováděné na Japonských pracovnících lehce potýkají více ženy (21,5 %) než muži (10,1 %) [42]. V úvahu bychom měli brát fakt, že produkce slz se snižuje s přibývajícím věkem a ženy po menopauze jsou častěji postiženou skupinou obtížemi suchého oka. Systémové choroby (Sjogrenův syndrom a revmatoidní artritida) jsou spojeny se suchým okem stejně jako dysfunkce Meibomských žláz a léčiva způsobující vysychání očních sliznic (diuretika, antihistaminika, psychotropní léčiva, léky na vysoký tlak). Špatně naaplikovaná kosmetika může blokovat vývody Meibomských žlázek a zhoršit kvalitu slzného filmu. Dysfunkce Meibomských žláz se vyskytovala u 74 % symptomatických účastníků studie oproti 28 % v kontrolní asymptomatické skupině. [33,42]

Další rizikovou skupinou ohroženou potížemi s předním segmentem oka jsou nositelé kontaktních čoček. Podle studie Tauste a spol. [45] uváděli nositelé kontaktních čoček vyšší projevy (16,9 – 95 %) očních příznaků CVS než neuživatelé (9,9- 57,5 %) a jsou 4× více náchylní k rozvoji potíží suchého oka. Nejhorších výsledků, kromě neuživatelů kontaktních

čoček, dosáhli nositelé silikon-hydrogelových čoček, kteří na počítači trávili více jak 6 hodin denně. Přestože nové generace silikonhydrogelových čoček zredukovaly četnost a závažnost těchto komplikací, jiné zůstaly na stejné úrovni. Byla zaznamenána pouze jedna studie na hodnocení komfortu uživatelů kontaktních čoček, pracujících na počítači, kteří pocítili větší pohodlí se silikon-hydrogelovými než hydrogelovými čočkami. Osychání předního povrchu kontaktní čočky a nestabilita slzného filmu pod kontaktní čočkou jsou potenciální důvody diskomfortu kontaktních čoček při práci na PC. [45]

Určité procento (10,8 %) uživatelů si naopak stěžuje na nadměrné slzení očí. Jedním z vysvětlení tohoto jevu je spojení se suchým okem, u něhož dochází k tzv. reflexnímu slzení z důvodu pocitu podráždění vyschlého oka. Povrch oka při podráždění stimuluje V. a VII. kraniální nerv, což vede k přemíře tvorby slz. Složení reflexních slz je nekvalitní, jelikož je v nich nejvíce přítomna převážně vodná složka, která nezaručuje dostatečnou lubrikaci a snadno se opět odpaří. [5, 7, 45, 46]

2.2.3 Zrakové symptomy

Nejčastěji hlášený zrakový symptom uživatelů digitálních zařízení je rozmazané vidění do blízké, střední i daleké vzdálenosti. Objevuje se ale i dvojitě vidění. Podle Rosenfielda a spol. [33] to pravděpodobně vyplývá z nepřesné akomodační odezvy při počítačovém úkolu nebo je to zapříčiněno selháním plné relaxace akomodační odezvy následných nároků vidění do blízka. Symptomy pacienta často souvisejí s vizuální činností do blízka a na nevhodné reakci. Nedostatečně nebo přílišná akomodace jsou častou příčinou i astenopie. Mezi skupinou symptomatických uživatelů počítačů byla nejčastější nalezená akomodační nedostatečnost. [33]

2.2.4 Muskuloskeletální symptomy

Muskuloskeletální symptomy označují ve spojitosti s prací na počítači obtíže svalů a kosterního aparátu. Do svalových obtíží v tomto případě již nezahrnujeme svaly oka, ale externí svalstvo mimo oční oblast. Bolesti šíje, zad a ramen jsou podle průzkumu organizace Vision Council nejčastěji zaznamenanými příznaky CVS u VDT uživatelů. Nejznámějším muskuloskeletálním problémem při práci na počítači byl v posledních desítkách let syndrom karpálního tunelu. Muskuloskeletální symptomy na rozdíl od očních či zrakových mohou způsobit trvalejší potíže, a proto se na jejich řešení klade velký důraz. Méně ohlašovanými externími symptomy jsou venózní tromboembolie, bolesti prstů, zánět šlach v lokti, rameni či VDT dermatitida. Přes 36 % všech dotázaných Američanů uvedlo, že muskuloskeletální obtíže pocítují s největší intenzitou ze všech symptomů CVS, což bylo v tomto případě procento

nejvyšší [7]. Za primární příčiny muskuloskeletálních symptomů považujeme nepohodlnou pracovní pozici, prodlouženou dobu sezení a nesprávnou ergonomii pracovního místa. Nicméně i vizuální nároky byly označeny za přičiňující faktor bolesti ramen při práci na počítači. Nepohodlí hlášené VDT uživateli v oblasti ramen a krku pravděpodobně souvisí s okulomotorickou funkcí. Lie a Watten [47] poznamenali, že úprava akomodačních a vergenčních požadavků produkovalo změny v elektromyografických reakcí ze svalů v oblasti hlavy, krku a ramen. Dále, při vyšetřování symptomů u 1183 operátorů call-centra, Wiholm a spol. [48] zjistili významný pozitivní vztah mezi únavou očí a bolestí krku a ramen. Autoři se domnívali, že jsou tyto obtíže fyziologicky ve vzájemném vztahu, nebo alternativně, že vizuální požadavky na pracovní stanici mohou mít za následek změnu polohy těla vedoucí k potížím pohybového aparátu. Okohybná únava může vést ke změně sekundární inervace na posturální svaly v oblasti krku, ramen a horní části zad, což vede k nepohodlí v těchto oblastech. Tato zjištění však nevysvětlují, proč jsou hlášeny příznaky jak při prohlížení materiálů na elektronických obrazovkách, tak u tištěné podoby. Dále i vysoký zrakový stres během nízké úrovně statické námahy byl navržen jako iniciátor muskulárních obtíží trapéz. [5, 7,18, 47, 48]

3 CVS v optometristické praxi

Oční a zrakové potíže při práci na počítači jsou globálně rozšířeny a nyní nesou jednotné pojmenování „Syndrom počítačového vidění“ či „Syndrom digitální únavy zraku“. Symptomy mohou vyplynout z očních a zrakových poruch a/nebo environmentálních příčin. Léčba a řešení příznaků CVS bezpochyby vyžaduje multioborovou spolupráci. Neměla by být tedy zanedbávána komunikace mezi obory oftalmologie, optometrie, revmatologie, či ortopedie. Oftalmologické a optometristické vyšetření by se mělo zabývat podrobnější anamnézou klienta a zahrnovat jak oční terapii, tak i ergo-oftalmologický přístup. Lepší porozumění fyziologie CVS je kritické pro správnou diagnostiku a léčbu výčtu symptomů. Díky škále mnoha faktorů jako jsou i ergonomické přizpůsobení pracoviště, osvětlení, pracovní přestávky a další není úplně jednoduché zjistit poskytovatelem oční péče individuální zapříčinění obtíží. Různorodost digitálních zařízení a jejich mnohonásobné využití znemožňuje jednotnost léčby a řešení těchto problémů. [5, 7, 11, 16, 17, 18]

Sheedy [49] zjistil, že problémy CVS jsou téměř vždy léčitelné. Diagnostika očních a zrakových symptomů se najde pro skoro všechny pacienty a léčba je obvykle úspěšná. Nicméně, optometristé si jsou podstatně méně jistí diagnostikou a léčbou pacientů s CVS ve srovnání s ostatními pacienty. Průzkum mezi více než 1000 optometry ukázal, že si jsou

nejistí diagnostikou a léčbou u 14,1 % pacientů a jejich nejistota vzroste na 20,9 % u pacientů s CVS. Tento rozdíl je vysoce statisticky významný. Sheedy uvedl dva hlavní důvody, proč jsou optometristé méně přesvědčeni o správné diagnostice a léčbě pacientů s CVS [49]:

1. Diagnostika a léčba pacientů s CVS často vyžaduje důkladnější diagnózu a vyšetření, než se obvykle provádí u běžných pacientů. Práce na počítači je velmi vizuálně náročná, a proto mnoho marginálních očních a zrakových poruch může způsobit problémy VDT uživatelů. Podmínky, jako jsou poruchy akomodace nebo binokulárního vidění působí problémy pro uživatele počítačů. Nicméně, mnoho očních lékařů tyto oblasti neadekvátně vyšetřuje, nebo se neberou v úvahu okrajové příčiny jako klinicky významné. Další stav, který musí být ještě důsledněji brán v potaz je syndrom suchého oka. V neposlední řadě mnoho presbyopických uživatelů počítačů vyžaduje brýle se specifickým designem brýlové čočky, než jsou brýle na běžné nošení. [5, 49]
2. Pracovní prostředí počítače může významně přispět nebo úplně způsobit příznaky CVS. Environmentální funkce, jako je osvětlení, odrazy, umístění zařízení, držení těla a kvalita zobrazení jsou důležité pro optimální vizuální výkon a pohodlí. Nicméně, oční lékaři (ani optometristé) obvykle nemají přístup k životnímu prostředí pacienta ani nejsou nutně školeni v jeho analýze. [49]

Neexistuje jednostranná léčba, která by vyřešila problémy každého počítačového uživatele, ačkoli někteří distributoři výrobků nebo metod se snaží tvrdit opak. Je zde téměř vždy více příčin a každá z nich vyžaduje jiný přístup. Klíčem k řešení tohoto problému je nejprve identifikovat konkrétní poruchu(y) a následně realizovat vhodnou léčbu. Uživatelé počítačů se často ptají: "Jak mohu najít poskytovatele oční péče, který může vyřešit můj problém?" Řešení příznaků CVS nemusí být obtížné, avšak 9 z 10 pacientů se nedostatečně svěřuje poskytovateli oční péče o jeho pracovních návycích s digitálními zařízeními. Problémem se zdá být fakt, že jak uživatelé počítačů, tak poskytovatelé oční péče potřebují více informací o tom, jak zacházet s očním, vizuálním a environmentálním systémem, aby se symptomy daly uspokojivě vyřešit. [7, 11,49]

Americká optometristická asociace (American Optometry Association) [17] doporučuje, aby profesionální počítačová uživatelé podstupovali rozsáhlou oční prohlídku při nástupu do práce a ta byla pravidelně opakována. Již v roce 1999 mohli počítačová uživatelé i oční lékaři využít samovyšetření podle webové diagnostiky (www.cvsdoctors.com)

a www.doctorergo.com- nyní nedostupné), se kterou přišel doktor optometrie a profesor Berkleyské optometrické university James E. Sheedy. [17, 50]

Jak moderní společnost směřuje k většímu používání elektronických zařízení pro práci i trávení volného času, zdá se pravděpodobné, že vizuální nároky našich klientů a pacientů se budou i nadále pouze zvyšovat. Neschopnost uspokojit tyto vizuální požadavky by mohla představovat značné komplikace životního stylu pacientů. Optometristé by měli být dobře seznámeni s možnostmi řešení CVS obtíží. Od různých designů počítačových brýlových čoček, přes správné povrchové úpravy čoček, filtry displejů, lubrikující oční kapky až po zrakovou terapii. [17, 33]

3.1 Anamnéza a vyšetření

Anamnéza neboli soubor informací pacienta či klienta o jeho předchozím a stávajícím zdravotním stavu je klíčová u všech běžných pacientů. Anamnéza, pracovní návyky, pracovní prostředí a zjištění potřeb klienta jsou kritické při optometrickém vyšetření. Získání potřebných informací klienta je klíčovou podmínkou pro nejvhodněji zvolený postup samotného vyšetření. Rozhovor v případě klienta pracujícího s počítačem či jiným digitálním zařízením je nevyhnutelný. Připojením dodatečných dotazů ohledně jejich návyků práce s digitálním zařízením můžeme přispět k případné úspěšné léčbě a potlačení obtíží. [30, 49]

Důkaz, že Spojené státy americké věnují CVS oproti evropským státům větší pozornost a důraz, můžeme pozorovat v podrobném přístupu k vyšetřování pacienta. V knize J.E. Sheedyho [49] navrhla skupina doktorů optometrie a optiků přes 16 kroků vyšetření pacienta se syndromem digitální únavy zraku tak, aby v tomto ohledu dosáhli nejkvalitnější oční péče. Podle jejich názoru by měla zahrnovat následující body:

1. přezkoumání CVS historie, posouzení stávající kvality vidění a zrakových požadavků;
2. zhodnocení pacientových obtíží;
3. zjištění zrakové ostrosti na vzdálenost počítačové obrazovky;
4. retinoskopii na pracovní vzdálenost s PRIO simulátorem (obr. 15) a určení zrakové ostrosti;
5. subjektivní refrakci s PRIO simulátorem;
6. biomikroskopii slzného filmu;
7. vyšetření TBUT;
8. vyšetření suchého oka;
9. Shirmerův test;
10. vyšetření frekvence mrkání;

11. rohovkovou topografií;
 12. vyšetření barevného vidění;
 13. prozkoumání pracovního místa;
 14. prezentování doporučeného řešení a léčby;
 15. demonstraci předepsaných počítačových brýlí;
 16. poskytnutí potřebných vzdělávacích materiálů;
- [49]



Obrázek 15 PRIO tester [51]

S výše zmíněným tzv. PRIO počítačovým simulátorem přišla na trh firma PRIO Corporation, jež ve svých studiích zkoumala sníženou produktivitu pracovníků na počítači bez správně zvolené korekce. PRIO Corporation, byla počátkem 90. let 20. století lídr na rostoucím trhu péče o počítačové vidění. V roce 1993 vyvinula PRIO tester, který umožňoval očnímu lékaři přesně předepsat specifické počítačové brýle. PRIO tester duplikuje špatnou ostrost hran typických počítačových obrazových bodů a indukuje chudou zaostřovací odezvu, kterou zažívá uživatel počítače. S tímto přístrojem je oční lékař schopen určit velikost korekce jedince, jenž je potřeba k eliminaci probíhající zaostřovacího úsilí, a umožní očím potřebný odpočinek. Společnost následně provedla v roce 1998 studii na bankovních úřednících, kde se projevilo největší zvýšení produktivity zaměstnanců testovaných na PRIO simulátoru a předepsanými PRIO počítačovými brýlemi. [52]

Dalším pomocníkem při vyšetření CVS symptomů je program EYE-CEE [53]. Počítačový program je výsledkem několikaletého výzkumu a vývoje na Katedře optometrie a vizuální vědy na City University v Londýně [53]. Může být použit na libovolném PC se systémem Microsoft Windows. Program provádí komplexní posouzení uživatelových vizuálních funkcí přes obrazovku. Výhodou použití obrazovky prezentující testy jsou získané výsledky poskytující přímé informace o tom, jak si oči vedou při normálním používání displeje. Úplné posouzení pomocí systému obvykle trvá mezi 10-15 minutami. Kromě vizuálního testu program obsahuje podrobný on-line dotazník ke zjištění, jak je displej používán a povahu problémů, jež může uživatel pociťovat s očima, zády, krkem, rameny, zápěstím atd. [53]

Podle průzkumu Nilsena a spol. [54], kdy se dotazovali 1230 optometristů (doktorů optometrie), jaké testy nejčastěji používají při vyšetření počítačového uživatele v normální praxi byl výsledným testem použití PRIO simulátoru, při kterém pocítovali největší sebejistotu. Nicméně zmíněné PRIO testy v České republice nenajdeme u žádných poskytovatelů oční péče, a tak musíme vyšetření uzpůsobit dostupnými prostředky a testy. [54]

Již na základě vhodně zvolených otázek by optometrista měl přijít s odhadem potenciálního spouštěcího mechanismu a tuto příčinu odstranit. Neměl by se tedy zdráhat otázek typu:

- „Pocítujete někdy únavu očí, bolest hlavy, pálení, škrábání, suchost očí při práci s digitálním zařízením?“
- „Kolik hodin denně strávíte na počítači či na jiném digitálním zařízení?“
- „V jaké vzdálenosti máte běžně obrazovku? V jaké pozici?“
- „Jaké osvětlení používáte při práci s počítačem? V jakém pracovním prostředí nejvíce pracujete s počítačem?“
- „Nosíte nějakou korekční pomůcku při práci s počítačem? O jaký typ se jedná?“
- „Řešíte nějakým způsobem případný diskomfort při práci na počítači?“ [51]

Rosenfield a spol. [33] navrhuji optimální vyšetření klientů s CVS. V návaznosti na klinické parametry by měla být posouzena:

- (1) nejlepší korigovaná zraková ostrost
- (2) refrakční vada (včetně binokulárního vyvažování)
- (3) akomodační nedostatečnost při pracovní vzdálenosti
- (4) monokulární a binokulární akomodační šíře
- (5) monokulární a binokulární akomodační facilitata
- (6) negativní a pozitivní relativní akomodace

Na základě vergence dále i:

- (1) blízký bod konvergence
- (2) heteroforie do blízka
- (3) horizontální i vertikální fixační disparita a/nebo asociační forie
- (4) vergenční facilitata
- (5) stereopse
- (6) AC/A a CA/C poměry [33]

Při vyšetřování pacientů s CVS by přítomnost jakékoliv refrakční nebo akomodační anomálie (např. akomodační neschopnost nebo insuficience) mohla mít dopad na úroveň vizuálního pohodlí pacienta během úkolu. [33]

U presbyopů by se na vyšetření měl klást velký důraz, jelikož s přibývajícím věkem se snižuje elasticita oční čočky a tím pádem ztrácí schopnost doakomodovat ostré vidění i na vzdálenost počítačové obrazovky či displeje tabletu a mobilního telefonu. Vyšetření na preferovanou pracovní vzdálenost a vhodně zvolený typ a design korekční pomůcky je v tomto případě klíčový. [33]

3.2 Možnosti řešení CVS

Dočasný ráz symptomů CVS a jeho multifaktoriální charakter vedou k závěrům, že škála možností léčby a řešení příčin bude opět široká. Avšak nebude nikterak náročná. Možnosti řešení CVS obtíží můžeme považovat i za preventivní opatření a z hlediska zásahu do oka je můžeme rozdělit na invazivní a neinvazivní. Většina CVS symptomů je léčitelná po správném očním/zrakovém vyšetření a diagnostice. Zaprvé je důležité dozvědět se o CVS při řešení jakýchkoliv symptomů dostatečné informace a chodit na pravidelné oční prohlídky. Toto je východiskem pro včasnou diagnózu a efektivní léčbu. AOA [17] navíc doporučuje, aby profesionální uživatelé počítače prošli při nástupu své profese komplexní oční/zrakovou prohlídkou a poté ji preventivně opakovali. [11]

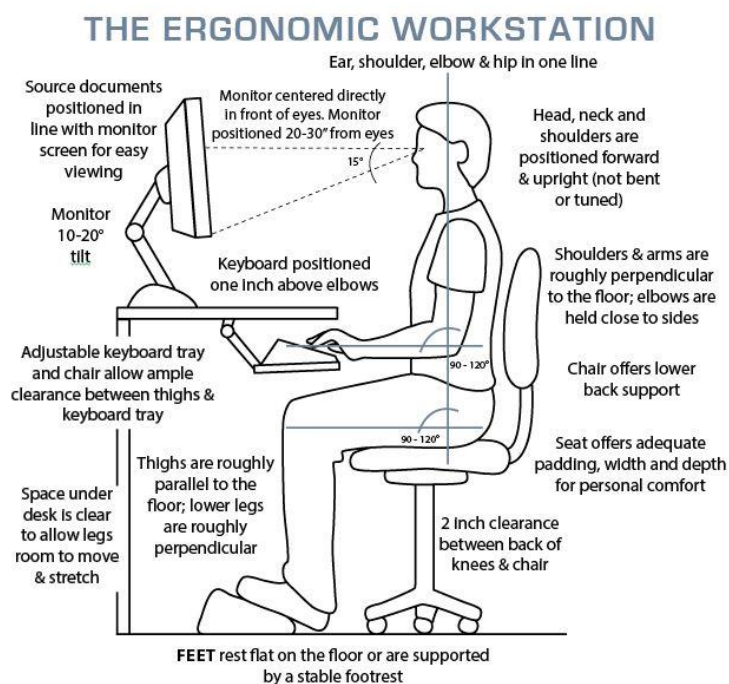
3.2.1 Neinvazivní přístup

Přístup k řešení a prevenci eventuálních potíží může být neinvazivní, kdy nezasahujeme jakýmkoliv způsobem do oka, ale snažíme se upravit environmentální a ergonomické faktory pracovního prostředí, použít speciální čočky a brýlové filtry či využít odpočinku zrakového systému.

3.2.1.1 Ergonomie

Práce na počítači je soustavná činnost, kdy se jen minimálně mění pozice těla. Změna ergonomie pracoviště hraje hlavní roli při řešení CVS obtíží. Správně zvolené rozvržení pracovního místa je klíčové pro odbourání extraokulárních příznaků, které klienti vnímají jako nejvíce obtěžující. Dále ovlivní i astenopii a osychání předního segmentu oka (viz předchozí kapitoly). Uživatelé VDT často zaujímají nepřirozené pozice těla díky špatně zvolené vzdálenosti a umístění obrazovky. Vzdálenost displeje závisí i na velikosti čteného písma.

Sedící poloha při práci má také svá kritéria. Návrhy úprav ergonomické pozice počítačového monitoru podle odborné literatury jsou následující: obecně je doporučována vzdálenost obrazovky na délku paže nebo 40-60 cm a její retronáklon 10-20° maximálně. Čím větší obrazovka je, tím větší vzdálenost je preferována. Bližší vzdálenosti navozují větší potřebu akomodace a konvergence a tím jejich přetížení. U malých displejových zařízení se preferovaná vzdálenost zmenšila na 36 cm (velikost písma 1,6 mm) při četní zprávy a na 32 cm (velikost písma 1,1 mm) při prohlížení webové stránky. Úhel pohledu ulevující od příznaků CVS je doporučen 0° až 14°-20° pod úroveň vertikálně. Každopádně střed monitoru by se neměl nacházet více jak 25° pod úrovní očí. Tato podmínka je dosažena při pozici monitoru, kdy je horní linie vertikálně v nebo něco málo pod úrovní očí. Monitor by měl být umístěn přesně naproti uživateli židli, aby hlava, krk a tělo byly čelem k pozorované obrazovce. Nemělo by to být více jak 35° nalevo či napravo. Myš a klávesnice by pak měly být ve vzdálenosti kratší, než je délka paže, avšak měly by korespondovat s požadovanou pozorovací vzdáleností monitoru. Na obrázku 16 pak můžeme vidět detailní doporučené tipy: křeslo by mělo pohodlně polstrováno a zajišťovat oporu bederní páteře, je doporučen 4 cm odstup zadní části kolen a sedátka, stehna by měla být v paralelní poloze se zemí, 90-120° ohyb v kolenou a loktech, volný prostor pod stolem pro protažení nohou atd. Podobná ergonomická pravidla by se měla aplikovat i na školní, domácí či jiná pracovní prostředí. [16, 17, 18, 33, 34]



Obrázek 16 Doporučená ergonomická pozice při práci na počítači [55]

Prizpůsobením okolních faktorů např. přiměřeného osvětlení, které nezpůsobuje nadměrné ozáření z displeje či okolní odlesky a snížení suchého proudícího vzduchu výrazně podpoří

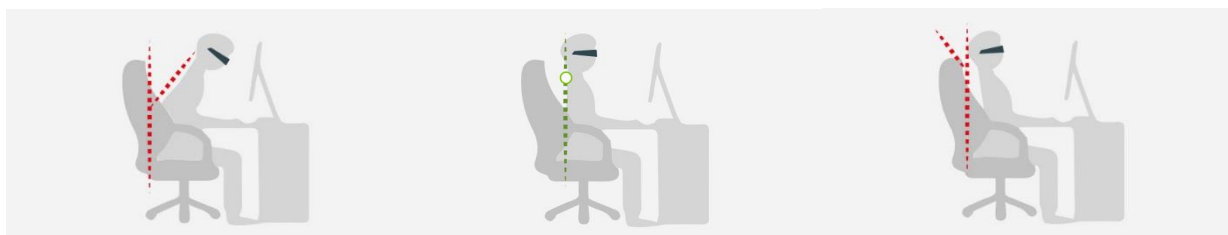
celkový komfort pracovního místa. Optimálně by mělo být vše zkombinováno a tím se předejde problémům i preventivně. [16, 17, 18, 33, 34]

3.2.1.2 Počítačové brýle, antireflexní vrstvy, brýlové filtry

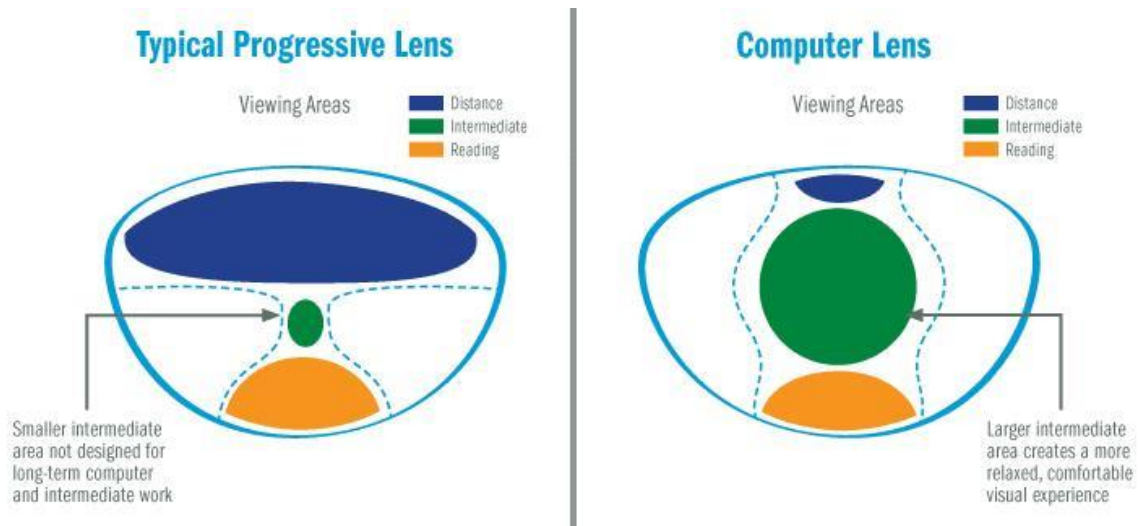
Odezva optického průmyslu na posun spotřebních technologických návyků společnosti v posledních dekádách s sebou přinesla nové technologie, které zabraňují ozáření, filtrují modré světlo a předchází zrakové únavě při používání displejů a obrazovek. Podle amerického průzkumu 27 % dotázaných nevědělo, že počítačové brýle mohou ochránit před digitální únavou zraku. [7]

Volba správné brýlové korekce pracujícího s digitálními displejovými zařízeními záleží sice na klientovi, ale hlavně na vhodném doporučení optika/optometristy. Na výběr je z několika možností brýlových čoček. Zvolit se mohou i obyčejné jednoohniskové čočky, dioptricky přizpůsobené pouze na vzdálenost jednoho displeje, které tím pádem nesou své nevýhody.

Počítačové brýle se na optickém trhu objevily s nástupem moderních digitálních displejových technologií. Svým designem se liší od jednoohniskových čtecích brýlí i typických progresivních brýlí. Pokud využijeme jen čtecích brýlí, které jsou určeny pouze na vzdálenosti 40 cm a bližší dojde při sledování obrazovky k nežádanému přibližování hlavy k obrazovce (obr. 17 vlevo). Trifokální nebo obyčejné progresivní čočky většinou nemají dostatečnou část pro střední vzdálenost. Především ty s vyšší adicí pak zmenšují a zužují středový koridor (obr. 18). Hledání úzkého koridoru pro střední vzdálenost uživatel může buď zaklánět hlavu, či ji stavět do nepřirozených pozic (obr. 17 vpravo). Brýlové čočky, jež jsou uzpůsobeny svým designem zrakovým požadavkům práci v kanceláři, se nazývají tzv. degresivní (regresivní či OFFICE) čočky. Znamená to, že mají rozšířený střední koridor, kde je snížena plná hodnota adice ze spodního dílu. Dají se rozdělit ještě do dvou skupin: (a) degresivní čočky pro blízkou a střední vzdálenost (b) progresivní čočky pro kancelářské prostředí. Vyrábí je různé firmy jako Essilor (Varilux Digitime), Rodenstock (Ergo) či Zeiss (Bussines) a jejich designy se mohou jemně lišit svou specifickou patentovanou technologií [56, 57, 58].

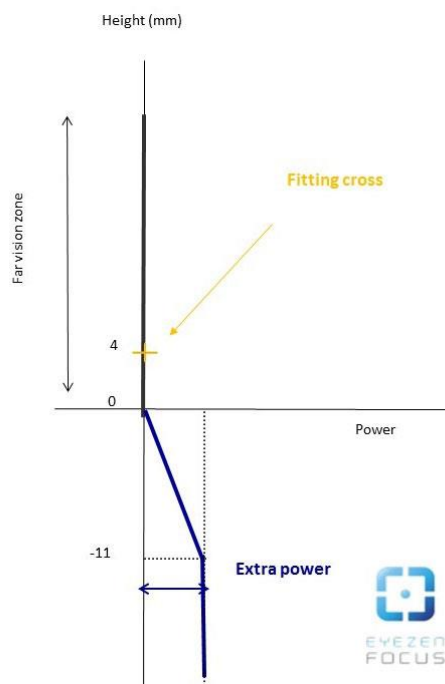


Obrázek 17 Znázornění pozice hlavy u různých typů zvolené brýlové korekce. Vlevo-brýle na blízko, uprostřed – pracovní počítačové brýle, vpravo – normální progresivní brýle [58]



Obrázek 19 Porovnání designu typických progresivních čoček a počítačových čoček [56]

Na trhu také existují tzv. úlevové jednoohniskové čočky, např. EyeZen od Essiloru [56]. Fungují na principu přidání plusové dioptrické hodnoty od +0,4 do +0,85 dpt ve spodní části čočky (obr. 19). Dle fyziologické potřeby určité věkové skupiny je hodnota přídatku optimalizována. Přidaná optická mohutnost podpoří zaostřování zraku během užívání displejových zařízení. [11,13, 56, 57, 58]

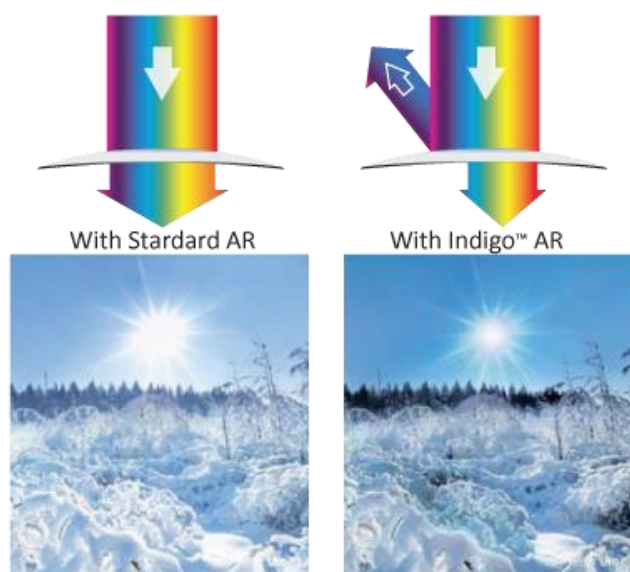


Obrázek 18 Princip provedení Eyezen čočky s přídatnou hodnotou pro úlevu očí do blízka [56]

Podle vědecké literatury a AOA jsou počítačové brýle jednoznačně doporučenou volbou řešení potíží syndromu digitální únavy zraku. Prokazatelné snížení CVS příznaků u nositelů počítačových brýlí bylo zaznamenáno již v roce 1994, kdy byl vývoj technologií pro počítačové

brýle teprve na začátku. Nicméně bez prvotního kroku uzpůsobení ergonomie pracovního místa nemusí ani počítačové brýle projevům syndromu ulevit. [5, 17, 59]

Počítačové čočky většinou zahrnují i antireflexní vrstvy nebo speciální vrstvy chránící před modrofialovým světlem. Unikátní technologie filtrace škodlivého světla (o 16-20 %) je opět nabízena různými optickými firmami pod názvy BlueControl a Recharge™ (HOYA), Indigo AR, DuraVision a BlueProtect (Zeiss), Eye Protect system a Crizal Prevencia (Essilor) [56, 57, 60]. Základní anti-reflexní vrstvy, které jsou v současné době běžně doporučovány všem nositelům brýlové korekce, umožňují potlačovat okolní odlesky a nežádoucí ozáření, což ulevuje od únavy a bolestí očí. [18, 56, 57, 60]



Blue Light Filtering maintains natural color balance and improves contrast.

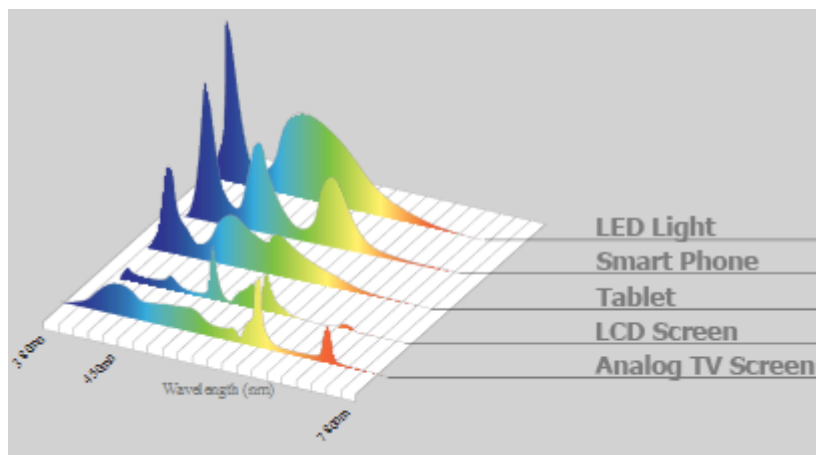
Obrázek 20 Princip propustnosti čočky s antireflexní vrstvou odrážející modré světlo [61]

Brýlové filtry a zbarvení brýlových čoček jsou dalším způsobem filtrace různé procentuální části modrého světla a tím i formou úlevy od příznaků syndromu digitální únavy. Nedioptrické brýlové čočky Gunnar jsou pečlivě navrženy tak, aby filtrovaly a vyvažovaly spektrální složení světla. Zároveň absorbují 65 % (HEV) modrého světla emitovaného z digitálních displejových zařízení. Designem čočky dochází k posunu barevného spektra pro zvýšení vizuální účinnosti. Gunnar amber (oranžová) čočka transformuje umělé osvětlení přesně k fyziologii oka. [62]

3.2.1.3 Filtry displejů a ochranné aplikace

Modré světlo je částí spektra přirozeného bílého světla o vlnových délkách 380-500 nm, ale je emitováno i digitálními displeji a obrazovkami (obr.21). Chránit zrak si mohou i uživatelé

digitálních displejů, kteří nenosí žádnou korekci a nechtějí si pořizovat brýle pouze kvůli vrstvě nepropouštějící modrou složku světla. Na trhu nyní najdeme tvrzená skla a různé krycí fólie (např. Ocushield, obr.22) [63] či kryty se slibovanou funkcí snížení modrého světla směrem k uživateli, například o 20 %. Dají se pořídit na počítačové, mobilní, tabletové i smartwatch displeje. [7,63]



Obrázek 21 Spektrální složení světla různých displejových zařízení [63]



Obrázek 22 Ocushield ochranná folie [63]

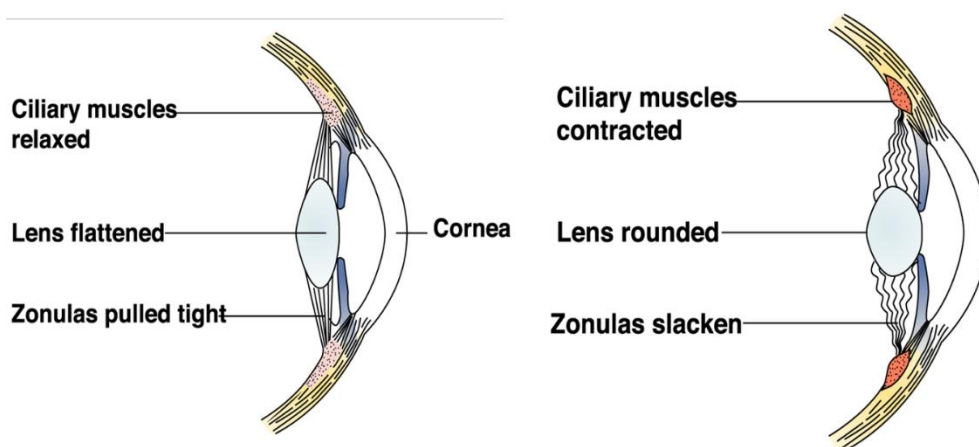
Displeji produkované LED bílé světlo je podobné tomu dennímu, a tím pádem stejně jako denní světlo snižuje hladinu melatoninu. Zacházením s displeji digitálních zařízení v nočních hodinách je mozek udržován ve větší aktivitě, než by se měl přirozeně v noci nacházet. Dochází k oddálení biologického střídání denní-nočního rytmu a obecné únavě očí. Alternativním způsobem filtrování modrého světla může být instalace jedné z mnoha mobilních nebo počítačových aplikací starajících se o barvu a jas obrazovky. Automaticky podle denní doby mění teplotu světla z 5500-6500 K okolo poledne, na 3000-4000 K po západu Slunce a potlačují tak modré světlo. Aplikace můžeme najít volně ke stažení pod názvem Iris, Sunsetscreen, f.lux,

Bluelight filter for Eye Care a další [64]. Nedávnou studií bylo zjištěno, že pouhé předsazení zbarveného překrytí počítačové obrazovky sníží příznaky CVS. [64, 65]

Pestrou nabídkou ochranných pomůcek displejových zařízení bychom nyní mohli považovat za velký marketingový tah, jelikož řada výrobců monitorů do základu svých zobrazovacích zařízení již zařazuje redukci modré složky světla. [66]

3.2.1.4 Pravidlo 20-20-20

Odpočinkové pravidlo ulevující počínajícím příznakům únavy očí, bolesti očí a bolesti hlavy je velice jednoduché, a přitom velmi účinné. Pravidelné pracovní přestávky jsou doporučovány všem uživatelům počítačů a displejových zařízení, kteří s nimi pracují nepřetržitě po dobu delší jak 20 minut. K zrelaxování akomodačně-vergenčního systému a prevenci námahy očí slouží tzv. pravidlo 20-20-20: „po každých 20 minutách práce, 20 sekund pozorovat 20 stop (6 metrů) vzdálené objekty.“ Hledění do dálky alespoň dvakrát za hodinu všeobecně dostačuje pro prevenci zrakové únavy při využívání počítače. Vypnutím počítačové obrazovky na kratší dobu je úleva též podpořena. Ciliární svaly se při pohledu do dálky uvolní z kontrakce a předejde se tak případnému akomodativnímu spasmu či tonu (obr. 23). Rozšíření webového prohlížeče Google Chrome nazvané „eyeCare-Protect your vision“ nabízí každých 20 minut upozornění na pravidlo 20-20-20 a protažení bederní oblasti zad. [67]. Nejlepším řešením tohoto typu jsou pak časté přestávky s fyzickou aktivitou. Krátká procházka okolo kanceláře nebo kdekoliv jinde protáhne ostatní svaly a zabrání se tak setrvání v posturální pozici. Zvýší se jak produktivita, tak efektivnost práce. [5, 17]



Obrázek 23 Uvolnění ciliárních svalů při sledování dalekého objektu (vlevo) a kontrakce při sledování blízkého objektu (vpravo) [68]

3.2.1.5 Zrakový trénink

Někteří uživatelé počítačů zaznamenávají problémy se zaostřováním nebo koordinací očí, které nemohou být adekvátně korigovány brýlemi ani kontaktními čočkami. K léčbě těchto konkrétních problémů může být zapotřebí program zrakové terapie. Zraková terapie, nebo také zrakový trénink, je strukturovaný program vizuálních aktivit předepsaných pro zlepšení vizuálních schopností. Tyto oční cvičení pomáhají napravit nedostatky v binokulární spolupráci, která může být jednou z příčin obtíží CVS. [17]

3.2.2 Invazivní přístup

Snížená frekvencí mrkání a zvětšení povrchu odkrytého očního bulbu zapříčiní podráždění předního segmentu oka. Nedostatečné zvlhčení bulbární spojivky a rohovky slzným filmem přináší rizika osychání, infekce a subjektivních diskomfortních pocitů v oku. Snížené množství a kvalita slzného filmu se dají řešit dvěma různými způsoby. Obojí však invazivní metodou.

3.2.2.1 Lubrikační oční kapky

Umělé oční slzy, lubrikační oční kapky či masti jsou podle vědeckých studií a literatury účinným prostředkem, jak předcházet i léčit subjektivní potíže podráždění očí. Předepisovány jsou i jako placebo. Typické příznaky jako je pálení, svědění, škrábání oka, pocity cizího tělíska v oku, suchost, únava, zarudnutí a slzení očí jsou při frekventovaném používání umělých slz sníženy. Podle dřívějších studií [5] se za činitele redukce symptomů CVS považoval vliv kapek na sníženou frekvenci mrkání, avšak pozdější studie neprokázaly žádné zvýšení frekvence mrkání při použití zvlhčujících očních kapek. Každopádně lubrikační kapky prokazatelně zvyšují oční komfort a při časté aplikaci předcházejí vysychání předního segmentu. Syndrom suchého oka je jedním z rizikových faktorů CVS, přičemž může vzniknout i jako důsledek zvýšené práce s displeji a obrazovkami. Pacienti se syndromem suchého oka jsou léčebně indikováni k užívání umělých očních slz. [5, 16, 18]

3.2.2.2 Speciální kontaktní čočky

Podobně jako nárůst digitálních displejových zařízení, zvýšilo se v posledních letech i korekční užití kontaktních čoček. Charakteristické parametry: propustnost, obsah vody, typ kontaktní čočky stejně jako režim nošení ovlivňují komfort a potenciální komplikace vhodného usazení čočky [45]. Nošení kontaktních čoček někdy může vést ke změnám slzného filmu a problémům předního segmentu oka. Nositelé kontaktních čoček jsou jednou z rizikových skupin syndromu digitální únavy zraku. Španělskou studií [45] bylo potvrzeno, že u nositelů

kontaktních čoček pracujících na počítači 6 hodin a více se zvyšují projevy CVS. Potvrzená snížená frekvence mrkání při práci s displeji a obrazovkami je spojena s poklesem kvality (v určitých případech i kvantity) slzného filmu. Nedostatečná lubrikace a ochrana kontaktní čočky způsobí její vysychání a adhezi na horní víčko. Přejíždění čočky po rohovce při mrkání pak vede k mechanickému stresu a dalším změnám. [6, 45] S potenciálním řešením CVS problémů u uživatelů kontaktních čoček přišly v roce 2016 firmy Cooper Vision a Bausch+Lomb. Navrhly dva nové typy kontaktních čoček, z nichž jedny jsou určeny přímo do digitálního prostředí a druhé se zaměřily na vysoké zvlhčení materiálu. [69, 70]

- **Biofinity Energys**

Unikátní design nové kontaktní čočky je tvořen na základě dvou prvků v samém středu čočky, určených k výkonu a optimalizaci pro uživatele digitálních zařízení. Digital Zone Optics™ - průlomový tvar, který integruje vícenásobný asférický povrch v celé optické zóně. To simuluje pozitivní dioptrický přídavek v centrální části čočky, což pomáhá snižovat tlak na ciliární sval při setrvačné akomodaci. Podle výrobců snižuje akomodační úsilí při změně pohledu na a z obrazovky. Aquaform® technologie přitahuje a váže vodu v celém materiálu čočky pro zadržení vlhkosti i v době sníženého mrkání, která je spojená s použitím digitálních displejových zařízení. To slibuje zmírnit příznaky suchého oka, poskytovat hydrataci, prodyšnost a měkkost. [69]

- **Ultra**

Patentovaná technologie nových kontaktních čoček se nazývá MoisterSeal. Unikátní kombinace obsahu vody (46 %), modulu pružnosti (0,70 MPa) a Dk/t (163) se snaží zajistit komfort kontaktní čočky na konci dne 95 % zvlhčením i po 16 hodinách nošení. Navíc slibují také asférický optický design. [70]

4 Experimentální část

4.1 Úvod

Ve své experimentální části jsem si vytyčila dva cíle. Prvním cílem je částečně prozkoumat pracovní návyky české populace s digitálními displejovými zařízeními (v každodenním životě) a zejména analyzovat oční projevy s nimi spojenými. Statistickou analýzou výsledných dat ověřit stanovené hypotézy H1, H2, H3 a H4. Mým dalším cílem je objektivně ověřit slibovaný vyšší komfort při práci na displejových zařízeních u nových kontaktních čoček specializovaných pro digitální únavu zraku.

Hypotéza H1: „Čím déle lidé každodenně pracují na počítači, tím větší jsou intenzity jejich zaznamenaných potíží.“

Hypotéza H2: „Čím blíže je monitor obrazovky, tím větší jsou intenzity projevených příznaků CVS.“

Hypotéza H3: „Lidé běžně nosící korekci preferující žádnou korekci na počítači, trpí větší intenzitou symptomů CVS nežli lidé korigující svůj zrak i při práci na počítači.“

Hypotéza H4: „Použití více zdrojů umělého okolního osvětlení při práci na počítači způsobí větší projevy CVS potíží díky větší míře reflexe odlesků.“

4.2 Metodika webového průzkumu

Pomocí webové funkce Formuláře Google (https://www.google.com/intl/cs_CZ/forms/about/) jsem vytvořila online anonymní dotazník (obr. 24), sestávající se dohromady z 19 otázek (odkaz na dotazník: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfdCB9BNDL4Aex3U0qRz0eLD8XDO69k_ynrHtn0tSLwTlhuDA/viewform?usp=sf_link). V úvodu dotazníku jsem zanechala odkaz na informační leták ve formátu online pdf (<http://docdro.id/WBNoEO3>). Součástí informačního letáku byly hypertextové odkazy na online publikované studie o problematice CVS.



Obrázek 24 Úvodní text online dotazníkového průzkumu

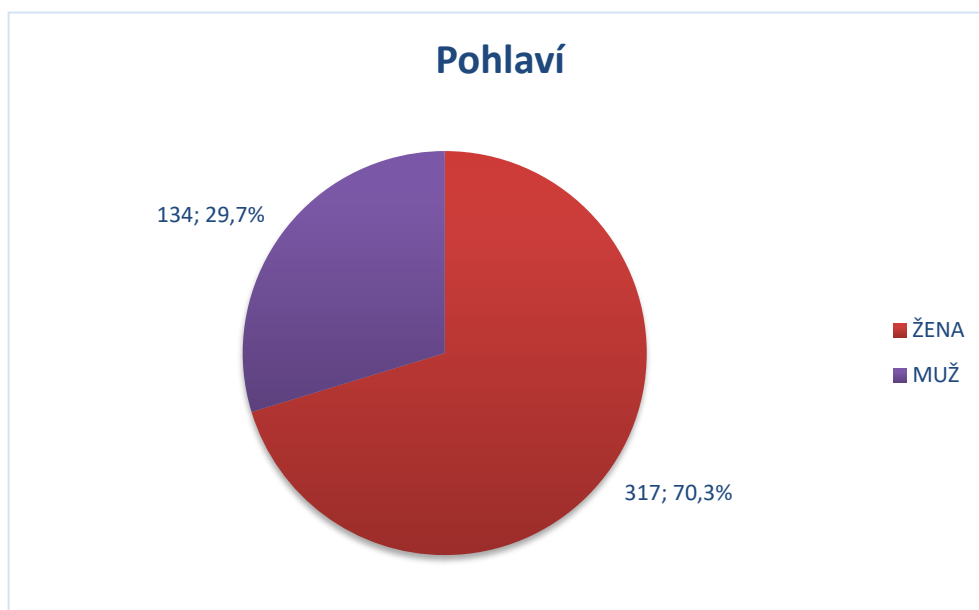
Všechny otázky byly povinné a pouze 3 z 19 byly tzv. multiple choice (možnost více odpovědí), u ostatních byla možná jen jedna odpověď. Prvně jsem vytyčila obecné otázky dělicí respondenty podle pohlaví a věkové kategorie. Věkově jsem rozdělila odpovědi na „Méně než 18; 18-25 let; 26-34 let; 35-45 let; 46-55 let; 56-70 let; 71 a více let“. Poté jsme zvolila 3 otázky týkající se korekce zraku: „Nosíte běžně korekci zraku? Jakou korekci zraku používáte při práci na počítači? Používáte brýle jen při práci na počítači?“. Další 9 otázek směřovalo ke specifikaci využití zvlášť samotného počítače a zvlášť jiných displejových digitálních zařízení (mobil, tablet, e-čtečka apod.). Zajímalo mě každodenní počet hodin strávených na displejových digitálních zařízeních, jejich používání krátkou dobu před spánkem a ergonomické faktory při jejich využívání. Tedy v jaké vzdálenosti jsou obrazovka, displej i klávesnice umístěny a v jaké poloze se nachází. Z hlediska environmentálních faktorů jsem zvolila otázku na okolní osvětlení využívané při práci na PC. Následující dotazy se pak zaměřily na oční potíže. Bylo zjišťováno, zda lidé někdy pocítili oční problémy při práci s moderními obrazovými displeji a po jak dlouhé době se obtíže projeví. Na hodnotící škále případných obtíží bylo možné zvolit intenzitu současně s frekvencí jednotlivého příznaku od 0- 5. Vybrané příznaky jsem zvolila podle nejvíce uváděných v zahraniční literatuře. Celá podoba dotazníku je přiložena v příloze 1.

Propagace dotazníku byla prováděna přes stránky sociálních sítí, internetové stránky České kontaktologické společnosti(ČKS), zpravodaje a internetových stránek Společenstva českých optiků a optometristů (SČOO), emailem či přes informační plakáty vylepené v prostorách Fakulty biomedicínského inženýrství. Odpovědi respondentů byly shromažďovány v období od 6. 2.2017–17. 4.2017.

4.3 Analýza dat webového průzkumu

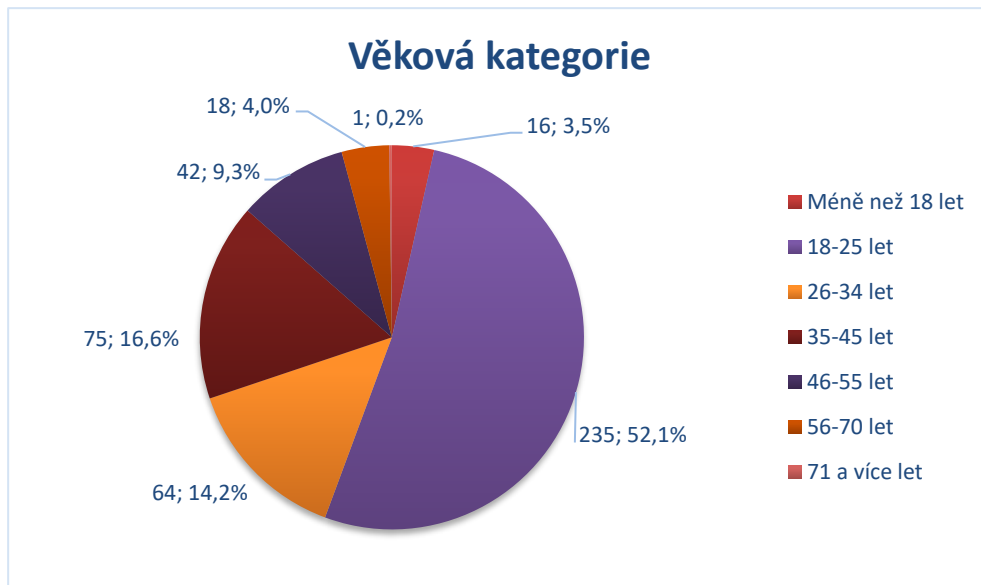
4.3.1 Obecné údaje

V období od 6. 2.-17. 4. 2017 se do online webového průzkumu zabývajících se zrakovými potížemi při používání počítačů a moderních obrazových displejů zapojilo 451 respondentů. Respondenti široké veřejnosti nebyli ničím limitováni. Dotazník vyplnilo celkem 317 (70,3%) žen a 134 (29,7%) mužů (obr. 25).



Obrázek 25 Graf počtu respondentů v závislosti na pohlaví

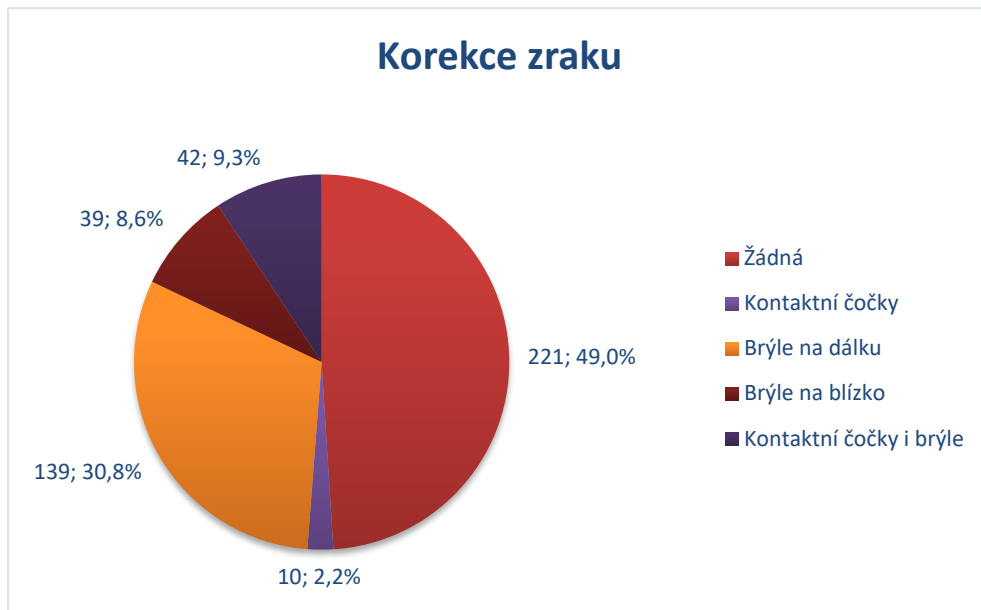
Věkové rozdělení respondentů charakterizuje následující graf (obr. 26). Nejvíce odpovědí (235) bylo shromážděno z věkové kategorie *18-25 let*, z dalších věkových kategorií bylo rozdělení viz graf obr. 26.



Obrázek 26 Graf počtu respondentů v závislosti na věkové kategorii

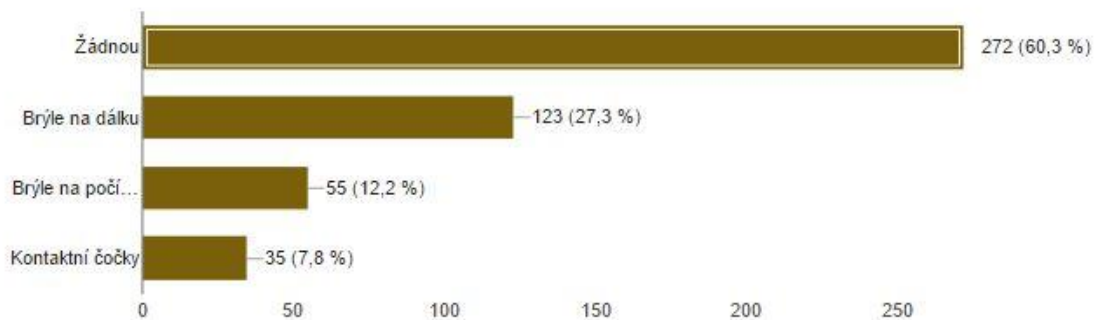
4.3.2 Korekce zraku

Z hlediska současné korekce zraku respondentů byla skoro polovina respondentů (49 %) bez korekce zraku (viz graf obr. 27). Z 51 % respondentů nosících korekci pak převážná většina 30,8 % nosí brýle korigující myopii. Korekce zraku používaná při práci na počítači se lišila. Z druhého grafu (obr. 28), kde bylo na výběr více odpovědí, můžeme vyčíst způsob korekce při práci na počítači. Je viditelné, že s počítačem se potřeba korekce u některých ještě zmenší, takže při práci na počítači 60,3 % dotázaných nepoužívá žádnou korekční pomůcku (viz graf obr. 28) Všichni respondenti měli možnost zvolit kombinaci odpovědí jejich preferované korekce na počítači. *Žádnou* korekci zvolilo 272 dotázaných, *brýle na dálku* 123, brýle na blízko 55 a kontaktní čočky 35 osob. Ze všech 230 respondentů běžně nosících korekci jich pak 53 při používání počítače žádnou nevyužívá. kontaktní čočky 35 osob. Ze všech 230 respondentů běžně nosících korekci jich pak 53 při používání počítače žádnou nevyužívá.



Obrázek 27 Graf závislosti počtu respondentů na způsobu korekce jejich zraku

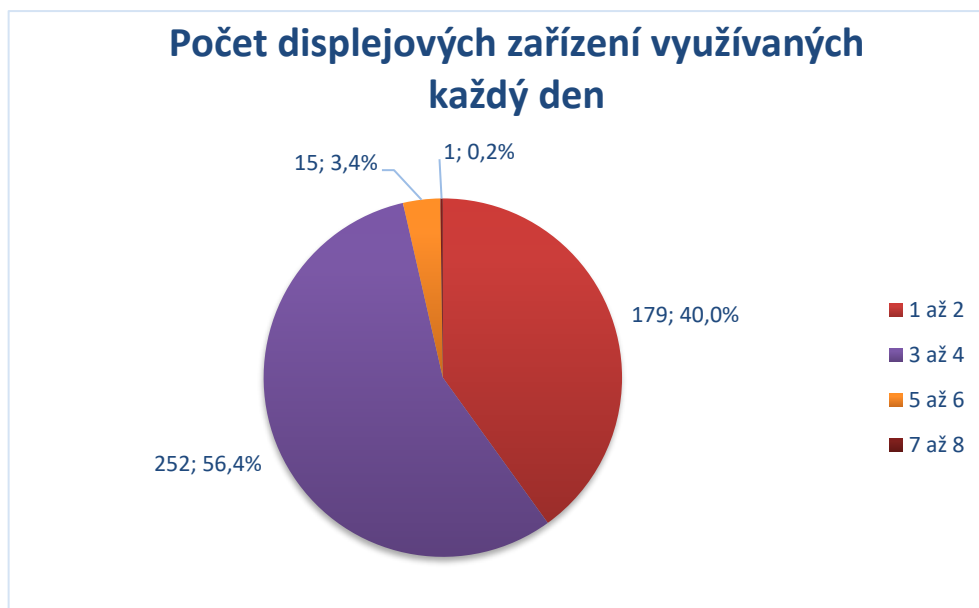
Jakou korekci zraku používáte při práci na počítači? (451 odpovědí)



Obrázek 28 Graf rozložení kombinací odpovědí korekce zraku při práci na počítači (včetně 219 odpovědí *Žádnou* od respondentů nenosících korekci i běžně)

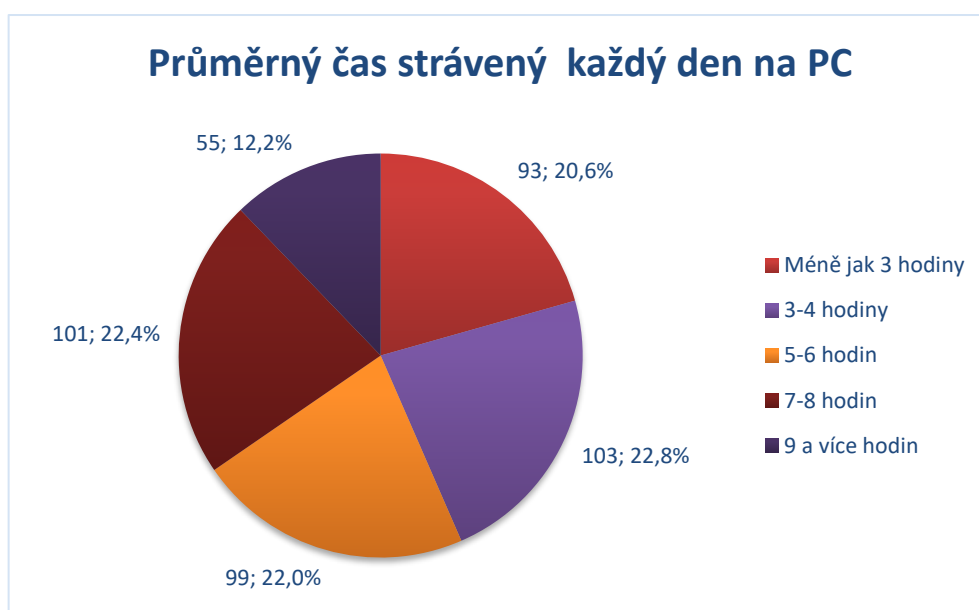
4.3.3 Pracovní návyky

Počet digitálních obrazových zařízení používaných v každodenním životě se pohyboval mezi 1-2 (40,0 %) a 3-4 (56,4 %) digitálními displejovými zařízeními. Jen menšina (3,6 %) používá každodenně více jak 5 zařízení denně (graf obr. 29).

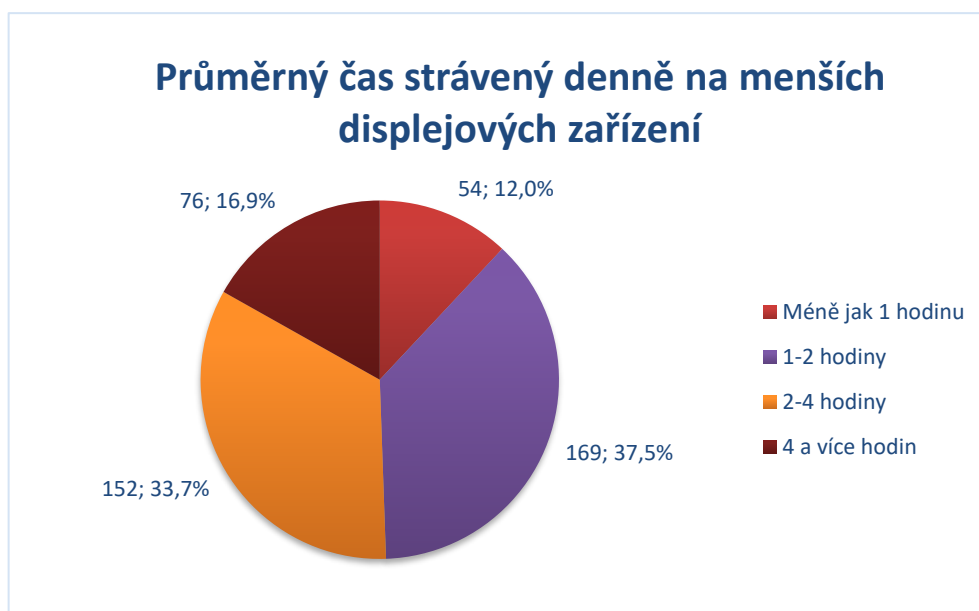


Obrázek 29 Graf závislosti počtu respondentů na počtu využívaných disp. zařízení každý den

Rozdělení respondentů podle doby strávené každý den na displejových digitálních zařízeních bylo v případě používání pouze počítače přibližně rovnoměrné (graf obr. 30): *méně jak 3 hodiny* tráví na PC 20,6 %, *3-4 hodiny* denně 22,8 %, *5-6 hodin* 22 %, *7-8 hodin* 22,4 % a *9 a více hodin* 12,2 % dotázaných. Doba strávená na menších digitálních displejových zařízeních byla menší (graf obr. 31): *méně jak 1 hodinu* denně využívá 12 %, *1-2 hodiny* denně 37,5 %, *2-4 hodiny* 33,7 % a *4 více hodin* 16,9 % dotázaných.



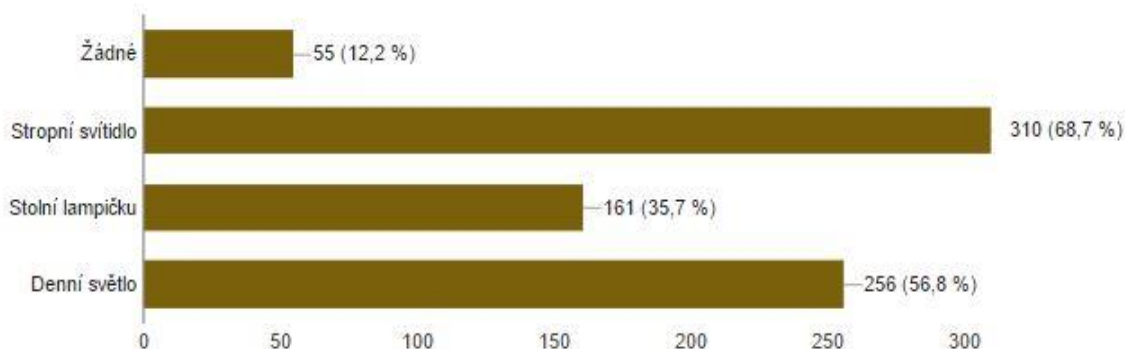
Obrázek 30 Graf závislosti počtu respondentů na době strávené každý den na PC



Obrázek 31 Graf závislosti počtu respondentů na době strávené každý den na menších digitálních displejových zařízeních

Z hlediska ergonomie pracovních návyků obrazovka většiny dotázaných (47 %) se nachází ve vzdálenosti 40-50 cm od očí a 33 % v 50-60 cm. Zbýlých 19,7 % dotázaných má obrazovku vzdálenou 60 cm a více (11,1 %) nebo blíže jak 40 cm (8,6 %). Monitor má 46,8 % respondentů umístěný mírně pod úrovní očí a 43 % v úrovni očí. Výrazněji pod úrovní očí jí má 9,3 % a pouhých 0,9 % výrazně nad úrovní. Vzdálenost klávesnice je z 47,5 % 40-50 cm a z 44,3 % blíže než 40 cm, 8,2 % uvedlo, že klávesnici mají ve vzdálenosti 50-60 cm. Na otázku „V jaké vzdálenosti od očí pravidelně používáte tablet či smartphone?“ odpovědělo 53 % respondentů 20-30 cm, 28,8 % zvolí vzdálenost 30-40 cm, 12,2 % blíže jak 20 cm a zbývajících 6,2 % dále než 40 cm. Z hlediska volby osvětlení pracoviště bylo kombinací odpovědí (viz graf obr. 32) zvoleno nejvíce *stropní svítidlo* 68,7 % (310), *denní osvětlení* 56,8 % (256), *stolní lampička* 35,7 % (161) ale také *žádné osvětlení* 12,2 % (55). Posledním dotazem týkající se pracovních návyků byla otázka, jak často uživatelé pracují na počítači či jiném displejovém zařízení v nočních hodinách před spaním. Odpověď *celkem často* uvedlo největší procento 38,2 % dotázaných, odpověď *zřídka* zvolilo 33,8 % a *pravidelně každý den* na nich pracuje 22,4 %. Před spánkem *nikdy* odpovědělo 5,6 %

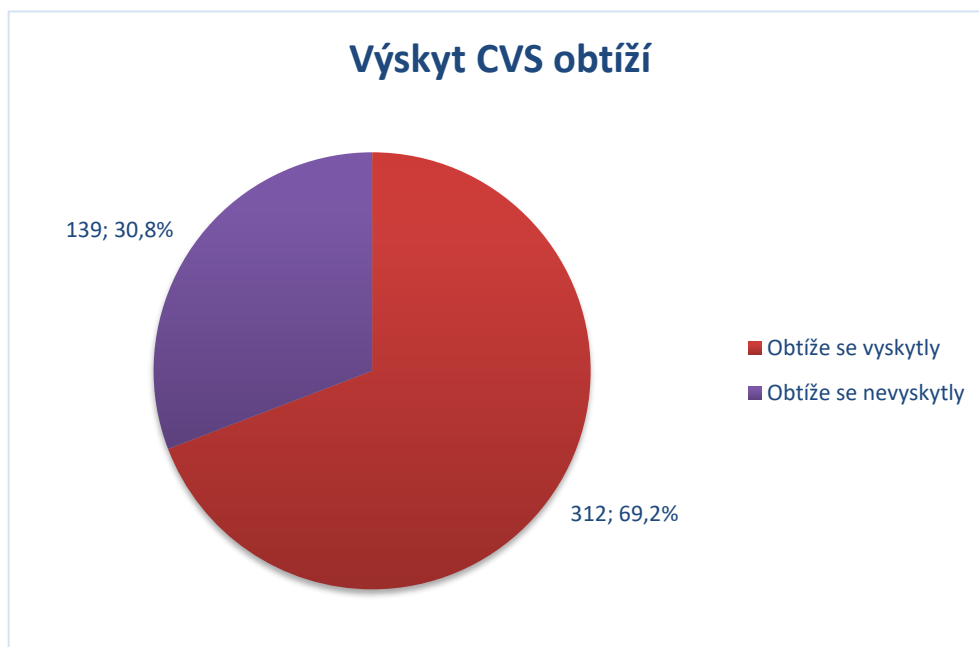
Jaké okolní osvětlení nejčastěji používáte při práci na počítači? (451 odpovědi)



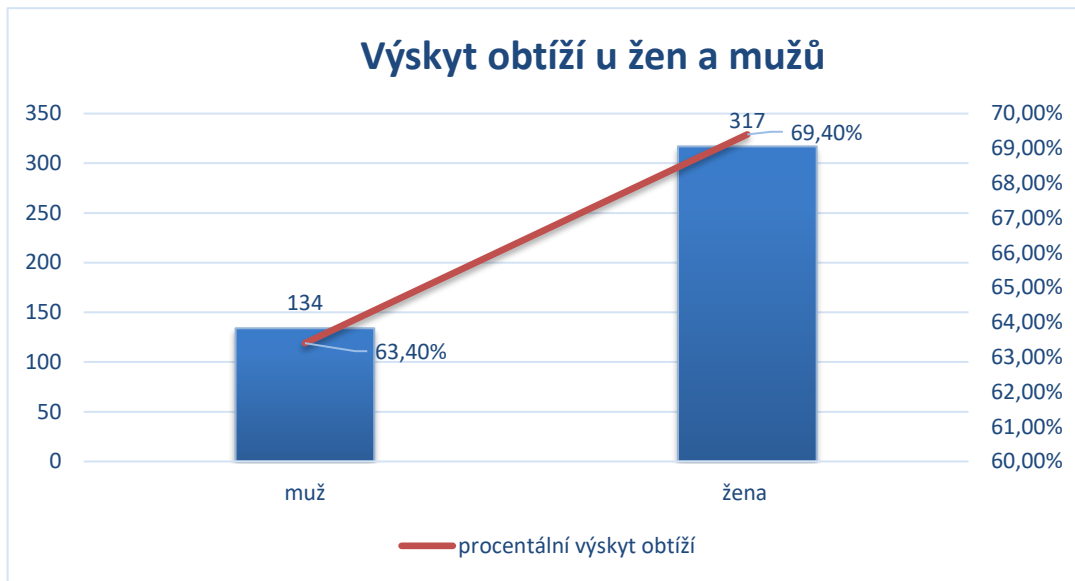
Obrázek 32 Graf procentuálních odpovědí zvolených kombinací možností osvětlení

4.3.4 Výskyt CVS

Oční či zrakové potíže spojené s prací na počítači a jiných digitálních obrazových zařízeních někdy zaznamenalo již 69,2 % všech respondentů (viz graf obr. 33). *Obtíže se nikdy nevykly* u zbylých 30,8 %. Ze vzorku respondentů, kteří přiznali, že již *obtíže pocítili* (312), bylo 72,8 % (227) žen a 27,2 % (84) mužů. Ze všech zúčastněných žen (317) byl zaznamenán výskyt obtíží u 69,4 % a u mužů o něco nižší (63,4 %) (viz obr. 34).

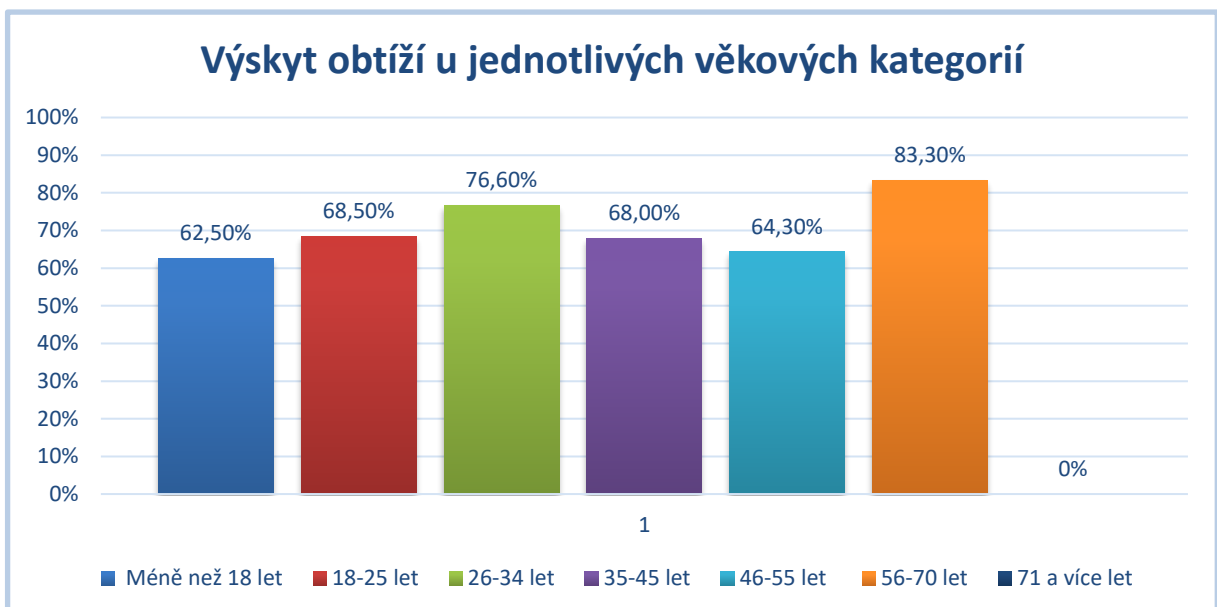


Obrázek 33 Graf závislosti počtu respondentů na výskytu CVS obtíží



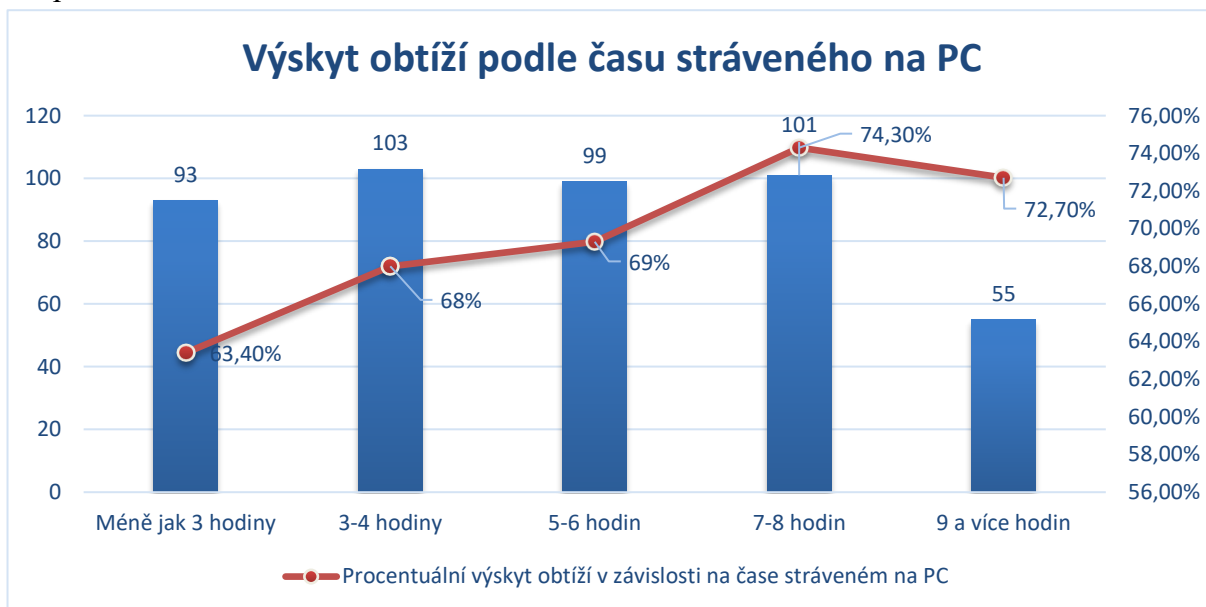
Obrázek 34 Graf procentuálního výskytu CVS obtíží zvláště u všech zúčastněných žen a mužů

Z každé skupiny určité věkové kategorie obtíže již někdy zaznamenalo vždy více jak 60 % dotázaných, kromě věkové kategorie *71 let a více*, kde respondent byl jen jeden a ne zvolil výskyt obtíží. Největší procento výskytu bylo u věkové skupiny *56-70 let* (83,3 %) a skupiny *26-34 let* (76,6 %). Ostatní věkové kategorie se pohybovaly okolo 65 % (viz graf obr. 35).



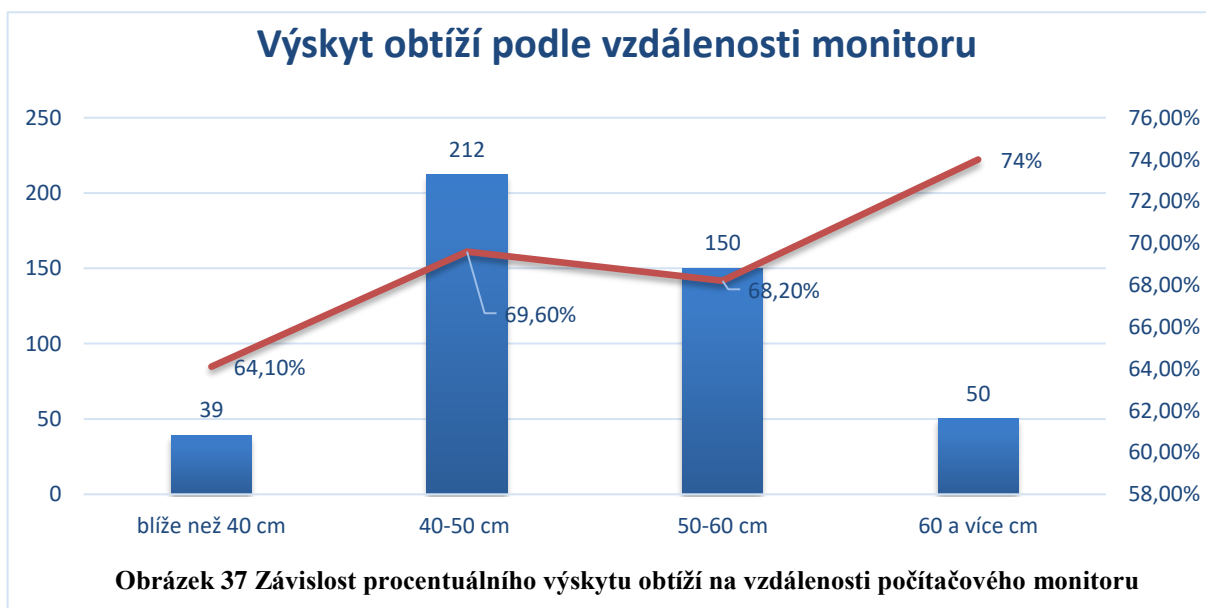
Obrázek 35 Graf procentuálního výskytu CVS obtíží u jednotlivých věkových kategoriích

Dle průměrně stráveného času na počítači každý den se výskyt problému rozdělil téměř lineárně (viz graf obr. 36). S rostoucím časem sledování obrazovky od *méně jak 3 hodiny* do *7-8 hodin* denně rostl i výskyt problémů od 63,4 % do 74,3 % až k nepředpokládanému poklesu výskytu obtíží (72,7 %) u *9 a více hodin*. To bylo podle mého názoru způsobeno nedostatečným (přibližně polovičním) počtem respondentů v této skupině oproti ostatním skupinám.



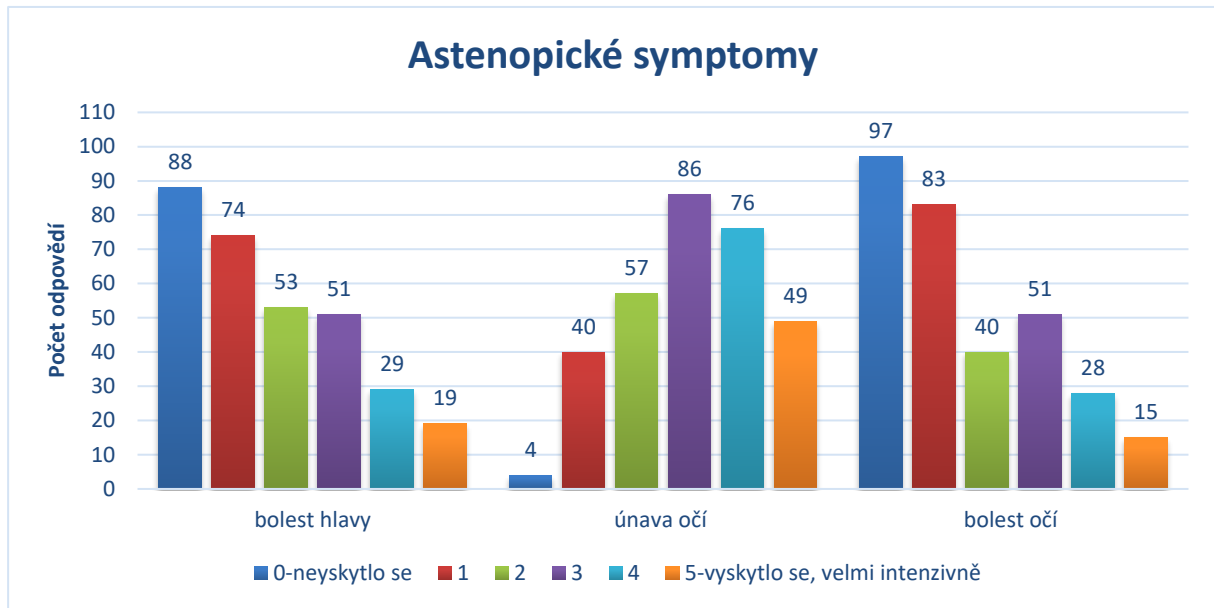
Obrázek 36 Graf závislosti procentuálního výskytu obtíží CVS na čase stráveném průměrně každý den na PC

Vzdálenost monitoru na procentuální výskyt obtíží má také vliv. Hypoteticky byla předpokládána lineární závislost čím blíže monitor je, tím větší výskyty potíží, avšak z grafu (obr. 37) můžeme pozorovat nárůst procentuálního výskytu obtíží CVS o téměř 10 % mezi vzdálenostmi *blíže než 40 cm* a *60 a více cm*. Nejvíce zaznamenali potíže uživatelé s nejdále vzdáleným monitorem (74 %).



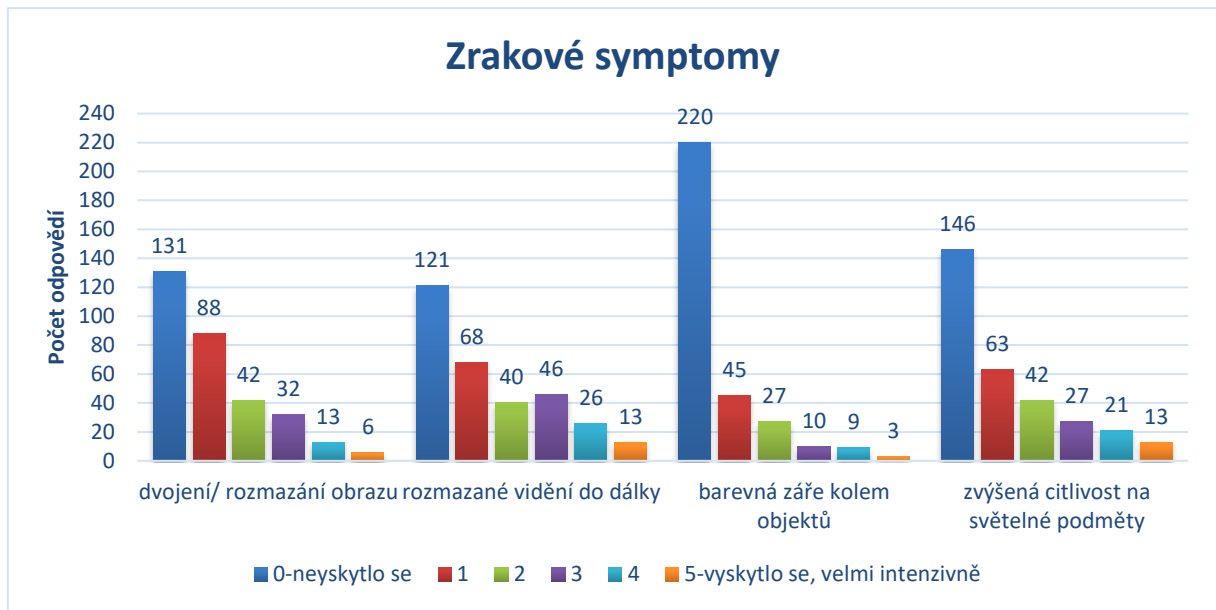
4.3.4.1 Intenzita obtíží

Na hodnotící škále od **0-5** respondenti, u kterých se problémy již někdy vyskytly, hodnotili intenzitu jednotlivých obtíží zvlášť. V grafu obr. 38 je znázorněno rozdělení odpovědí podle intenzity astenopických symptomů (bolest hlavy, únava očí, bolest očí). Průměrně zvolené intenzity pak byly $1,7 \pm 1,5$ u *bolesti hlavy*, $1,6 \pm 1,5$ u *bolesti očí* a $3,1 \pm 1,3$ u *únavy očí*.



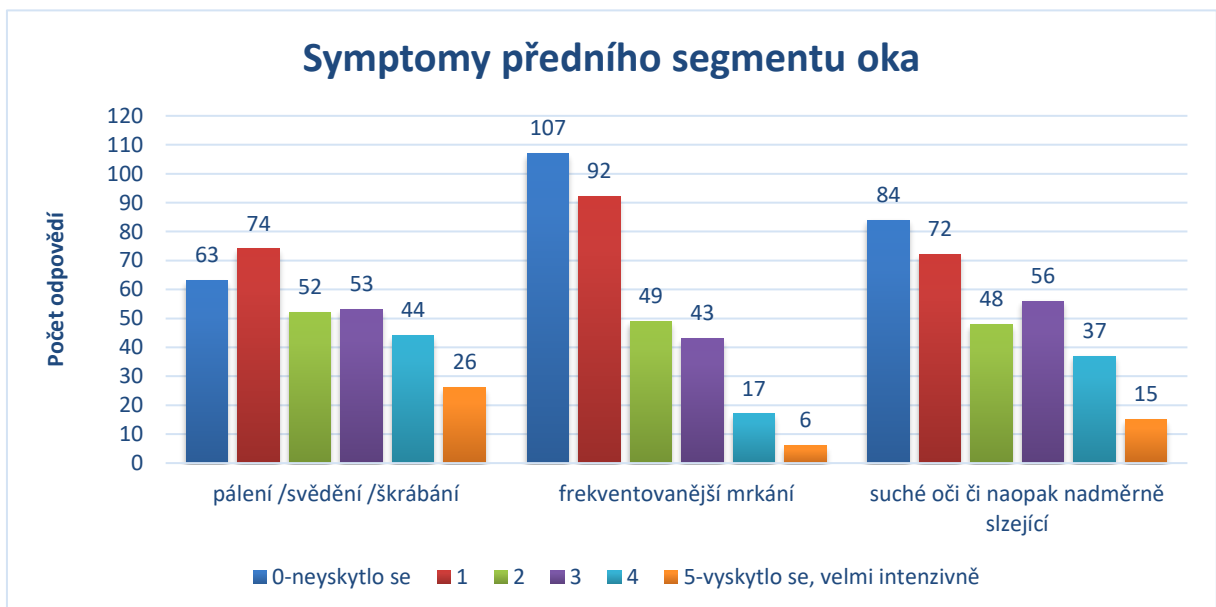
Obrázek 38 Graf rozložení míry intenzity astenopických symptomů

Graf (obr. 39) znázorňuje rozdělení počtu odpovědí dle intenzity zrakových obtíží. Průměrné intenzity jednotlivých příznaků s velkým rozptylem hodnot jsou následující: $1,1 \pm 1,3$ u *dvojení/rozmazání obrazu*, $1,5 \pm 1,5$ u *rozmazané vidění do dálky*, $0,6 \pm 1,1$ u *barevné záře kolem objektů* a $1,2 \pm 1,5$ u *zvýšené citlivosti na světelné podmínky*.



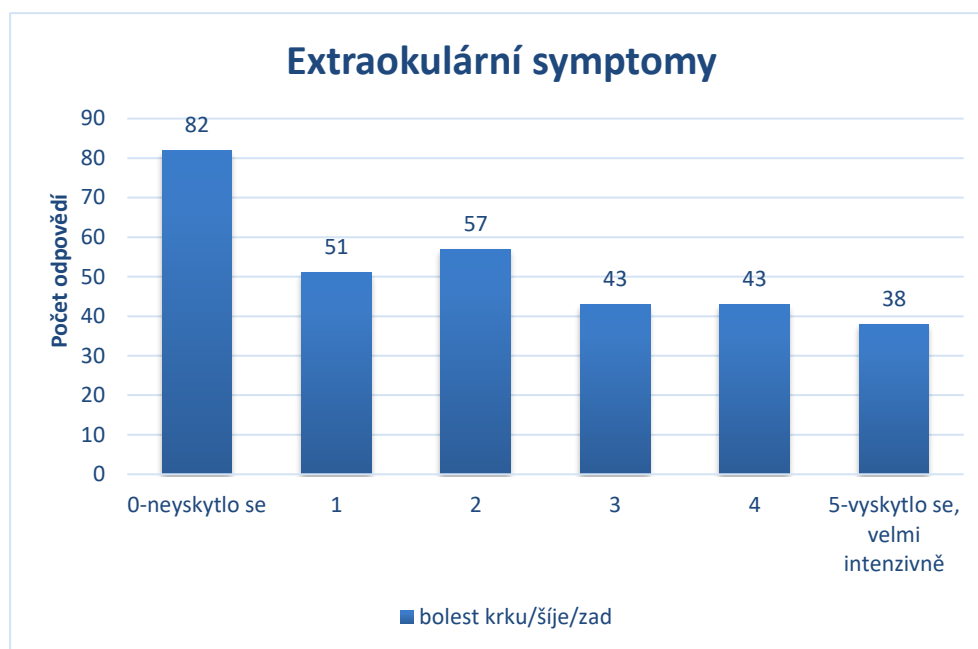
Obrázek 39 Graf rozložení míry intenzity zrakových symptomů

Intenzity symptomů předního segmentu oka jsou opět vyjádřeny graficky (obr. 40) a vypočtené průměrné stupně jsou: $2,0 \pm 1,5$ u *pálení/svědění/škrábání*, $1,3 \pm 1,3$ u *frekventovanějšího mrkání* a $1,8 \pm 1,5$ u *suché či naopak nadměrně slzející oči*.



Obrázek 40 Graf rozložení míry intenzity symptomů předního segmentu oka

Extraokulární symptomy byly shrnuty do jediné volby *bolest krku/zad/šije*, která byla průměrně zaznamenána intenzitou $2,1 \pm 1,8$ a rozdělení všech odpovědí se nalézá v grafu (obr. 41).



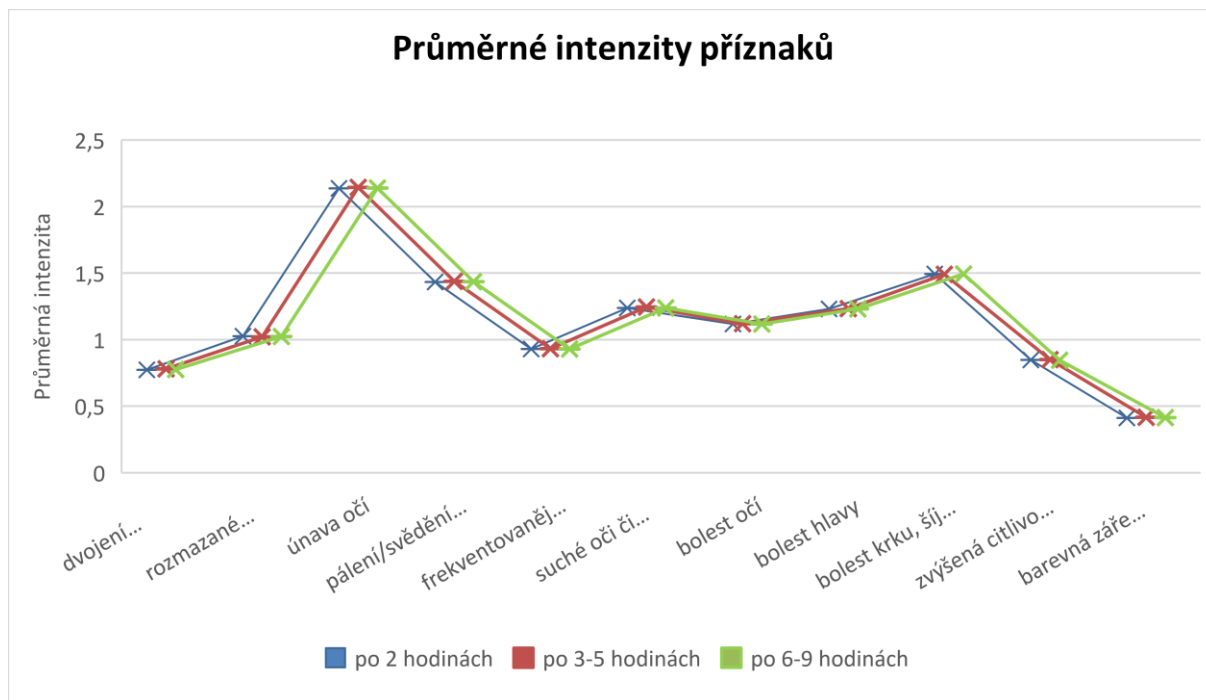
Obrázek 41 Graf rozložení míry intenzity extraokulárních symptomů

Ze všech průměrných hodnot intenzit jednotlivých zaznamenaných symptomů jsem sestavila žebříček od nejintenzivněji zaznamenaného projevu po nejméně intenzivní viz tabulka 2.

Tabulka 2 Projevené symptomy CVS seřazené podle průměrně zaznamenaných intenzit

Pořadí	Symptomy	Průměrná známka intenzity projevu
1.	Únava očí	3,1
2.	Bolest krku/zad/šije	2,1
3.	Pálení/svědění /škrábání	2,0
4.	Suché či naopak nadměrně slzející oči	1,8
5.	Bolest hlavy	1,7
6.	Bolest očí	1,6
7.	Rozmazané vidění do dálky	1,5
8.	Frekventovanější mrkání	1,3
9.	Zvýšená citlivost na světelné podněty	1,2
10.	Dvojení/rozmazání obrazu	1,1
11.	Barevná záře kolem objektů	0,6

Průměrné intenzity jednotlivých příznaků se nijak výrazně nelišily v závislosti na době, za kterou se projevíly (graf obr.42).

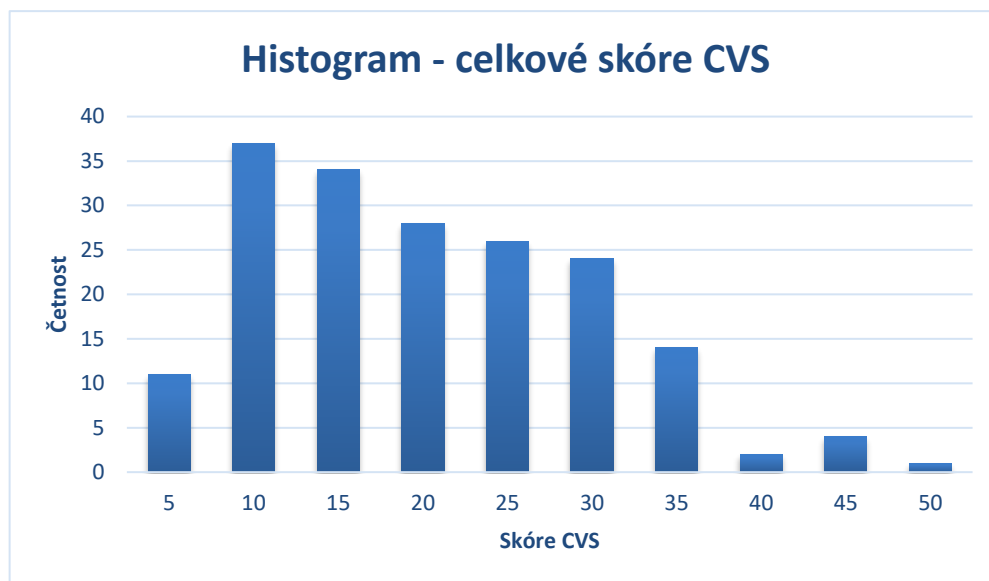


Obrázek 42 Graf závislosti průměrných intenzit jednotlivých příznaků na době, za kterou se potíže projevují

Statistickou analýzou získaných intenzit příznaků CVS jsem pomocí nepárového dvouvýběrového testu [71] ověřila hypotézy H1, H2, H3 a H4 s hladinou významnosti $p=0,05$. Výsledné skóre CVS obtíží jsem stanovila součtem jednotlivých známek míry intenzity u každého respondenta.

Rozložení četností výskytu míry potíží CVS na základě celkového skóre CVS je znázorněno na obr. 43. Průměrná hodnota celkového skóre CVS je 18,2 a směrodatná odchylka 9,9. Nejprve jsem u nepárového dvouvýběrového testu testovala shodnost rozptylů a zjistila, že rozptyl je shodný. Skupiny, které jsem mezi sebou porovnávala, byly vždy z množiny trpící příznaky CVS. Vzhledem k hypotéze H1 jsem mezi sebou porovnávala skupiny respondentů trávící na počítači *méně než 3 hodiny* denně a ty, kteří na počítači tráví *9 a více hodin* denně. U hypotézy H2 jsem porovnávala skupiny respondentů s monitorem umístěným *blíže jak 40 cm* a respondenty s monitorem *50-60 cm* a *60 cm a dále*. U třetí hypotézy H3 jsem porovnávala skupinu respondentů nosících korekci zraku běžně a také při práci na počítači se skupinou běžně nosící korekci, ale na počítač korekci nevyužívá. U hypotézy H4 jsem porovnávala skupiny respondentů preferující pouze *denní světlo* při práci na PC a respondenty navíc využívající 2 umělé zdroje osvětlení (lampička, stropní svítidlo). Vzhledem k tomu, že u všech hypotéz H1-

H4 vychází testovací kritérium $p > 0,05$ (tabulka 3), nelze potvrdit statisticky významný rozdíl mezi porovnávanými a nelze tak statisticky potvrdit zvolené hypotézy.



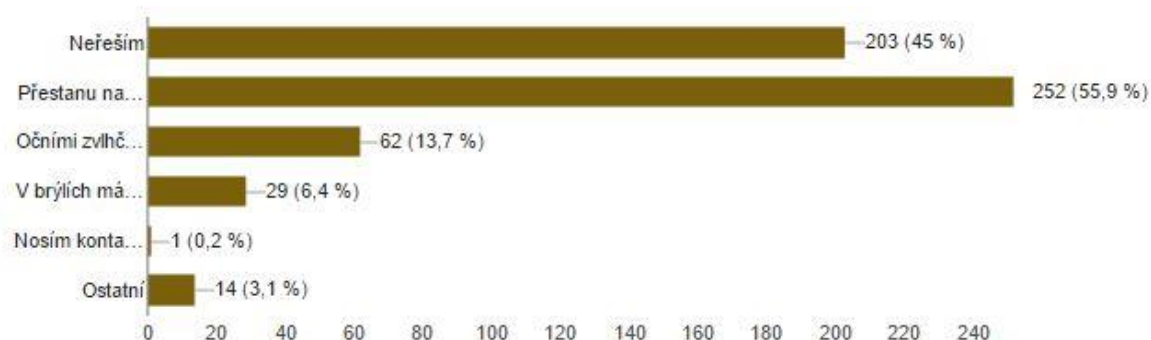
Obrázek 43 Histogram – celkové skóre potíží CVS

Tabulka 3 Srovnání výsledků testovacích kritérií u jednotlivých hypotéz

Hypotéza	Testovací kritérium	p	Kvantil	Výsledek
H1	0,499	$p=0,05$	$Q_p=1,6449$	H1 neplatí
H2	0,131	$p=0,05$	$Q_p=1,6449$	H2 neplatí
H3	0,201	$p=0,05$	$Q_p=1,6449$	H3 neplatí
H4	0,378	$p=0,05$	$Q_p=1,6449$	H4 neplatí

4.3.5 Volba řešení

Na otázku „*Jakým způsobem řešíte Vámi vybrané obtíže?*“ bylo kombinací odpovědí 312 postiženými nejvíce zvoleno (viz graf obr. 44) *přestanu na určitou dobu pracovat na PC* (252 odpovědí) a *neřeším* (75 odpovědí). Pouze odpověď *neřeším* vybralo 44 respondentů. *Oční zvlhčující kapky* použije 62 dotázaných, 29 má *v brýlích speciální čočky/filtry*, *speciální kontaktní čočky* zvolil 1 respondent a 14 odpovědí bylo individuálních např.: „*Speciální program flux; navštívím očního lékaře; přestanu pracovat, dívám se do zeleně; pomáhá na chvíli změnit vzdálenost zaostření (podívat se z okna do dálky, projít se na chvíli); promrkání, promnutí očí, kouknutí do dálky; přírodní preparáty; pokud to jde, sleduji krajinu, zeleň, nebe; mám pouze antireflexní brýle, ale filtry do čoček si plánuji zakoupit, jelikož pracuji na PC*“.



Obrázek 44 Graf rozložení kombinace volby řešení CV potíží (včetně 128 povinných odpovědí *neřeším* od dotázaných s neprojevenými potížemi)

4.4 Metodika experimentální studie

Experiment ověřuje účinky vyšší hydratace a několikanásobné asférické křivky ulevujících od digitální únavy zraku, které můžeme najít u nových kontaktních čoček Biofinity Energys od firmy CooperVision. Metodou tzv. „slepé studie“, kdy subjekt nevěděl, o jaký typ zkoušených čoček se jedná, bylo zajištěno co nejobjektivnější posouzení. Jako vzorek jsem zvolila 40 pravidelných nositelů kontaktních čoček, kteří se do experimentu dobrovolně přihlásili. Nejdříve jsem všem subjektům odeslala na vyplnění online vstupní dotazník, vytvořený pomocí Formuláře Google (celý dotazník v příloze 1, odkaz na dotazník: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScxUAiyqp4H9U8gcgUiAWegAASU168UcSSD0YhIFwGCGFZQjA/viewform?usp=sf_link)(obr. 45). Dotazník měl za úkol zjistit dosavadní zkušenosti subjektů s kontaktními čočkami (dále jen KČ), typ stávajících KČ, velikost původní korekce KČ, formu péče o KČ, pracovní návyky s moderními displejovými zařízeními a subjektivně vnímané potíže při práci na těchto zařízeních. Subjekty před aplikací čoček podstoupili předaplikační vyšetření objektivní a subjektivní refrakce včetně vyšetření na šterbinové lampě. Vyšetření bylo prováděno z větší části ve vyšetřovně soukromé optiky HS Optik studio v Praze a ve vyšetřovacích místnostech Fakulty biomedicínského inženýrství. Důležité pro mne bylo získání hodnot subjektivní refrakce, které jsem porovnávala s dioptrickými hodnotami stávajících kontaktních čoček subjektu a stanovila výslednou korekční hodnotu zkušebních párů čoček. Jako první typ čoček (Typ 1) jsem zvolila sférické Biofinity, jako typ 2 jsem zvolila asférické Biofinity Energys. Oba dva typy se parametrově shodují. Zakřivení 8,6, průměr 14,2 i materiál comfilcon A jsou u obou typů totožné. U každého páru jsem zakryla popis materiálu se specifikem asféry (obr. 46). Aplikaci kontaktních čoček prováděli účastníci sami. Subjekty byli vyzváni prvně k nošení KČ typu 1 po dobu 7-10 dní. Následně měli typ 1

vyměnit za typ 2 a nosit stejně dlouhou dobu. Zhodnocení komfortu a spokojenosti s jednotlivými typy čoček probíhalo opět online dotazníkovým šetřením. Závěrečným dotazníkem (celý dotazník v příloze 1) subjekty hodnotili každý typ čoček zvlášť a následně je mezi sebou porovnali. Dotazník byl inspirovaný zahraniční literaturou a studii ověřující též komfort kontaktních čoček [72].

Závěrečný dotazník hodnotící komfort zkušebních kontaktních čoček

Kontrola spokojenosti a potíží zkušebních párů kontaktních čoček. Porovnání komfortu a kvality vidění 2 typů nových kontaktních čoček. S Vašimi údaji se nebude nijak veřejně nakládat.

***Povinné pole**

Uvedte prosím své jméno a příjmení: *

Podle jména a příjmení budu pouze přiřazovat shromažděná data k Vašemu vstupnímu dotazníku

Vaše odpověď _____

Pracoval/a jste po dobu posledních 2 týdnů na počítači a dalších digitálních zařízeních stejně často jako obvykle? *

Ne, poslední 2 týdny jsem s digitálními zařízeními pracoval/a méně

Ne, poslední 2 týdny jsem s digitálními zařízeními pracoval/a ještě více než

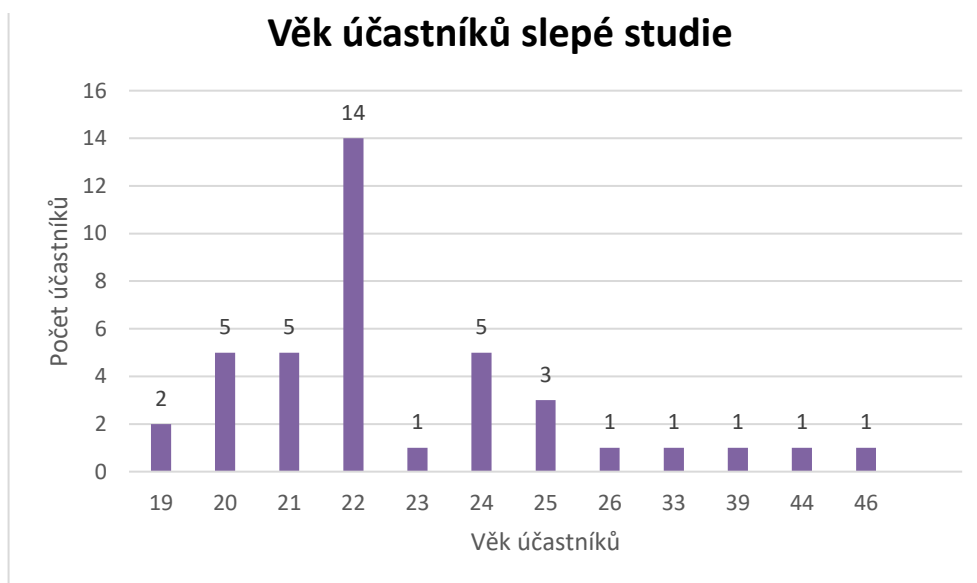
Obrázek 46 Úvod závěrečného hodnotícího dotazníku



Obrázek 45 Zkušební páry obou typů čoček: vlevo nezakryté, vpravo jak je dostal subjekt

4.5 Analýza dat experimentální studie

Slepé studie se zúčastnilo celkem 40 respondentů. Z velké většiny se zúčastnilo 33 žen (82,5 %) a mužů bylo 7 (17,5 %). Věkové rozložení počtu respondentů můžeme pozorovat v grafu obr. 47, kde 32 zúčastněných bylo ve věkové skupině 19-24 let, 4 účastníci byli ve věku 25-33 let a presbyopickou skupinu středního věku 39-46 let tvořili 3 subjekty.



Obrázek 47 Graf závislosti počtu účastníků na věku

4.5.1 Vstupní dotazník

Všichni účastníci byli pravidelnými uživateli kontaktních čoček. Ve vstupní dotazníku uvedli průměrnou dobu zkušeností 6 let. Kontaktní čočky podle odpovědí nosí v průměru **5,5 dne** v týdnu a průměrně **12 hodin** denně. Pouze kontaktní čočky nosí 25 % zúčastněných a 75 % kombinuje korekci brýlemi a kontaktními čočkami. Typ stávajících či běžně nošených kontaktních čoček je uveden v tabulce 4, s řazením podle četnosti odpovědí. Komfort, který s dosavadními KČ pociťují byl z 57,5 % (23) zhodnocen odpovědí *Jsou pohodlné, jen občas začnou být méně příjemné*, 37,5 % (15) je hodnotí jako *Velmi pohodlné, jsem s nimi zatím spokojen/a*, 1 respondent *není s dosavadními čočkami spokojen a upřednostnil by změnu* a 1 respondent uvedl odpověď *„jsou pohodlné, jen mívám občas suché oči“*.

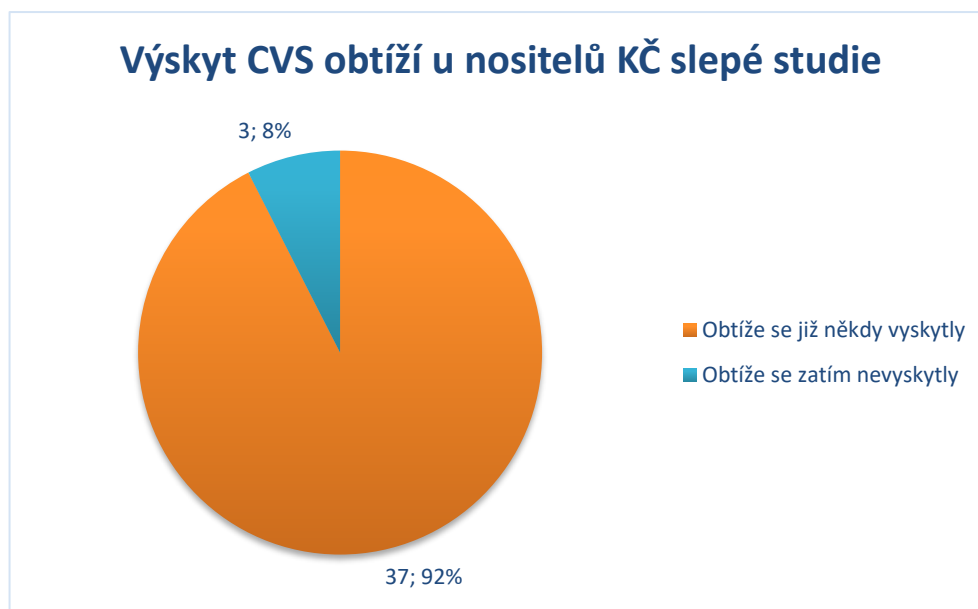
Tabulka 4 Seřazení typů stávajících kontaktních čoček podle počtu nositelů od nejvyššího po nejnižší

Typ kontaktních čoček	Výrobce	Parametry	Počet nositelů
Acuvue Oasys	Johnson+Johnson	BC: 8,4;8,8 DIA: 14	10
Air Optix	Alcon	BC:8,6 DIA:14,2	7
Biofinity	CooperVision	BC:8,6 DIA:14	7
Softlens 59	Bausch+Lomb	BC:8,6 DIA:14,2	6
Purevision	Bausch+Lomb	BC:8,3;8,6 DIA:14	3
Dailies	Alcon	BC:8,7 DIA:14	2
Air optix night and day	Alcon	BC:8,6 DIA:13,8	1
Frequency XC,XCEL	CooperVision	BC:8,5 DIA:14,2	1
TopVue Daily	Pega Vision	BC:8,5 DIA:14,2	1
Acuvue Advance	Johnson+Johnson	BC:8,3 DIA:14	1
ColourVue	MaxVue	BC:8,5 DIA:14,2	1
Acuvue Moist	Johnson+Johnson	BC:8,6 DIA:14	1

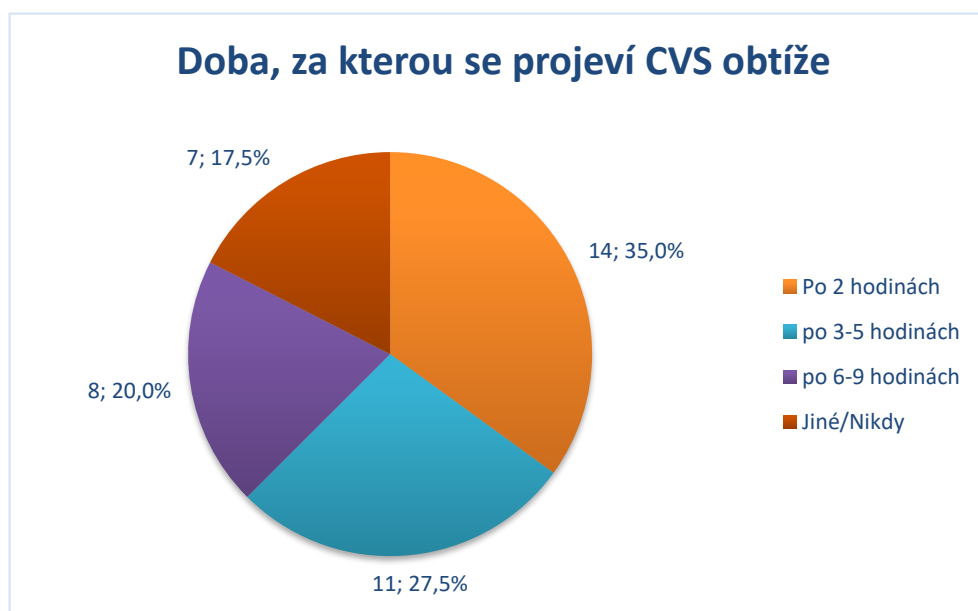
Z naměřených hodnot subjektivní refrakce všech účastníků jsem stanovila optickou mohutnost čočkové korekce (viz příloha 2) pro zkušební typy čoček, s ohledem na hodnoty stávající korekce a přepočítání vrcholové vzdálenosti u kontaktních čoček pomocí tabulky.

Pracovní návyky účastníků s počítačem a displejovými zařízeními byly následující: během normálního dne využívá 50 % (20 účastníků) 3-4 displejová zařízení jako je smartphone, notebook, stolní PC, tablet, e-čtečka, smartwatch a další, 45 % (18) jen 1-2 taková zařízení a zbylých 5 % (2) používá denně 5-6 digitálních displejových zařízení. Pouze na počítači stráví denně 25 % (10) účastníků 3-4 hodiny, 22,5 % (9) méně jak 3 hodiny a stejné procento 4-5 hodin denně, 20 % (8) tráví na PC 7 a více hodin a 10 % (4) 5-7 hodin. Na ostatních menších zařízeních stráví 27,5 % (11) 1-2 hodiny denně a stejné procento 3-4 hodiny denně. Méně jak 1 hodinu je využije 22,5 % (9) a stejné procento pak 4 a více hodin. Monitor počítače je podle odpovědí u 57,5 % (23) účastníků vzdálený 40-50 cm, u 22,5 % (9) ve vzdálenosti 50-60 cm, u 12,5 % (5) je blíže než 40 cm a 7,5 % (3) má monitor dále než 60 cm. U 70 % (28) se nachází mírně pod úrovní očí, u 20 % (8) je v úrovni očí a u 10 % (4) je výrazněji pod úrovní očí. Tablet či smartphone běžně používají ve vzdálenosti 20-30 cm 55 % (22), 32,5 % (13) v 30-40 cm, 10 % upřednostňuje vzdálenost bližší než 20 cm a zbylá 2,5 % dále než 40 cm.

Charakteristické potíže spojené s delší prací na digitálních zařízeních se ve vzorku 40 účastníků vyskytovali z 92,5 % (37). Pouze 3 účastníci zatím žádné obtíže nepocítili (graf obr. 48). Obtíže se procentuálně začínají objevovat u 35 % (14) *po 3-5 hodinách*, 27,5 % (11) až *po 6-9 hodinách*, 20 % (8) již *po 2 hodinách* práce (obr. 49). Zbylé odpovědi byly individuální např: *nikdy; ihned* nebo *za sníženého okolního světla*.



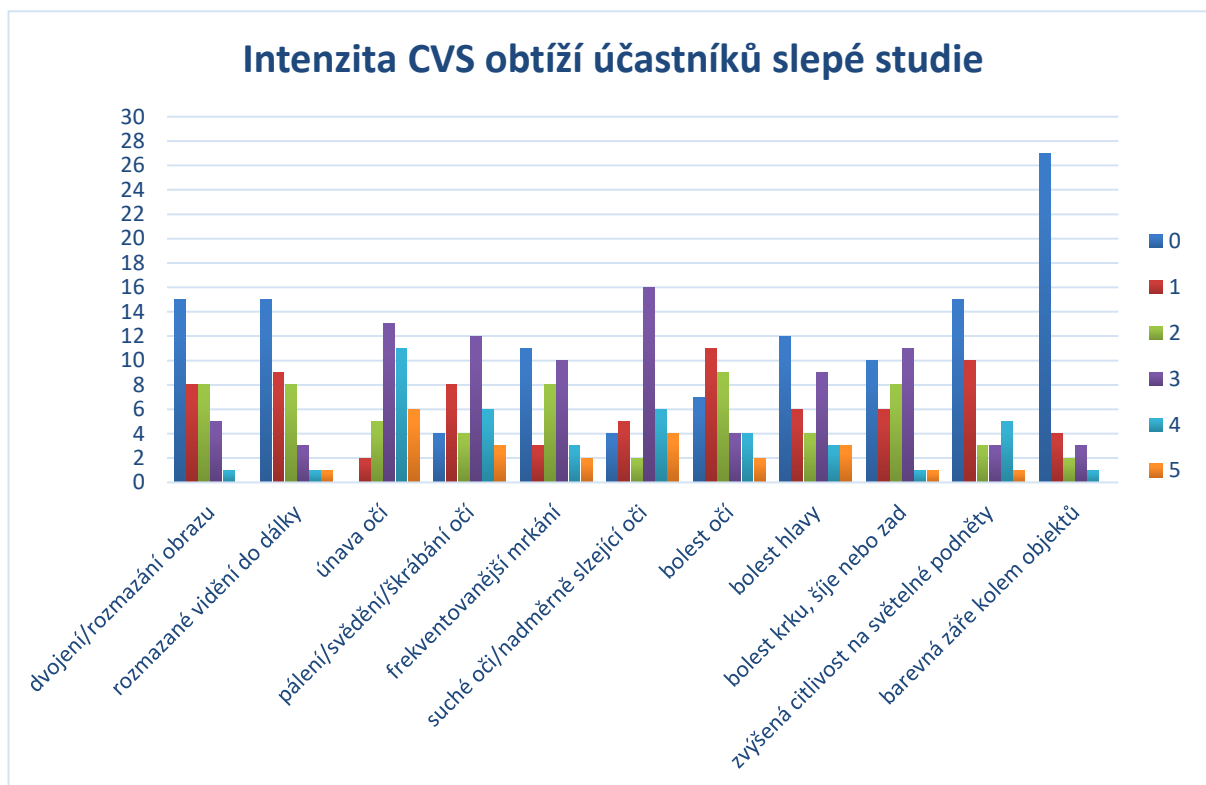
Obrázek 48 Graf závislosti počtu respondentů na výskytu CVS obtíží



Obrázek 49 Graf závislosti počtu účastníků na době, za kterou se CVS obtíže projeví

Hodnocení intenzity obtíží probíhalo stejně jako u webového průzkumu na škále od 0-5, kdy 0 znamenala *nevyskytlo se* a 5 - *vyskytlo se, velmi intenzivně*. Hodnoty intenzity všech obtíží jsou zobrazeny v grafu obr. 50. Účastníci, kteří pociťují či někdy pocítily příznaky CVS, je hodnotilo průměrnou mírou intenzity s velkým rozptylem hodnot následovně:

dvojení/rozmazání obrazu - $1,2 \pm 1,2$, rozmazané vidění do dálky - $1,2 \pm 1,3$, únava očí - $3,4 \pm 1,1$, pálení/svědění/škrábání očí - $2,5 \pm 1,5$, frekventovanější mrkání - $1,9 \pm 1,6$, suché oči či naopak nadměrně slzejší oči - $2,7 \pm 1,5$, bolest očí - $1,8 \pm 1,4$, bolest hlavy - $1,8 \pm 1,7$, bolest krku, šíje nebo zad - $1,7 \pm 1,4$, zvýšená citlivost na světelné podněty - $1,4 \pm 1,5$, barevná záře kolem objektů - $0,5 \pm 1,1$.



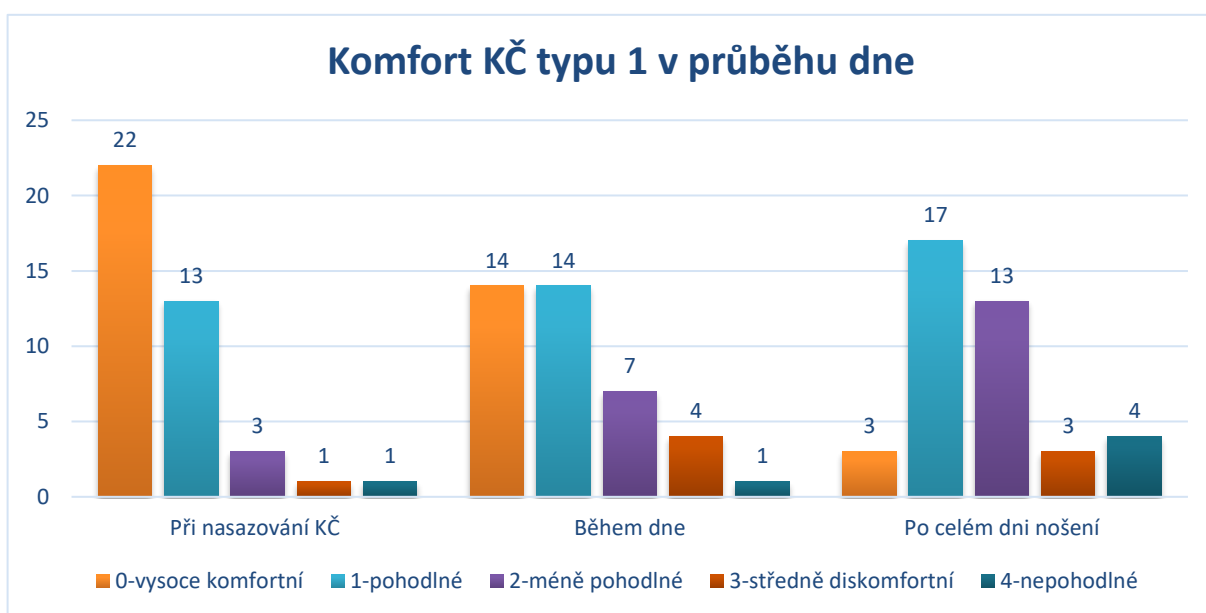
Obrázek 50 Graf rozložení intenzit jednotlivých příznaků účastníků slepé studie

4.5.2 Závěrečné zhodnocení KČ

Všichni účastníci v závěrečném dotazníkovém šetření přiznali, že pracovali po dobu experimentu na počítači stejně často jako obvykle (92,5 %; 37) nebo dokonce ještě více než je u nich obvyklé (7,5 %; 3).

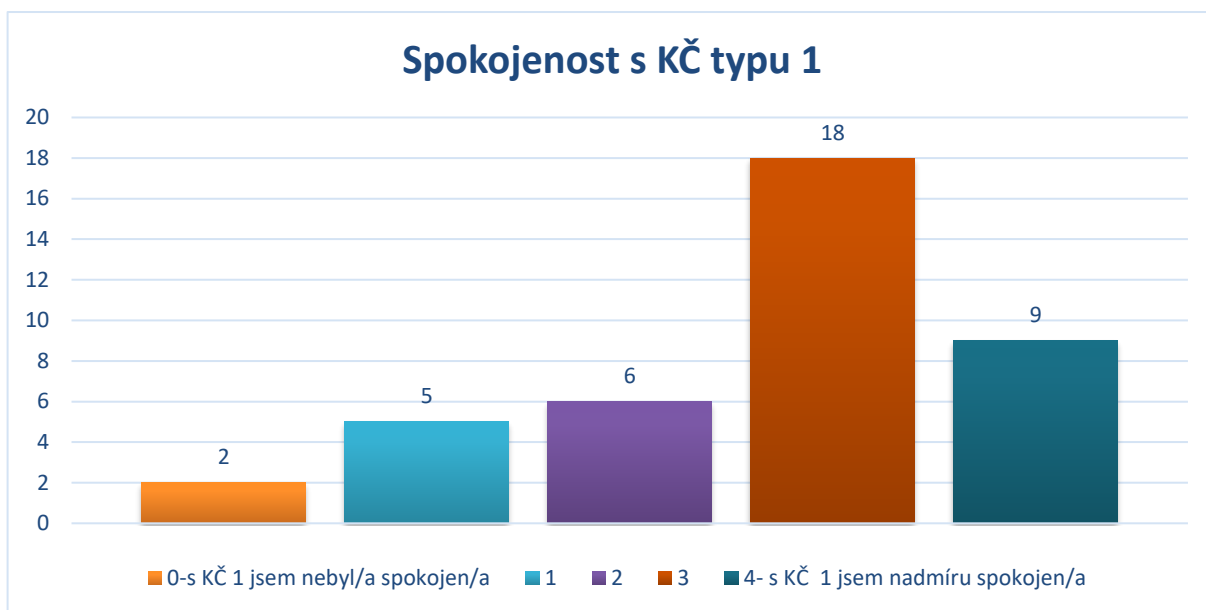
4.5.2.1 Kontaktní čočky typ 1

Kontaktní čočky typu 1, tedy normální sférické Biofinity, nosili účastníci v průměru 8,2 dní a 11,7 hodin denně. Během celé doby jejich nošení pocívalo 45 % (18) jen *zřídka* diskomfort, 37,5 % (15) *občasny* diskomfort a 15 % (6) *častý* diskomfort, pouze 1 účastník nepocítil *žádný* diskomfort. V průběhu tohoto nošení cítili 2 účastníci *denně* takový diskomfort, že byli nuceni KČ typu 1 z oka vyndat. Další 3 účastníci pocítili tento hraniční diskomfort *několikrát během týdne*, 9 pouze *jednou za dobu nošení* a převážná většina (26) tuto míru diskomfortu vůbec nepocítila. Z hlediska denního (dis)komfortu nošení, největší nepohodlí bylo zaznamenáno po celém dni nošení (viz obr. 51). Intenzity příznaků CVS zaznamenaných s KČ typu 1 zaznamenávané pomocí škály od 0 do 5, obdobně jako u předchozích dotazníků, měly průměrné hodnoty od nejvyšší po nejnižší v tomto pořadí: $1,4 \pm 1,5$ - *suché či naopak nadměrně slzejší*, $1,3 \pm 1,4$ - *pálení, svědění, škrábání* stejně jako *únava očí* ($\pm 1,1$), $0,8 \pm 1,3$ - *bolest očí*, $0,4 \pm 0,9$ - *dvojení/rozmazání obrazu*.



Obrázek 51 Grafické znázornění míry komfortu nošení KČ typu 1 v průběhu dne

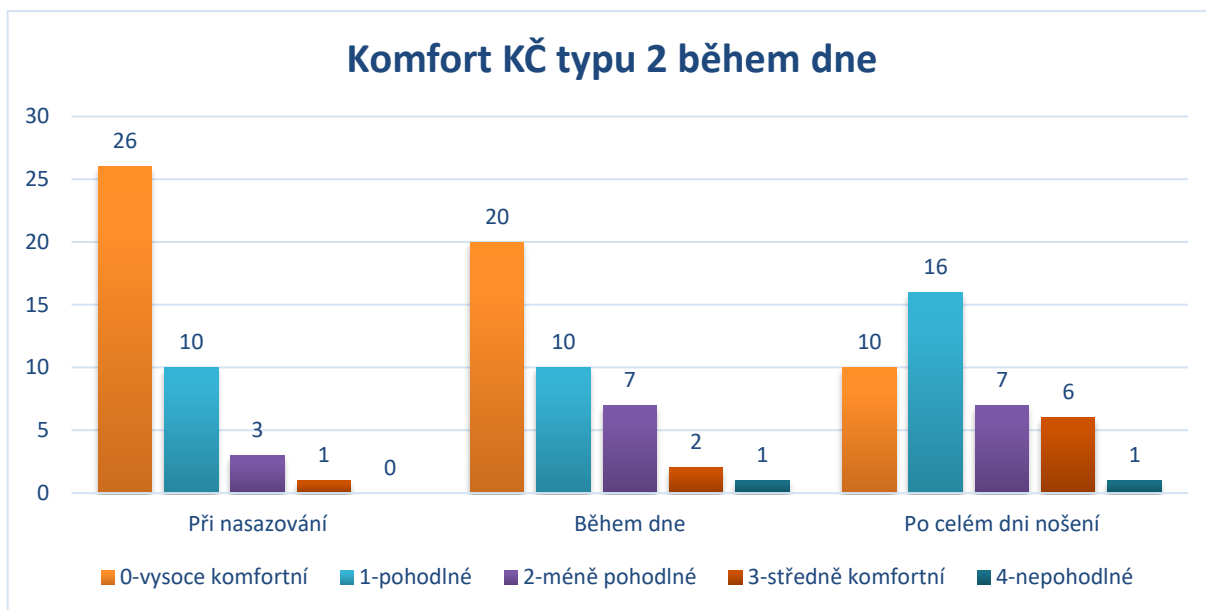
Respondenti na základě subjektivních vjemů při testovacím nošení prvního páru kontaktních čoček neshledali u 40 % (16) zmírnění dřívějších obtíží při práci na počítači. Naopak 32,5 % (13) respondentů uvedlo zmírnění obtíží. Devět účastníků (22,5 %) uvedlo, že žádné předchozí potíže neměli a dvě odpovědi byly individuální: „*Potíže naopak zesílily*“ a „*Nevím*“. Celková spokojenost s kontaktními čočkami Biofinity byla na škále od 0-*S tímto typem KČ jsem nebyl/a spokojen/a* do 4-*S tímto typem čoček jsem byl/a nadměru spokojen/a* zaznamenána v průměru **2,7**, tedy vyhovující (viz graf obr. 52).



Obrázek 52 Grafické znázornění míry spokojenosti s KČ typu 1

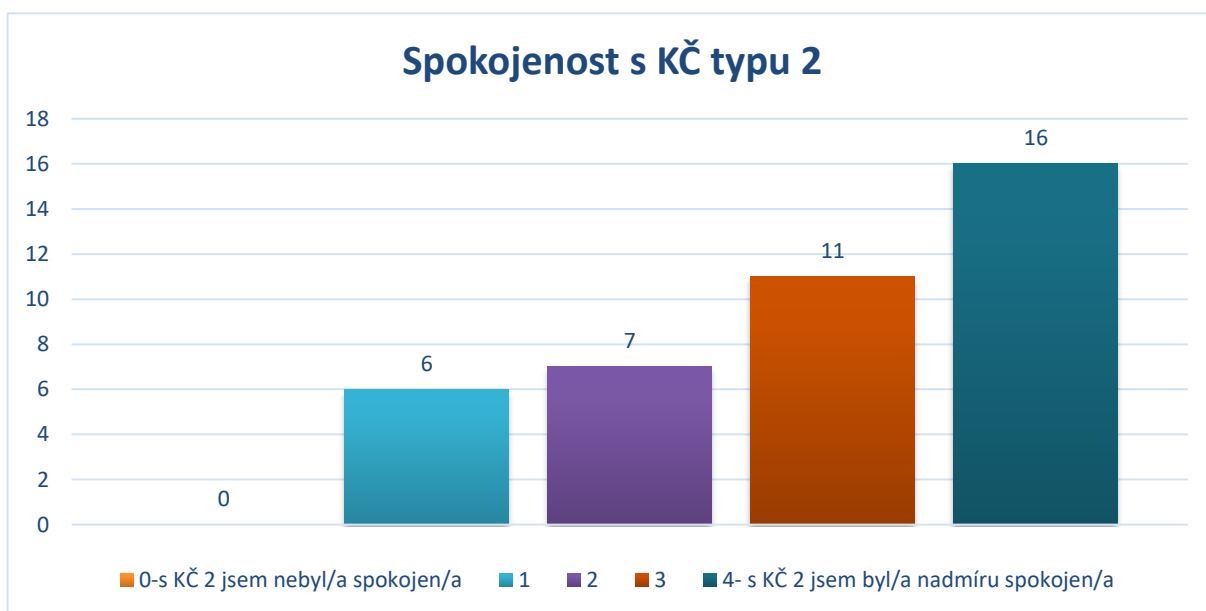
4.5.2.2 Kontaktní čočky typ 2

Kontaktní čočky typu 2, tedy asférické Biofinity Energys, nosili účastníci v průměru **8 dní 11,7** hodin denně. Celková frekvence diskomfortu v druhé periodě nošení byla oproti KČ typu 1 průměrně nižší (KČ typu 1 - **1,65** vs. KČ typu 2 - **1,15**). Pouze 12,5 % (5) účastníků ho pocítilo *často*, 20 % (8) *občas*, 37,5 % (15) jen *zřídka* a 30 % (12) *nikdy*. Během celodenního nošení tento diskomfort dosahoval nejvyšší míry večer (*po celém dni*) viz obr. 53. Průměrné míry intenzity zaznamenaných CVS obtíží jsem opět seřadila od nejvyšší po nejnižší následovně: **1,1 ± 1,2** - dosáhla jak *únava očí*, tak *suché či naopak nadměrně slzející oči* ($\pm 1,3$), **1 ± 1,3** - *pálení, svědění, škrábání*, **0,7 ± 1,0**- *bolest očí* a **0,4 ± 0,8** - *dvojení/rozmazání obrazu*.



Obrázek 53 Grafické znázornění míry komfortu nošení KČ typu 2 v průběhu dne

Subjektivní zmírnění předchozích CVS obtíží s kontaktními čočkami typu 2 zaznamenalo 40 % účastníků (16), 30 % (12) mělo pocit, že obtíže nadále přetrvávají. Zbýlých 17, 5 % (7) dřívější obtíže nemělo a 12,5 % (5) byly individuální odpovědi: „*Nevím; Možná o trochu; Suché oči moje obtíže zvětšily; KČ typu 2 zmírnily obtíže, ale nebyly tak komfortní jako KČ typu 2; ...*“. Spokojenost s druhým typem čoček byla větší (viz graf obr. 54).

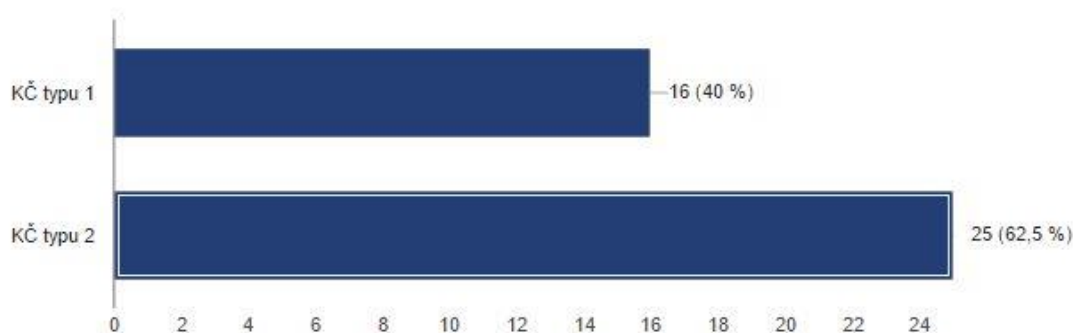


Obrázek 54 Grafické znázornění míry spokojenosti s KČ typu 2

4.5.2.3 Srovnání KČ typu 1 a KČ typu 2

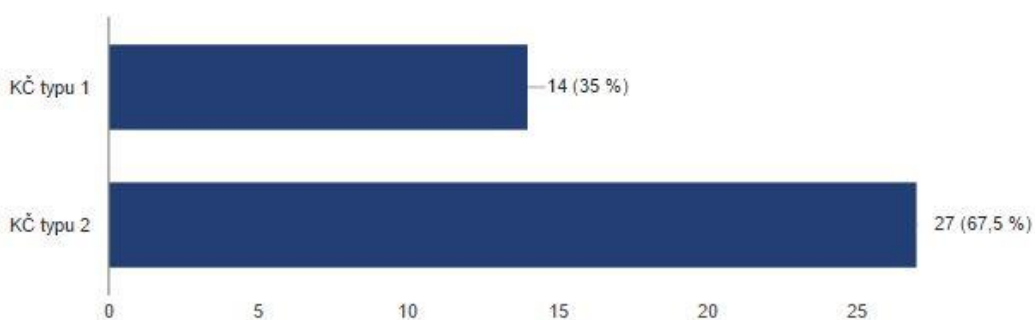
Porovnání obou typů kontaktních čoček proběhlo z hlediska celkového komfortu čoček, účelu zmírnění digitálních únavy očí a také z perspektivy budoucí koupě preferovaných čoček. U všech tří kritérií však respondenti mohli zvolit oba typy čoček, pokud si výsledkem nebyli úplně jistí. Výsledky všech tří kategorií vidíme v grafech na obr. 55, 56 a 57, kde jednoznačně preferovaným typem čoček se staly kontaktní čočky typu 2. Z hlediska komfortu je zvolilo 25 účastníků oproti 16 účastníkům volících typ 1. Z hlediska zmírnění příznaků digitální únavy zraku je zvolilo 27 účastníků oproti 14 hlasům pro typ 1 a do budoucna by si z větší části koupilo kontaktní čočky Biofinity Energys 26 respondentů přičemž 18 by zakoupilo Biofinity.

Který typ KČ byl podle Vás nejkomfortnější? (40 odpovědí)



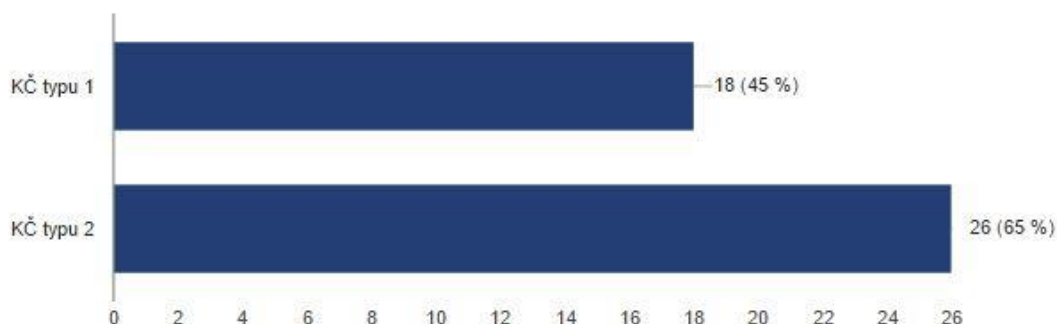
Obrázek 55 Graf rozdělující volby odpovědí z hlediska komfortu pro oba typy KČ

Který typ KČ by podle Vás splnil účel zmírnění digitální únavy očí? (40 odpovědí)



Obrázek 56 Graf rozdělující volby odpovědí z hlediska splňovaného účelu pro oba typy KČ

Který typ vyzkoušených KČ byste si do budoucna rád/a zakoupil/a?
(40 odpovědí)



Obrázek 57 Graf rozdělující volby odpovědí z hlediska perspektivy koupě pro oba typy KČ

Celkové skóre komfortu nošení kontaktních čoček bylo určeno na základě kvantifikace komfortu pomocí součtu dílčích odpovědí u otázek na komfort nošení kontaktní čočky v průběhu dne. Otázky byly sestrojeny na základě CLDEQ-8 dotazníku pro hodnocení kontaktních čoček [72]. Průměrná hodnota celkového skóre komfortu u KČ typu 1 je **3,5** a směrodatná odchylka je 2,0. Průměrná hodnota celkového skóre komfortu u KČ typu 2 je **2,6** a směrodatná odchylka je 2,3.

Z provedené statistické analýzy porovnávající párovým testem celkové skóre hodnoceného komfortu [72] nošení čoček v průběhu dne s KČ typu 1 a s KČ typu 2 u všech účastníků vyplynulo, že při hladině významnosti **0,05** byl výsledek testovacího kritéria **0,02 ($p < 0,05$)**, což značí, že rozdíly mezi středními hodnotami obou porovnávaných souborů (KČ typu 1 a KČ typu 2) na dané hladině významnosti 0,05 můžeme považovat za statisticky významné, tj. v daném souboru byl statisticky významný rozdíl mezi celkovým komfortem nošení u KČ typu 1 a s KČ typu 2. Kontaktní čočka typu 2 (Biofinity Energys) poskytovala vyšší míru subjektivního komfortu při nošení, což bylo potvrzeno i statistickou analýzou zjištěných dat.

5 Diskuze

Data shromážděná ze všech provedených dotazníkových šetření jsou velmi obsáhlá. Důležitými poznatky, které jsme z odpovědí mohli zaznamenat je výskyt potíží CVS v české populaci, který se i na malém vzorku osob (451) pohybuje okolo **70 %** (69,2 %). Dále pak, že příznaky syndromu trpí spíše **ženy** (69,4 %) než **muži** (63,4 %), což může být způsobeno obecně větší senzitivitou a pozorností v oblasti zdravotní péče u žen. Nejvyšší výskyt obtíží byl zaznamenán u věkové skupiny **56-70 let** (83,3 %), kde příčinou můžou být již vysoké dioptrické hodnoty presbyopické korekce. Na základě testování statistických hypotéz nebyly potvrzeny předpokládané hypotézy H1-H4. To znamená, že na základě získaných dat od respondentů není statisticky významný rozdíl v celkové intenzitě potíží při kratším a delším používání počítačů během dne. Nebyl též zjištěn významný rozdíl v souhrnné intenzitě potíží CVS v závislosti na vzdálenosti obrazovky či displeje či na používané korekci při práci na počítači. Též při použití různého osvětlení (denní světlo, resp. umělé osvětlení místnosti) při práci na počítači nebyl zjištěn významný statistický rozdíl v pocíťovaných obtížích. Nejvíce zaznamenanými obtížemi byly **únava očí, bolest krku/zad/šíje a pálení/svědění/ škrábaní očí**, jež odpovídají i nejvíce zmiňovaným příznakům syndromu z literatury. Z nabízených možností řešení příznaků vyplynulo, že nejčastěji voleným řešením byla samotná přestávka od sledování displeje (80,7 %) nebo v kombinaci s neřešením obtíží. Speciální brýlové čočky či filtry využívá **54 %** respondentů ve věku od 35-70 let trpících potížemi a běžně nosících korekci. Nicméně z 32 respondentů nosících kontaktní čočky a trpících příznaky zvolil pouze 1 respondent speciální kontaktní čočky pro digitální únavu zraku.

V návaznosti na řešení obtíží CVS kontaktními čočkami byly pomocí slepé studie porovnávány dva typy kontaktních čoček ze stejného materiálu od jednoho výrobce (Cooper Vision), přičemž jeden typ čoček je výrobcem deklarován jako vhodný pro práci s počítači a měl by zvyšovat komfort nošení kontaktní čočky a snižovat účinky digitální únavy zraku. U subjektivního hodnocení komfortu nošení obou typů kontaktních čoček bylo i na základě statistické analýzy potvrzeno, že u uvedeného souboru 40 respondentů typ KČ 2 (Biofinity Energys) dosahoval statisticky významněji lepšího komfortu nošení. Lze tak konstatovat, že s tímto typem čoček respondenti dosahovali komfortnějšího vidění nežli s typem KČ 1, což do jisté míry potvrzuje i výrobcem deklarovaný účel snižování účinků digitální únavy zraku pomocí speciálního designu čočky Biofinity Energys.

Závěr

„Syndrom počítačového vidění“ je nyní celosvětově rozšířený problém. Týkat se může bez výjimky všech lidí pohybujících se v digitálním displejovém prostředí. V rozvinutých zemích trpí příznaky syndromu digitální únavy zraku v současnosti okolo 70 % osob. Řešení očních a zrakových problémů moderní doby by nemělo být opomíjeno či zanedbáno žádným z poskytovatelů oční péče.

První kapitola bakalářská práce se věnuje základním mechanismům vlivu digitálních displejových zařízení na zrak současně s vizí možného zvětšení tohoto vlivu díky stále novým (digitálním) obrazovým technologiím. Ve druhé kapitole je shrnuta stručná charakteristika „syndromu počítačového vidění“, jsou popsány jeho možné příčiny, rizikové faktory a zároveň je uveden rozpracovaný přehled charakteristických příznaků syndromu. Třetí kapitola se zabývá významem syndromu v optometristické praxi a doporučenými body vyšetření. Jsou zde také navrženy dosavadní možnosti řešení příznaků syndromu. Čtvrtá kapitola obsahuje rozpracované dvě části experimentu. Cílem první části experimentu bylo prostřednictvím online webového dotazníku zjistit výskyt CVS na malém vzorku (451 respondentů) české populace s ohledem na různé pracovní návyky. Bylo zde provedeno i vyhodnocení výsledných odpovědí respondentů a testování stanovených hypotéz. Druhá část experimentu ověřila pomocí slepé studie účinky vyššího komfortu kontaktních čoček Biofinity Energys, které jsou určeny pro pohyb v digitálním světě. Studie byla provedena na skupině 40 dobrovolných nositelů kontaktních čoček, kteří v porovnání s čočkami Biofinity opravdu potvrdili vyšší komfort kontaktních čoček Biofinity Energys. I na základě statistické analýzy dat bylo potvrzeno, že u uvedeného souboru respondentů typ Biofinity Energys dosahoval statisticky významněji lepšího komfortu nošení. Lze tak konstatovat, že s tímto typem čoček respondenti dosahovali komfortnějšího vidění nežli s čočkami Biofinity, což do jisté míry potvrzuje i výrobcem deklarovaný účel snižování účinků digitální únavy zraku pomocí speciálního designu čočky Biofinity Energys.

Hlavním přínosem práce je komplexně shrnutá problematika syndromu počítačového vidění v českém jazyce. Doposud byla zpracována v různých zahraničních zemích především v angličtině. Výzkum přinesl zajímavá statistická data české populace potvrzující hypotézy vyvozené z dat zahraničních studií.

Seznam použité literatury

- [1] BLOEM, Jaap, et al. The Fourth Industrial Revolution. *Sogeti VINT*, 2014. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/59ed/b39386ddfbf437a78869c37e72457b9e8235.pdf> [cit. 2017-01-22]
- [2] Computer and Internet Use. *US Census Bureau* [online]. USA: U.S. Department of Commerce [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.census.gov/topics/population/computer-internet>
- [3] Digital Media Passes TV Viewing. In: *Sonoran links* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <https://sonoranlinks.com/2013/12/digital-media-passes-tv-viewing/>
- [4] *Internet world stats: Usage and population statistics* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [5] PARIHAR, J.K.S., Vaibhav Kumar JAIN, Piyush CHATURVEDI, Jaya KAUSHIK, Gunjan JAIN a Ashwini K.S. PARIHAR. Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). *Medical Journal Armed Forces India* [online]. 2016, **72**(3), 270-276 [cit. 2017-01-22]. DOI: 10.1016/j.mjafi.2016.03.016. ISSN 03771237. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377123716300077>
- [6] BLEHM, Clayton, Seema VISHNU, Ashbala KHATTAK, Shrabanee MITRA a Richard W. YEE. Computer Vision Syndrome: A Review. *Survey of Ophthalmology* [online]. 2005, **50**(3), 253-262 [cit. 2017-01-22]. DOI: 10.1016/j.survophthal.2005.02.008. ISSN 00396257. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0039625705000093>
- [7] *2016 Digital Eye Strain Report: Eyes Overexposed: The Digital Dilemma* [online]. In: The Vision Council. Alexandria, VA 22314: The Vision Council, 2016, s. 1-14 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: https://www.thevisioncouncil.org/sites/default/files/2416_VC_2016EyeStrain_Report_WEB.pdf
- [8] A Brief History of Computer Displays. *PC World* [online]. 2010 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.pcworld.com/article/209224/displays/historic-monitors-slideshow.html>
- [9] Benedetto S Draï-Zerbib V, Pedrotti M, Tissier G, Baccino T. *E-Readers and Visual Fatigue* [online]. 2013 [cit. 2017-03-23]. DOI: 10.1371/journal.pone.0083676. Dostupné z: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0083676>

- [10] LECCESE, Francesco, Giacomo SALVADORI a Michele ROCCA. Visual ergonomics of video-display-terminal workstations: Field measurements of luminance for various display settings. *Displays* [online]. 2016, **42**, 9-18 [cit. 2017-01-22]. DOI: 10.1016/j.displa.2016.02.001. ISSN 01419382. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141938215300421>
- [11] YAN, Zheng, Liang HU, Hao CHEN a Fan LU. Computer Vision Syndrome: A widely spreading but largely unknown epidemic among computer users. *Computers in Human Behavior* [online]. 2008, **24**(5), 2026-2042 [cit. 2017-01-31]. DOI: 10.1016/j.chb.2007.09.004. ISSN 07475632. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563207001501>
- [12] CHU, Christina, Mark ROSENFELD, Joan K PORTELLO, Jaclyn A BENZONI a Juanita D COLLIER. A comparison of symptoms after viewing text on a computer screen and hardcopy. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2011, **31**(1), 29-32 [cit. 2017-03-23]. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2010.00802.x. ISSN 02755408. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1475-1313.2010.00802.x>
- [13] MÝLKOVÁ, Magdaléna. *Progresivní a degresivní brýlové čočky - aplikace vhodného typu dle individuálních parametrů klienta*. Brno, 2012. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Vedoucí práce Mgr. Pavel Kříž.
- [14] *Virtual Reality Society* [online]. UK, 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: www.vrs.org.uk
- [15] 5 Ways Medical Virtual Reality Is Already Changing Healthcare. In: *Medical futurist* [online]. Webicina Kft, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://medicalfuturist.com/5-ways-medical-vr-is-changing-healthcare/>
- [16] BALI, Jatinder, Naveen NEERAJ a RenuThakur BALI. Computer vision syndrome: A review. *Journal of Clinical Ophthalmology and Research* [online]. 2014, **2**(1), 61- [cit. 2017-01-31]. DOI: 10.4103/2320-3897.122661. ISSN 2320-3897. Dostupné z: <http://www.jcor.in/text.asp?2014/2/1/61/122661>
- [17] American Optometric Association. Computer Vision Syndrome (CVS). Dostupné z: <http://www.aoa.org/x5374.xml>. [cit. 2017-01-22]
- [18] GOWRISANKARAN, Sowjanya, James E. SHEEDY a Thomas J. ALBIN. Computer vision syndrome: A review. *Work* [online]. 2015, **52**(2), 303-314 [cit. 2017-01-22]. DOI: 10.3233/WOR-152162. ISSN 10519815. Dostupné z: <http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/WOR-152162>

- [19] RANASINGHE, P., W. S. WATHURAPATHA, Y. S. PERERA, D. A. LAMABADUSURIYA, S. KULATUNGA, N. JAYAWARDANA a P. KATULANDA. Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Research Notes* [online]. 2016, **9**(1), - [cit. 2017-05-04]. DOI: 10.1186/s13104-016-1962-1. ISSN 17560500. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/9/150>
- [20] LOUGHEED, Tim. Hidden Blue Hazard? LED Lighting and Retinal Damage in Rats. *Environmental Health Perspectives* [online]. 2014, **122**(3), A81-A81 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.1289/ehp.122-A81. ISSN 0091-6765. Dostupné z: <http://ehp.niehs.nih.gov/122-A81/>
- [21] Keeping Your Kids Safe Online. In: *Fem Side* [online]. 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.femside.com/life-love/tech/keeping-your-kids-safe-online/>
- [22] O'HAGAN, J B, M KHAZOVA a L L A PRICE. Low-energy light bulbs, computers, tablets and the blue light hazard. *Eye* [online]. 2016, **30**(2), 230-233 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.1038/eye.2015.261. ISSN 0950-222x. Dostupné z: <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/eye.2015.261>
- [23] KITCHEL, Elaine M.Ed. The Effects of Blue Light on Ocular Health. *Journal of Visual Impairment and Blindness*. American Foundation for the Blind, 2000, **6**(94), 1-11. ISSN 1073-4279.
- [24] STICH, Andreas, Teich WOLFGANG a Christine RAFAEL. Details on photobiological safety of LED light sources. In: *OSRAM* [online]. Germany: OSRAM Opto Semiconductors, 2012 [cit. 2017-02-21]. Dostupné z: http://www.osram-os.com/Graphics/XPic9/00079436_0.pdf/Details
- [25] WIHLMARK, U. Lipofuscin accumulation in cultured retinal pigment epithelial cells causes enhanced sensitivity to blue light irradiation. *Free radical biology and medicine* [online]. University Hospital, Linköping, Sweden: Department of Ophthalmology, 1997, **22**(7), 1229-34 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9098097>
- [26] What is Blue Light? In: *Phone Gala* [online]. Montreal, 2007 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <http://www.phonegala.com/topics/143-anti-blue-ray-eyes-protection-transparent-screen-protector>

- [27] CAJOCHEN, Christian, Mirjam MÜNCH, Szymon KOBIALKA, Kurt KRÄUCHI, Roland STEINER, Peter OELHAFEN, Selim ORGÜL a Anna WIRZ-JUSTICE. High Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2005, **90**(3), 1311-1316 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.1210/jc.2004-0957. ISSN 0021972x. Dostupné z: <http://press.endocrine.org/doi/10.1210/jc.2004-0957>
- [28] VESA: *Video Electronics Standards Association* [online]. California: Computer Courage [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <https://www.vesa.org/>
- [29] JASCHINSKI, Wolfgang, Mirjam KÖNIG, Tiofil M. MEKONTSO, Arne OHLENDORF a Monique WELSCHER. Computer vision syndrome in presbyopia and beginning presbyopia: effects of spectacle lens type. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. 2015, **98**(3), 228-233 [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1111/cxo.12248. ISSN 08164622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/cxo.12248>
- [30] ANSHEL, R. Jeffrey OD. *Computer Vision Syndrome: Diagnosis and Treatment*. [cit. 2017-03-23]
- [31] RADOST I FRUSTRACE Z VIDĚNÍ. Překlad redakce *Česká oční optika*. EXPO DATA spol. s r.o., 2015, **56**(4), 36-42. ISSN 1211-233X.
- [32] YUM, Hae Ri, Shin Hae PARK, Hang-Bong KANG a Sun Young SHIN. Changes in ocular factors according to depth variation and viewer age after watching a three-dimensional display. *British Journal of Ophthalmology* [online]. 2014, **98**(5), 684-690 [cit. 2017-03-05]. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2013-304244. ISSN 00071161. Dostupné z: <http://bjo.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjophthalmol-2013-304244>
- [33] ROSENFELD, Mark. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2011, **31**(5), 502-515 [cit. 2017-03-01]. 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>
- [34] REMPEL, David, Kirsten WILLMS, Jeffrey ANSHEL, Wolfgang JASCHINSKI a James SHEEDY. The Effects of Visual Display Distance on Eye Accommodation, Head Posture, and Vision and Neck Symptoms. *Human Factors* [online]. 2007, **49**(5), 830-838 [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1518/001872007X230208. ISSN 00187208. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1518/001872007X230208>

- [35] *Visual ergonomics handbook*. Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis, c2005. ISBN 9781566706827
- [36] Reduce your neck and back pain Improve your computer posture. In: *Geelong myotherapy* [online]. 2013 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <http://geelongmyotherapy.com.au/reduce-your-neck-and-back-pain/>
- [37] Lighting Ergonomics - Survey and Solutions. In: *Canadian centre for occupational health and safety* [online]. Canada, 2013 [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/lighting_survey.html
- [38] NYMAN, Karl G.; KNAVE, Bengt G.; VOSS, Margaretha. Work with video display terminals among office employees: IV. Refraction, accommodation, convergence and binocular vision. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 1985, 483-487. [cit. 2017-03-28]
- [39] YEOW, P. T.; TAYLOR, S. P. Effects of short-term VDT usage on visual functions. *Optometry & Vision Science*, 1989, 66.7: 459-466. [cit. 2017-03-28]
- [40] TSUBOTA, Kazuo a Katsu NAKAMORI. Dry Eyes and Video Display Terminals. *New England Journal of Medicine* [online]. 1993, **328**(8), 584-584 [cit. 2017-03-28]. DOI: 10.1056/NEJM199302253280817. ISSN 00284793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199302253280817>
- [41] FENGA, C, P ARAGONA, A CACCIOLA, R SPINELLA, C DI NOLA, F FERRERI a L RANIA. Meibomian gland dysfunction and ocular discomfort in video display terminal workers. In: *Eye* [online]. 2007, **22**(1), s. 91-95 [cit. 2017-03-28]. DOI: 10.1038/sj.eye.6703025. ISSN 0950-222x. Dostupné z: <http://www.nature.com/doi/abs/10.1038/sj.eye.6703025>
- [42] YEE, Richard W., Ashbala KHATTAK a Kevin DAWSON. Meibomian Gland Dysfunction in Computer Vision Syndrome. *The Ocular Surface* [online]. 2005, **3**, S129- [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1016/S1542-0124(12)70601-8. ISSN 15420124. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1542012412706018>
- [43] Sheedy, James E. a Hardy, Raymond E. The optics of occupational progressive lenses. *Optometry*. august 2005, vol. 76, no. 8, stránky 432-441

- [44] TOOMINGAS, A. a M. HAGBERG. *Risk factors, incidence and persistence of symptoms from the eyes among professional computer users* [online]. Karolinska Institutet, Institute of Environmental Medicine, Sweden: IOS Press, 2014 [cit. 2017-03-23]. DOI: 10.3233/WOR-131778. ISSN 10519815. Dostupné z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84900437723&origin=inward&txGid=7A2C7FC1D5927FDA921473E174AF7CDB.wsnAw8kcdt7IPYLO0V48gA%3a2#>
- [45] TAUSTE, Ana, Elena RONDA, María-José MOLINA a Mar SEGUÍ. Effect of contact lens use on Computer Vision Syndrome. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2016, **36**(2), 112-119 [cit. 2017-01-22]. DOI: 10.1111/opo.12275. ISSN 02755408. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/opo.12275>
- [46] AKINBINU, T. R., & MASHALLA, Y. J.* (2014). Impact of computer technology on health: Computer Vision Syndrome (CVS). *Medical Practice and Reviews*, 5(3), 20-30 [cit. 2017-02-21]. DOI: 10.5897/mpr.2014.0121 ISSN: 2141-2596. Dostupné z: <http://www.academicjournals.org/journal/MPR/article-abstract/0905F9948599>
- [47] LIE, Ivar, Reidulf WATTEN a Knut Inge FOSTERVOLD. Accommodation/vergence/fixation disparity and synergism of head, neck and shoulders. *Accommodation and Vergence Mechanisms in the Visual System* [online]. Basel: Birkhäuser Basel, 2000, s. 303 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1007/978-3-0348-7586-8_27. ISBN 9783034875882. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-0348-7586-8_27
- [48] WIHOLM, Clairly a Hans RICHTER. Associations between eyestrain and neck–shoulder symptoms among call-center operators. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* [online]. 2008, **3**, 54-59 [cit. 2017-03-28]. ISSN 0356-6528. Dostupné z: http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=1183
- [49] SHEEDY, James E. a Peter G. SHAW-MCMINN. *Diagnosing and treating computer-related vision problems*. Boston: Butterworth-Heinemann, c2003. [cit. 2017-02-21] ISBN 0750674040
- [50] SHEEDY, J.E. „Doctor Ergo Cvs Doctors Meeting the Eye Care Needs of Computer Users. [online]. 2005, Dostupné z: <http://www.oepf.org/sites/default/files/journals/jbo-volume-11-issue-5/11-5%20Sheedy.pdf>

- [51] LEE Robert, O.D., California Optometric Association. *The California Optometric Association* [online]. Western University College of Optometry: OptoWest, 2012 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.coavision.org/i4a/pages/index.cfm?pageID=1>
- [52] TORREY, Jon. Understanding computer vision syndrome. *Employment Relations Today* [online]. 2003, **30**(1), 45-51 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.1002/ert.10073. ISSN 07457790. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ert.10073>
- [53] The Eye-CEE System for Computer Users®. In: *CV consulting* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: www.cvconsulting.com/software_eye-cee_overview.shtml
- [54] NILSEN, E., SALIBELLO C., Survey of U.S. Optometrist's Regarding Prevalence and Treatment of Visual Stress Symptoms. *HCI.*, 1997 [cit. 2017-02-21]
- [55] The Ergonomic Workstation. In: *PT and me: your guide to physical therapy* [online]. 2015 [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <http://ptandme.com/the-ergonomic-workstation/>
- [56] *ESSILOR* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.essilor.cz>
- [57] Digitální brýlové čočky. *ZEISS* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: https://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/zeiss-vyrobky/digitalni-brylove-cocky.html
- [58] Produktové materiály *RODENSTOCK* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.rodentstock.com>
- [59] WALLIN, Jerry A., Zhiwei ZHU, Jeffrey L. JACOBSEN a Scott D. JACOBSEN. A preliminary study of the effects of computer glasses on reported VDT user symptoms: a field study. *Journal of Safety Research* [online]. 1994, **25**(2), 67-76 [cit. 2017-03-23]. DOI: 10.1016/0022-4375(94)90018-3. ISSN 00224375. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022437594900183>
- [60] HOYA: *Blue Control* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <https://www.hoya.eu/cs/nositele/vase-cocky/povrchove-upravy/antireflexni-povrchove-upravy/bluecontrol-p30642>
- [61] *ICOAT: Make lens better* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.icoatcompany.com/lens-coatings/anti-reflective-coatings/blue-light-filtering-ar/>
- [62] Lens technology. *Gunnar* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://gunnar.com/lens-technology/#bluelightsection>

- [63] What exactly is Ocushield? *OcuShield* [online]. 2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.ocushield.com/>
- [64] 6 Blue Light Filter For Desktop Windows PC, Apple Mac and Chrome Browser. In: *Gecko and fly* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.geckoandfly.com/21437/blue-light-filter/>
- [65] ROSENFELD, M. Effect of Colored Overlays on Computer Vision Syndrome. *Optom Vis Perf* [online]. 2015, **3**(3), 133-137 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.ovpjournal.org/uploads/2/3/8/9/23898265/ovp3-3_article_rosenfield_web.pdf
- [66] Filtr modré složky světla zamíří do Windows 10 již brzy. *PC tuning* [online]. 2016 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=44525&catid=1&Itemid=57
- [67] *Internetový obchod Google Chrome: Rozšíření eyeCare - Protect your vision* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: https://chrome.google.com/webstore/detail/eyecare-protect-your-vision/eeeningnfkaonkonalpcicgemnnijhn?utm_source=chrome-ntp-icon
- [68] Understand Your Eyes. In: *END MYOPIA* [online]. [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <http://endmyopia.org/the-myopia-lie/>
- [69] CooperVision Unveils Biofinity Energys™ Contact Lenses Specifically Designed for Today's Digital World. *CooperVision* [online]. US, 2016 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://coopervision.com/our-company/news-center/press-release/coopervision-unveils-biofinity-energys%E2%84%A2-contact-lenses-0>
- [70] Bausch + Lomb Ultra Contact Lenses with MoistureSeal technology. *Bausch + Lomb* [online]. US, 2016 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.bausch.com/ecp/our-products/contact-lenses/myopia-hyperopia/bausch-lomb-ultra-contact-lenses>
- [71] Parametrické testy - Studentův t-test. *BIOSTATISTIKA: Multimediální výukový text pro studenty VFU Brno* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/stat/fvl/teorie/predn3/ttest.htm>

[73] CHALMERS, Robin L. Contact Lens Dry Eye Questionnaire-8 (CLDEQ-8)and Opinion of Contact Lens Performance. *Optometry and vision science* [online]. 2012, **89**(10), 1435–1442 [cit. 2017-05-05]. DOI: 1040-5488/12/8910-1435/0. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/230825384_Contact_Lens_Dry_Eye_Questionnaire-8_CLDEQ-8_and_Opinion_of_Contact_Lens_Performance

Seznam symbolů a zkratk

3D	z angl. Three dimensional
AOA	z angl. American Optometric Association
CRT	z angl. Cathod tube ray
CVS	z angl. Computer Vision Syndrome
DES	z angl. Digital Eye Strain
HEV	z angl. High energy visible
KČ	kontaktní čočky
LCD	z angl. Liquid crystal display
LED	z angl. Light-Emitting Diode
NPA	z angl. Near point of accomodation
NPC	z angl. Near point of convergation
OLED	z angl. Organic light-emitting diode
PC	z angl. Personal Computer
PDP	z angl. Plasma displays
SED	z angl. Surface conduction electron emitter displays
TBUT	z angl. Tear break-up time
VDT	z angl. Video-display terminal
VPMD	věkem podmíněná makulární degenerace

Seznam obrázků

Obrázek 1 Multi-displejové prostředí každodenního života [3]	2
Obrázek 2 Procentuální znázornění průměrně strávených hodin na počítači americkou populací každý den [7]	3
Obrázek 3 Srovnání provedení textu na počítači(a) a textu na papíře [13]	4
Obrázek 4 Využití virtuální reality jako edukačního přístroje [15]	5
Obrázek 5 Počítač jako prostředek volnočasové i edukační aktivity dětí moderní doby [21]	6
Obrázek 6 Požadavky na kvalitu video zobrazovacích medií podle mezinárodních standardů [10]	8
Obrázek 7 Rozdílné hodnoty spektrálního ozáření u teplého (incandescent) a LED světla [22]	8
Obrázek 8 Rozdělení spektra bílého světla se zaměřením na modrou složku [7]	9
Obrázek 9 Spektrální propustnost vysokoenergetického světla optickými prvky oka [26] ..	9
Obrázek 10 Závislost dávky nebezpečného retinálního ozáření na vlnové délce světla a jeho svítivosti [24]	10
Obrázek 11 Závislost ozáření určité vlnové délky na hladinu melatoninu, ospalost teplotu těla a srdeční tep [27]	11
Obrázek 12 Porovnání konfliktu akomodace a konvergence při sledování 2D a 3D objektů [31]	14
Obrázek 13 Názorná nesprávná ergonomie při používání notebooků [36]	15
Obrázek 14 Odrazivost ploch na pracovišti [37]	17
Obrázek 15 PRIO tester [51]	28
Obrázek 16 Doporučená ergonomická pozice při práci na počítači [55]	31
Obrázek 17 Znázornění pozice hlavy u různých typů zvolené brýlové korekce. Vlevo-brýle na blízko, uprostřed- pracovní počítačové brýle, vpravo- normální progresivní brýle [58]	32
Obrázek 18 Princip provedení Eyezen čočky s přídatnou hodnotou pro úlevu očí do blízka [56]	33
Obrázek 19 Porovnání designu typických progresivních čoček a počítačových čoček [56]	33
Obrázek 20 Princip propustnosti čočky s antireflexní vrstvou odrážející modré světlo [61]	34
Obrázek 21 Spektrální složení světla různých displejových zařízení [63]	35

Obrázek 22 Ocushield ochranná folie [63]	35
Obrázek 23 Uvolnění ciliárních svalů při sledování dalekého objektu (vlevo) a kontrakce při sledování blízkého objektu (vpravo) [68].....	36
Obrázek 24 Úvodní text online dotazníkového průzkumu	40
Obrázek 25 Graf počtu respondentů v závislosti na pohlaví	41
Obrázek 26 Graf počtu respondentů v závislosti na věkové kategorii	42
Obrázek 27 Graf závislosti počtu respondentů na způsobu korekce jejich zraku.....	43
Obrázek 28 Graf rozložení kombinací odpovědí korekce zraku při práci na počítači (včetně 219 odpovědí Žádnou od respondentů nenosících korekci i běžně).....	43
Obrázek 29 Graf závislosti počtu respondentů na počtu využívaných disp. zařízení každý den	44
Obrázek 30 Graf závislosti počtu respondentů na době průměrně strávené na menších displejových zařízeních každý den	44
Obrázek 31 Graf závislosti počtu respondentů na době strávené každý den na menších digitálních displejových zařízeních	45
Obrázek 32 Graf procentuálních odpovědí zvolených kombinací možností osvětlení	46
Obrázek 33 Graf závislosti počtu respondentů na výskytu CVS obtíží.....	46
Obrázek 34 Graf procentuálního výskytu CVS obtíží zvláště u všech zúčastněných žen a mužů	47
Obrázek 35 Graf procentuálního výskytu CVS obtíží u jednotlivých věkových kategorií .	47
Obrázek 36 Graf závislosti procentuálního výskytu obtíží CVS na čase stráveném průměrně každý den na PC	48
Obrázek 37 Závislost procentuálního výskytu obtíží na vzdálenosti počítačového monitoru	48
Obrázek 38 Graf rozložení míry intenzity astenopických symptomů	49
Obrázek 39 Graf rozložení míry intenzity zrakových symptomů.....	50
Obrázek 40 Graf rozložení míry intenzity symptomů předního segmentu oka	50
Obrázek 41 Graf rozložení míry intenzity extraokulárních symptomů	51
Obrázek 42 Graf závislosti průměrných intenzit jednotlivých příznaků na době, za kterou se potíže projevují.....	52
Obrázek 43 Histogram – celkové skóre potíží CVS	53
Obrázek 44 Graf rozložení kombinace volby řešení CV potíží (včetně 128 povinných odpovědí neřešim od dotázaných s neprojevenými potížemi).....	54

Obrázek 46 Zkušební páry obou typů čoček: vlevo nezakryté, vpravo jak je dostal subjekt	55
Obrázek 45 Úvod závěrečného hodnotícího dotazníku	55
Obrázek 47 Graf závislosti počtu účastníků na věku.....	56
Obrázek 48 Graf závislosti počtu respondentů na výskytu CVS obtíží.....	58
Obrázek 49 Graf závislosti počtu účastníků na době, za kterou se CVS obtíže projeví.....	58
Obrázek 50 Graf rozložení intenzit jednotlivých příznaků účastníků slepé studie.....	59
Obrázek 51 Grafické znázornění míry komfortu nošení KČ typu 1 v průběhu dne.....	60
Obrázek 52 Grafické znázornění míry spokojenosti s KČ typu 1	61
Obrázek 53 Grafické znázornění míry komfortu nošení KČ typu 2 v průběhu dne.....	62
Obrázek 54 Grafické znázornění míry spokojenosti s KČ typu 2	62
Obrázek 55 Graf rozdělující volby odpovědí z hlediska komfortu pro oba typy KČ.....	63
Obrázek 56 Graf rozdělující volby odpovědí z hlediska splňovaného účelu pro oba typy KČ	63
Obrázek 57 Graf rozdělující volby odpovědí z hlediska perspektivy koupě pro oba typy KČ	64

Seznam tabulek

Tabulka 1 Hlavní kategorie symptomů Syndromu počítačového vidění.....	22
Tabulka 2 Projevené symptomy CVS seřazené podle průměrně zaznamenaných intenzit .	51
Tabulka 3 Srovnání výsledků testovacích kritérií u jednotlivých hypotéz.....	53
Tabulka 4 Seřazení typů stávajících kontaktních čoček podle počtu nositelů od nejvyššího po nejnižší.....	57

Seznam příloh

Příloha 1: Dotazníky	82
Příloha 2: Subjektivní refrakce a výsledná korekce KČ	95

Příloha 1: Dotazníky

Dotazník: Zrakové potíže při používání počítačů a moderních obrazových displejů

Tento průzkum je prováděn za účelem částečného zmapování výskytu zrakových potíží při používání počítačů a mobilních zařízení s moderními obrazovými displeji v české populaci (angl. Computer Vision Syndrome, česky Syndrom digitální únavy zraku). Analýza průzkumu bude zpracována v rámci bakalářské práce v oboru Optika a optometrie na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT.

Vyplnění anonymního dotazníku, které zabere 5 minut Vašeho času, pomůže analyzovat tuto důležitou problematiku, která zdravotně ovlivňuje současné i budoucí generace. Chcete-li se dozvědět více, prosím klikněte na odkazy v příloženém informačním letáku <http://docdro.id/WBNoEO3>.

Děkuji moc za Vaše odpovědi! Anna Havelková

1. Zvolte prosím Vaše pohlaví: *

Muž

Žena

2. Prosím vyberte Vaši věkovou kategorii: *

Méně než 18

18-25

26-34

35-45

46-55

56-70

70 a více

3. Nosíte běžně korekci zraku? *

Ne, nenosím

Ano, nosím kontaktní čočky

Ano, nosím brýle na dálku

Ano, nosím brýle na blízko

Ano, nosím kontaktní čočky i brýle

4. Jakou korekci zraku používáte při práci na počítači? *

Pokud odpovídá, zvolte více odpovědí

Žádnou

Brýle na dálku

Brýle na počítač (na blízko)

Kontaktní čočky

5. Používáte brýle jen při práci na počítači? *

Ne, nepotřebuji brýle ani při práci na počítači

Ano, při práci na počítači si беру brýle

Brýle/ Kontaktní čočky nosím neustále

6. Kolik digitálních zařízení (smartphone, tablet, notebook, stolní PC, televize, e-čtečka, smartwatch, brýle VR...) využíváte během normálního dne? *

1-2

3-4

5-6

7-8

Jiné:

7. Kolik hodin denně v průměru (škola, práce, domov) strávíte pouze na počítači? *

Méně jak 3 hodiny

3-4 hodiny

5-6 hodin

7-8 hodin

9 a více hodin

8. Kolik hodin denně, v průměru, strávíte na ostatních digitálních zařízeních (mobil, tablet, televize, ...)? *

Méně jak 1 hodinu

1-2 hodiny

2-4 hodiny

4 a více hodin

9. V jaké přibližné vzdálenosti od očí se nachází monitor Vašeho počítače běžně při práci? *

Blíže než 40 cm

40-50 cm

50-60 cm

60 cm a více

10. Kde se nachází monitor Vašeho počítače? *

Mírně pod úrovní očí

Výrazněji pod úrovní očí

V úrovni očí

Je výš než úroveň očí, koukám na něj nahoru

11. V jaké přibližné vzdálenosti od očí se nachází klávesnice Vašeho počítače? *

Blíže než 40 cm

40-50 cm

50-60 cm

Jaké okolní osvětlení nejčastěji používáte při práci na počítači? * Pokud odpovídá, zvolte více odpovědí

12.

Žádné

Stropní svítidlo

Stolní lampičku

Denní světlo

13. V jaké vzdálenosti od očí pravidelně používáte tablet či smartphone? *

Blíže než 20 cm

20-30 cm

30-40 cm

Dále než 40 cm

14. Pracujete na počítači či s mobilními obrazovými displeji (smartphone, tablet apod.) i v nočních hodinách?

Nikdy

Zřídka

Celkem často

Pravidelně, každý den

15. Pociťoval/a jste někdy oční potíže při práci na PC nebo na jiném digitálním zařízení? *

Pokud ne, následující 3 otázky vyplňte nikdy, 0 a neřeším

Pokud ano, vyplňte prosím následující otázky

16. Po jak dlouhé době práce na PC se obtíže začínají projevovat? *

Po 2 hodinách

Po 3-5 hodinách

Po 6-9 hodinách

Nikdy

Jiné:

17. Jaké projevy obtíže měly? *

Zvolte prosím intenzitu u každé obtíže následovně: 0- nikdy se nevyskytlo; 1- velmi mírné, stává se jen občasně; 5- velmi intenzivní, nepříjemné a časté

dvojení/rozmazání obrazu	0	1	2	3	4	5
rozmazané vidění do dálky	0	1	2	3	4	5
únava očí	0	1	2	3	4	5
pálení/svědění/škrábání očí	0	1	2	3	4	5
frekventovanější mrkání	0	1	2	3	4	5
suché oči či naopak nadměrně slzející oči	0	1	2	3	4	5
bolest očí	0	1	2	3	4	5
bolest hlavy	0	1	2	3	4	5
bolest krku, šíje nebo zad	0	1	2	3	4	5
zvýšená citlivost na světelné podněty	0	1	2	3	4	5
barevná záře kolem objektů	0	1	2	3	4	5

18. Jakým způsobem řešíte Vámi vybrané obtíže? *

Pokud odpovídá, zvolte více odpovědí

Neřeším

Přestanu na určitou dobu pracovat na PC

Očními zvlhčujícími kapkami

V brýlích mám speciální brýlové čočky/filtry

Nosím kontaktní čočky pro digitální únavu

Jiné:

Vstupní dotazník k experimentální části BP

"Syndrom počítačového vidění"

Dobrý den,

tento formulář slouží především jako vstupní zhodnocení stavu nositelů kontaktních čoček při práci na PC. Po odeslání dotazníku, budete pozván/a na osobní schůzku, kde podepíšete informovaný souhlas o tom, že dobrovolně vstupujete do experimentu, ve kterém v průběhu 2 týdnů až 20 dnů vyzkoušíte zdarma 2 páry kontaktních čoček (každý týden/1 pár čoček) aniž byste věděl/a o jaký jde typ. Po 2 týdnech Vám zašlu další dotazník na zhodnocení komfortu a porovnání obou typů.

Děkuji za Váš čas.

Anna Havelková

1. Prosím zvolte pohlaví: *

Muž

Žena

2. Uveďte prosím své jméno a příjmení: *

Vaše odpověď

3. Uveďte prosím Váš věk *

Vaše odpověď

4. Jakou nosíte běžně korekci zraku? *

Nosím pouze kontaktní čočky

Nosím kontaktní čočky i brýle

5. Jaká je hodnota Vaší refrakční vady na obou očích? *

(Dioptická hodnota uvedená na Vašich stávajících, při nošení vyhovujících KČ)

Vaše odpověď

6. Jak dlouho jste již uživatelem kontaktních čoček (dále jen KČ)? *

Vaše odpověď

7. Jak často KČ využíváte během týdne? *

Vaše odpověď

8. Kolik hodin využíváte v průměru KČ během dne? *

Vaše odpověď

9. Jaký typ KČ běžně nosíte? (Prosím napište typ a značku Vašich čoček) *

Vaše odpověď

10. Jaký typ systému péče o kontaktní čočky používáte? *

Vaše odpověď

11. Jsou Vaše stávající KČ pohodlné? *

Velmi pohodlné, jsem s nimi zatím spokojena/a

Jsou pohodlné, jen občas začnou být méně příjemné

Nejsem s dosavadními KČ spokojen/a, upřednostnil/a bych změnu

Jiné:

12. Kolik digitálních zařízení (smartphone, tablet, notebook, stolní PC, televize, e-čtečka, smartwatch, brýle VR...) využíváte během normálního dne? *

1-2

3-4

5-6

7-8

Jiné:

13. Kolik hodin denně, v průměru (škola, práce, domov) strávíte pouze na počítači? *

Méně jak 3 hodiny

3-4 hodiny

4-5 hodin

5-7 hodin

7 a více

14. Kolik hodin denně, v průměru, strávíte na ostatních digitálních zařízeních (mobil, tablet, televize, ...)? *

Méně jak 1 hodinu

1-2 hodiny

2-4 hodiny

4 a více hodin

15. V jaké přibližné vzdálenosti od očí se nachází monitor Vašeho počítače běžně při práci? *

Blíže než 40 cm

40-50 cm

50-60 cm

60 cm a více

16. Kde se nachází monitor Vašeho počítače? *

Mírně pod úroveň očí

Výrazněji pod úroveň očí

V úrovni očí

Je výš než úroveň očí, koukám na něj nahoru

17. V jaké přibližné vzdálenosti od očí se nachází klávesnice Vašeho počítače? *

Blíže než 40 cm

40-50 cm

50-60 cm

18. Jaké okolní osvětlení používáte při práci na počítači? *

Pokud odpovídá, zvolte více

Žádné

Stropní (nad hlavou)

Lampičku na stole

Denní světlo

Denní světlo i stropní svítidlo

19. V jaké vzdálenosti od očí pravidelně používáte tablet či smartphone? *

Blíže než 20 cm

20-30 cm

30-40 cm

Dále než 40 cm

20. Pociťoval/a jste někdy oční potíže při práci na PC nebo na jiném digitálním zařízení? *

Pokud ne, vyplňte nikdy, 0 nebo neřeším u následujících otázek

Pokud ano, vyplňte prosím následující otázky

21. Po jak dlouhé době práce na PC se obtíže začaly projevovat?

Po 2 hodinách

Po 3-5 hodinách

Po 6-9 hodinách

Jiné:

22. Jaké projevy obtíže měly? *

(Zvolte prosím intenzitu u každé obtíže následovně: 0- nikdy se nevyskytlo; 1- velmi mírné, stává se jen občasně; 5- velmi intenzivní a nepříjemné)

dvojení/rozmazání obrazu	0	1	2	3	4	5
rozmazané vidění do dálky	0	1	2	3	4	5
únava očí	0	1	2	3	4	5
pálení/svědění/škrábání očí	0	1	2	3	4	5
frekventovanější mrkání	0	1	2	3	4	5
suché oči či naopak nadměrně slzejší oči	0	1	2	3	4	5
bolest očí	0	1	2	3	4	5
bolest hlavy	0	1	2	3	4	5
bolest krku, šíje nebo zad	0	1	2	3	4	5
zvýšená citlivost na světelné podněty	0	1	2	3	4	5
barevná záře kolem objektů	0	1	2	3	4	5

23. Jakým způsobem řešíte Vámi vybrané obtíže? *

Pokud odpovídá, zvolte více

Neřeším

Přestanu na určitou dobu pracovat na PC

Očními zvlhčujícími kapkami

V brýlích mám speciální brýlové čočky/filtry

Nosím kontaktní čočky pro digitální únavu

Jiné:

Závěrečný dotazník hodnotící komfort zkušebních kontaktních čoček

Kontrola spokojenosti a potíží zkušebních párů kontaktních čoček. Porovnání komfortu a kvality vidění 2 typů nových kontaktních čoček. S Vašimi údaji se nebude nijak veřejně nakládat.

Děkuji za spolupráci!

Anna Havelková

1. Uveďte prosím své jméno a příjmení: *

Podle jména a příjmení budu pouze přiřazovat shromážděná data k Vašemu vstupnímu dotazníku

Vaše odpověď

2. Pracoval/a jste po dobu posledních 2 týdnů na počítači a dalších digitálních zařízeních stejně často jako obvykle? *

Ne, poslední 2 týdny jsem s digitálními zařízeními pracoval/a méně

Ne, poslední 2 týdny jsem s digitálními zařízeními pracoval/a ještě více než obvykle

Ano, poslední 2 týdny jsem s digitálními zařízeními pracoval/a stejně často jako obvykle

Kontaktní čočky typ 1

Prosím odpovězte na otázky týkající se komfortu a kvality nošení prvního zkušebního páru kontaktních čoček.

1. Kolik dní jste KČ typu 1 nosil/a? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Kolik hodin denně jste KČ typu 1 nosil/a? *

Vaše odpověď

3. Zvolte, jak často jste během týdne nošení pocíval/a diskomfort při nošení kontaktní čočky? *

0 – nikdy; 1 – zřídka; 2 – občas; 3 – často; 4 – nepřetržitě

4. Zvolte intenzitu diskomfortu, který jste pocíval/a: *

0- vysoce komfortní, vůbec jsem o nich nevěděl/a; 1- pohodlné; 2 – méně pohodlné; 3 – střední úroveň diskomfortu; 4 - nepohodlné

Při nasazování KČ 1

Během dne

Po celém dni nošení

5. Zaznamenal/a jste během týdne s KČ typu 1 nějaké následující obtíže? V jaké intenzitě? *

Zvolte intenzitu na stupnici: 0- nevyskytlo se; 1 – mírná intenzita; 3 – střední intenzita; 5- vysoká intenzita
dvojení/rozmazání obrazu

únava očí

pálení/svědění/škrábání očí

suché oči či naopak nadměrně slzejší oči

bolest očí

6. Pokud jste pociťoval/a někdy během týdne nošení KČ zamlžené, neostré vidění, jak často to bylo? *

0 – nikdy; 1 - zřídka; 2 – jen někdy; 3 - častěji; 4 – velmi často

Cítil/a jste v průběhu týdne takový diskomfort, že jste KČ byl/a nucen/a z oka vyndat? *

0 – nikdy, 1- jednou za týden, 2- několikrát za týden, 3 - denně, 4 – několikrát za den

7. Dokážete posoudit, zda kontaktní čočky typu 1 zmírnily Vaše dřívější oční obtíže při práci na počítači? *

Obtíže jsem neměl/a

Ne, obtíže pořád přetrvávají

Ano s tímto typem KČ jsem moje obtíže zmírnily

Jiné:

8. Jaká byla Vaše celková spokojenost s kontaktními čočkami typu 1? *

S tímto typem KČ jsem nebyl/a spokojen/a

0

1

2

3

4

S tímto typem čoček jsem byl/a nadměru spokojen/a

Kontaktní čočky typ 2

Prosím odpovězte na otázky týkající se komfortu a kvality nošení prvního zkušebního páru kontaktních čoček.

1. Kolik dní jste KČ typu 2 nosil/a? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Kolik hodin denně jste KČ typu 2 nosil/a? *

Vaše odpověď

3. Zvolte, jak často jste během týdne nošení pocíval diskomfort při nošení kontaktní čočky? *

0 – nikdy; 1 – zřídka; 2 – občas; 3 – často; 4 – nepřetržitě

4. Zvolte intenzitu diskomfortu, který jste pocíval/a: *

0- vysoce komfortní, vůbec jsem o nich nevěděl/a; 1- pohodlné; 2 – méně pohodlné; 3 – střední úroveň diskomfortu; 4 - nepohodlné; 5 – velmi nepohodlné

Při nasazování KČ 1

Během dne

Po celém dni nošení

5. Zaznamenal/a jste během týdne s KČ typu 2 nějaké následující obtíže? V jaké intenzitě? *

Zvolte intenzitu na stupnici: 0- nevyskytlo se; 1 – mírná intenzita; 3 – střední intenzita; 5- vysoká intenzita

dvojení/rozmazání obrazu

únava očí

pálení/svědění/škrábání očí

suché oči či naopak nadměrně slzejší oči

bolest očí

6. Pokud jste pocíval/a někdy během týdne nošení KČ zamlžené, neostré vidění, jak často to bylo? *

0 – nikdy; 1 - zřídka; 2 – jen někdy; 3 - častěji; 4 – velmi často

7. Cítil/a jste v průběhu týdne takový diskomfort, že jste KČ byl/a nucen/a z oka vyndat? *

0 – nikdy, 1- jednou za týden, 2- několikrát za týden, 3 - denně, 4 – několikrát za den

8. Dokážete posoudit, zda kontaktní čočky typu 2 zmírnily Vaše dřívější oční obtíže při práci na počítači? *

Obtíže jsem neměl/a

Ne, obtíže pořád přetrvávají

Ano s tímto typem KČ jsem moje obtíže zmírnily

Jiné:

9. Jaká byla Vaše celková spokojenost s kontaktními čočkami typu 2? *

S tímto typem KČ jsem nebyl/a spokojen/a

0

1

2

3

4

S tímto typem čoček jsem byl/a nadměru spokojen/a

Celkové srovnání obou typů KČ

Porovnejte prosím pohodlí a kvalitu všech zkušebních čoček během 14-20 dnů.

1. Který typ KČ byl podle Vás nejkomfortnější? *

KČ typu 1

KČ typu 2

2. Který typ KČ by podle Vás splnil účel zmírnění digitální únavy očí? *

KČ typu 1

KČ typu 2

3. Který typ vyzkoušených KČ byste si do budoucna rád/a zakoupil/a? *

KČ typu 1

KČ typu 2

Příloha 2: Subjektivní refrakce a výsledná korekce KČ

Subjektivní refrakce		Korekce KČ	
OP [dpt]	OL [dpt]	OP [dpt]	OL [dpt]
-2,50/ -0,75x 170°	-1,75/-0,25x 45°	-3,0	-1,75
-6,50	-6,50	-6,0	-6,0
-1,75	-1,50/ -0,25x 90°	-1,75	-1,75
-0,75/-0,50x115°	-1,5/-0,25x 68°	-1,0	-1,5
-2,25	-4,0	-2,25	-4,0
-3,75	-3,75/-0,50x 180°	-3,75	-3,75
-2,25	-2,25	-2,25	-2,25
-3	-3,50	-3,0	-3,25
-2	-2	-2,0	-2,0
-6,50	-2,50	-6,0	-2,5
-2,50/-0,50x80°	-2,25	-2,75	-2,25
-4,0/-0,25x 26°	-4,0	-3,75	-3,75
+2,50/-0,25x 160°	-0,0/-0,75x180°	+2,50	-0,5
-1,25	-1,0	-1,25	-1,0
-4,0	-3,75	-3,75	-3,75
-0,50	-0,75	-0,50	-0,75
-1,5	-2,25	-1,50	-2,25
-2,50	-2,25	-2,50	-2,25
-3,0	-2,75	-3,0	-2,75
-2,75/-0,25x95°	-2,75	-2,75	-2,75
-5,25	-5,25/-0,25x180°	-5,0	-5,0
-3,25	-3,0	-3,25	-3,0
-2,0/-0,25x64°	-1,75/-0,50x75°	-2,0	-2,0
-6,0	-6,0	-5,5	-5,5
-1,75	-1,75	-1,75	-1,75
-0,25/-0,75x 60°	-0,50/-0,50x132°	-0,75	-0,75
-1,50	-1,50	-1,5	-1,5
-3,50	-3,50	-3,25	-3,25
-3,50	-2,75	-3,25	-2,75
-0,25/-0,50x70°	plan	-0,5	0
-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
-1,0/-0,25x100°	-1,0	-1,0	-1,0
-2,25	-2,0	-2,25	-2,0
-6,50	-6,50	-6,0	-6,0
-6,25/-0,25x12°	-7,0	-6,0	-6,5
+0,5	+0,5	+0,5	+0,5
-3,50	-4,75	-3,5	-4,5
-2,75	-3,50	-2,75	-3,5
-2,75	-2,75	-2,75	-2,75
-7,25	-6,25/-0,75x80°	-6,5	-6,0